

# Analyse des clichés satellite du panache turbide de l'embouchure du marais de Marigot

*Etablissement Portuaire St-Martin, I-SEA, Marché 2022-04*

## Rapport Phase 3



# FICHE DOCUMENTAIRE

---

<b>Date</b>	23/12/2022
-------------	------------

---

<b>Maitre d'ouvrage</b>	Etablissement portuaire de ST Martin
<b>Réalisation</b>	i-Sea 30 avenue de Canteranne 33600 PESSAC Site internet : <a href="http://i-sea.fr/fr/">http://i-sea.fr/fr/</a> Terra Maris Site internet : <a href="http://www.terramaris.fr">www.terramaris.fr</a>
<b>Rédacteurs</b>	Manon Besset : <a href="mailto:manon.besset@i-sea.fr">manon.besset@i-sea.fr</a> Olivier Regniers : <a href="mailto:olivier.regniers@i-sea.fr">olivier.regniers@i-sea.fr</a>
<b>Approbateur</b>	Virginie Lafon : <a href="mailto:virginie.lafon@i-sea.fr">virginie.lafon@i-sea.fr</a>
<b>Citation recommandée</b>	i-Sea, 2022. Analyse des clichés satellite du panache turbide de l'embouchure du marais de Marigot. i-Sea, 19 p.

---

**Avertissement** : Ce rapport est exclusivement dédié à la lecture du comité de pilotage de l'étude. Il ne peut être ni révisé, ni modifié. Il peut être diffusé à discrétion du maître d'ouvrage. Il devra être impérativement cité pour toute communication publique, avec une mention explicite aux auteurs de l'étude.

## Table des matières

Table des matières .....	3
1 Contexte et objectifs de l'étude .....	5
2 Données .....	6
2.1 Images satellite Sentinel-2 .....	6
2.2 Images satellite Landsat 8/9 .....	6
2.3 Images satellite PlanetScope .....	7
2.4 Données de pluviométrie .....	7
3 Methodologie .....	7
3.1 Estimation de la turbidité .....	7
Prétraitements .....	7
Estimation de la turbidité, algorithmes de conversion en turbidité .....	8
Précision connue des algorithmes choisis et vérification des résultats .....	9
3.2 Recherche et délimitation des panaches turbides .....	9
Observations sur images satellite .....	9
Extraction des panaches et indications quantitatives .....	10
4 résultats .....	10
5 Conclusions .....	20

## Table des illustrations

Figure 1 : Localisation du port de Galisbay au sein de la Grand'Baie et limites du site d'étude.....	5
Figure 2. Localisation de la zone d'intérêt. ....	6
Figure 3. (gauche) Carte représentant par pixel quel algorithme de correction atmosphérique est utilisé (image S2 du 26/09/2018 sur l'estuaire de la Gironde), (droite) résultat de combinaison des deux algorithmes pour la bande verte Rrs560 ( <a href="#">source</a> ).....	8
Figure 4. Turbidité à l'embouchure du Marais de Marigot le 01/12/2019 observée sur imagerie PlanetScope.....	13
Figure 5. Turbidité à l'embouchure du Marais de Marigot le 11/11/2019 observée sur imagerie Sentinel-2. ....	14
Figure 6. Turbidité à l'embouchure du Marais de Marigot le 21/11/2019 observée sur imagerie Sentinel-2. ....	15
Figure 7. Turbidité à l'embouchure du Marais de Marigot le 25/01/2020 observée sur imagerie Sentinel-2. ....	16
Figure 8. Turbidité à l'embouchure du Marais de Marigot le 16/11/2019 observée sur imagerie Sentinel-2. ....	17
Figure 9. Turbidité à l'embouchure du Marais de Marigot le 22/11/2019 observée sur imagerie PlanetScope.....	18
Figure 10. Turbidité à l'embouchure du Marais de Marigot le 18/01/2020 observée sur imagerie PlanetScope.....	19
Tableau 1. Statistiques générales des cas de figures analysés. ....	12

# 1 CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE

L'établissement portuaire de Saint-Martin est engagé dans un projet de développement majeur du Port de Galisbay (Figure 1), qui impliquerait la création de nouvelles infrastructures pour faciliter tant les activités commerciales que touristiques.



Figure 1 : Localisation du port de Galisbay au sein de la Grand'Baie et limites du site d'étude.

Dans le cadre du projet de développement du Port de Galisbay, l'étude d'impact environnemental se dote d'un volet de suivi local de la turbidité observable chroniquement à l'embouchure du Marais de Marigot, au nord de la marina. Cette analyse satellitaire se base sur le postulat d'événements intrinsèquement liés à des épisodes de fortes pluies suffisamment importantes pour générer des crues éclair.

L'objectif principal est de vérifier le potentiel de détection et de caractérisation de ces événements de turbidité très locaux sur les images satellite de haute et très haute résolution. Dans le cas où l'éventail d'images serait suffisamment important, une analyse croisée avec les conditions météorologiques locales (précipitations) sera réalisée pour expliquer les phénomènes observés.

La zone d'étude pour cette phase 3 du projet couvre les environs immédiats de l'embouchure du Marais de Marigot (Figure 2). La période d'étude s'étend de 2019 à 2022.



Figure 2. Localisation de la zone d'intérêt.

## 2 DONNEES

### 2.1 Images satellite Sentinel-2

Les données Sentinel-2, fournies par le programme Copernicus de l'Agence Spatiale Européenne, ont été téléchargées depuis le dépôt fourni par CREODIAS au niveau L1C, c'est-à-dire en réflectance au sommet de l'atmosphère (top-of-atmosphere reflectance). La fréquence d'acquisition des données est de 5 jours. Des prétraitements spécifiques à l'estimation de la turbidité, décrits en section 4.1, ont été appliqués sur ces données afin de les convertir en réflectance marine.

### 2.2 Images satellite Landsat 8/9

La résolution des images satellite Landsat 8 et 9 est de 30 m. Ces données munies de capteurs optiques complètent le jeu de données Sentinel-2, hors couverture nuageuse. En constellation depuis fin 2021, Landsat 8 et 9 couplés ont une capacité de revisite de 8 jours. Avant cela la capacité de revisite Landsat était de 16 jours. Des prétraitements spécifiques à l'estimation de la

turbidité, décrits en section 4.1, ont été appliqués sur ces données afin de les convertir en réflectance marine. Ce sont les mêmes traitements que pour le cas des images Sentinel-2.

## 2.3 Images satellite PlanetScope

Les 200 nanosatellites d'observation de la Terre Dove de la constellation PlanetScope (planet.com) fournissent une observation pluriquotidienne (jusqu'à 10 fois par jour hors couverture nuageuse) de l'ensemble du globe. La haute résolution spatiale offerte (3 m) combinée à la haute fréquence temporelle rendent particulièrement singulier ce système d'imagerie. Des prétraitements spécifiques à l'estimation de la turbidité, décrits en section 4.1, ont été appliqués sur ces données afin de les convertir en réflectance marine. Le traitement diffère sensiblement de celui appliqué sur les autres sources de données spatiales.

## 2.4 Données de pluviométrie

Les données journalières de précipitations sont utilisées pour l'analyse. Elles proviennent du bulletin NAVICAP Large diffusé par Météo-France. Il s'agit d'une réanalyse du modèle atmosphérique CFSR (Climate Forecast System Reanalysis).

# 3 METHODOLOGIE

## 3.1 Estimation de la turbidité

### Prétraitements

Les images Sentinel-2 et Landsat 8/9 de niveau L1C ont été converties en réflectance de surface marine en exploitant la complémentarité entre deux méthodes de correction atmosphérique, ACOLITE<sup>1</sup> pour les eaux complexes et C2RCC<sup>2</sup> pour les eaux claires. Cette approche est largement inspirée de ce qui est proposé dans le produit CMEMS OCEANCOLOUR NWS BGC HR L3 NRT 009 203. La combinaison entre ces deux algorithmes se base sur un ratio calculé par pixel entre les réflectances en bande verte et en bande proche infrarouge estimées par le processeur C2RCC. Deux seuils inférieur et supérieur ont été définis sur ce ratio afin de conserver les valeurs de réflectance issues de l'une ou de l'autre des méthodes de correction atmosphérique ou afin d'estimer une combinaison pondérée entre les valeurs issues des deux méthodes dans une zone de transition (Figure 3). La combinaison entre ces deux méthodes permet de couvrir une large gamme de réflectances de surface et ainsi de couvrir une large gamme de turbidité en convertissant ces réflectances avec l'algorithme décrit ci-dessous.

Les données PlanetScope ne sont pas adaptées à l'utilisation du processeur C2RCC et sont

---

<sup>1</sup> Atmospheric COrrrection for OLI lite (Vanhellemont et Ruddick 2021. Atmospheric correction of Sentinel-3/OLCI data for mapping of suspended particulate matter and chlorophyll-a concentration in Belgian turbid coastal waters, Remote Sensing of Environment, 256, 112284, <https://doi.org/10.1016/j.rse.2021.112284>.)

<sup>2</sup> Case 2 Regional CoastColour (C2RCC) atmospheric correction (Brockmann et al., 2016. Evolution of the C2RCC neural network for Sentinel 2 and 3 for the retrieval of ocean colour products in normal and extreme optically complex waters. LPS.

traitées uniquement avec la méthode ACOLITE. Les images ainsi prétraitées ont ensuite été découpées sur une emprise centrée sur la zone.

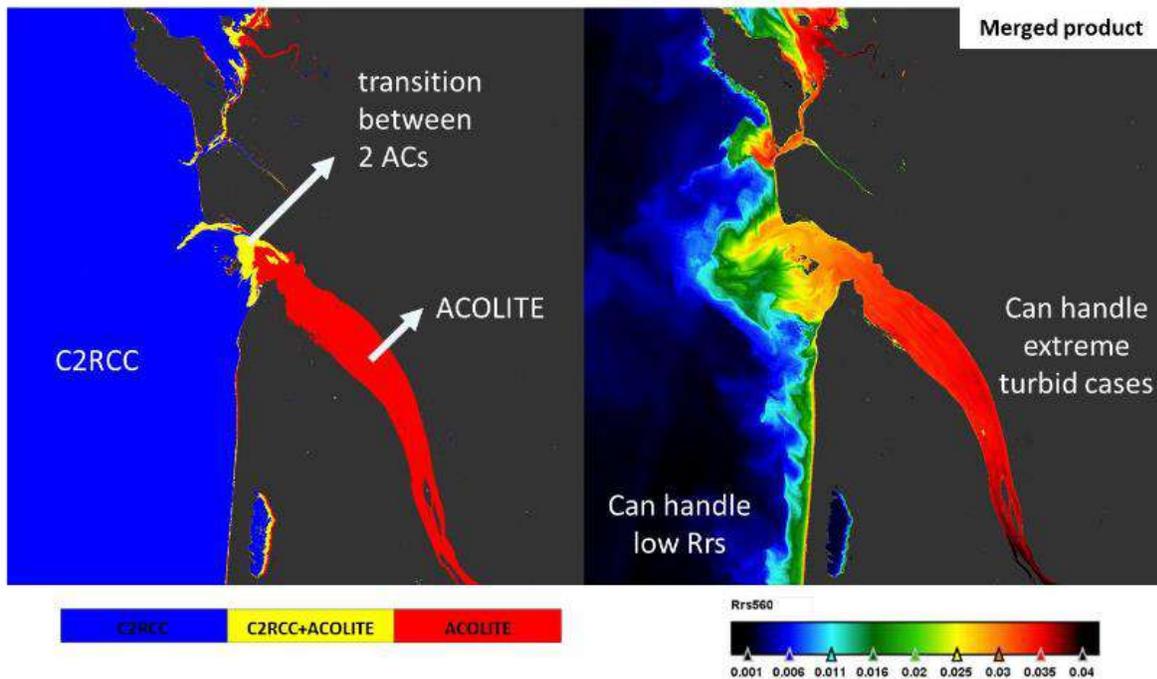


Figure 3. (gauche) Carte représentant par pixel quel algorithme de correction atmosphérique est utilisé (image S2 du 26/09/2018 sur l'estuaire de la Gironde), (droite) résultat de combinaison des deux algorithmes pour la bande verte Rrs560 (source).

#### Estimation de la turbidité, algorithmes de conversion en turbidité

Les valeurs de turbidité sont dérivées des images de réflectance marine en utilisant un algorithme semi-analytique générique proposé par Dogliotti et al. (2015)<sup>3</sup> et inspiré d'une approche similaire spécifique aux concentrations en matière en suspension proposée par Nechad et al. (2010)<sup>4</sup>. Cet algorithme, particulièrement adapté aux eaux côtières, contient des paramètres hyperspectraux calibrés sur une large gamme de longueurs d'onde et une large gamme de mesures de turbidité in-situ en FNU. Cette large représentativité permet son utilisation sur des images issues de n'importe quel capteur optique contenant des bandes spectrales visibles et infrarouges. Cet algorithme se présente sous la forme suivante :

$$\text{Turbidité(FNU - sat)} = A(\lambda) \frac{\rho_w(\lambda)}{1 - \rho_w(\lambda)/C(\lambda)}$$

où  $A(\lambda)$  et  $C(\lambda)$  sont les paramètres hyperspectraux calibrés par longueur d'onde, et  $\rho_w(\lambda)$  est la

<sup>3</sup> 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. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2014.09.020>

<sup>4</sup> Nechad, B., Ruddick, K. G., & Park, Y. (2010). Calibration and validation of a generic multisensor algorithm for mapping of total suspended matter in turbid waters. *Remote Sensing of Environment*, 114(4), 854-866.

réflectance marine à la longueur d'onde ( $\lambda$ ).

La turbidité étant estimée sur la base d'un modèle global sans calibration avec données *in situ* locales, un biais peut exister entre la valeur de turbidité satellite et la valeur de la turbidité réellement mesurable in-situ. Ce biais est variable d'un site à l'autre mais il est constant pour un même site (déphasage), ce qui garantit une représentation réaliste des variations relatives de turbidité. Nous choisissons donc de nommer la grandeur mesurée « FNU-sat » afin de préciser qu'il s'agit d'un équivalent FNU générique, estimé à partir d'une information satellitaire, pouvant à terme être calibré sur la base de mesures instrumentées pour corriger d'éventuels décalages.

Cet algorithme est plus sensible aux faibles turbidités ( $< \sim 10$  FNU) quand il est appliqué sur la bande verte, et plus sensible aux turbidités moyennes ( $\sim 10$  FNU  $<$  turbidité  $< \sim 50$  FNU) et aux fortes turbidités ( $> \sim 50$  FNU) quand il est respectivement appliqué sur les bandes rouge et infrarouge. Dès lors, il a été appliqué conjointement à une approche multi-conditionnelle de combinaison de bandes (Novoa et al., 2017)<sup>5</sup>, afin de couvrir une large gamme de turbidité telle que celle observée dans les panaches en sortie des fleuves.

Cet algorithme d'estimation de la turbidité a été appliqué sur les images Sentinel-2, Landsat 8/9 et PlanetScope en adaptant les paramètres hyperspectraux à la longueur d'onde spécifique à chacun des capteurs.

L'information extraite est une turbidité estimée en surface à subsurface ( $< 1$  m). Si cette donnée reflète fidèlement la dynamique hydrosédimentaire du milieu en surface, elle n'est pas représentative de la stratification verticale qui dépend à la fois des conditions de mélange, du contexte hydrodynamique, et de la nature du sédiment.

#### Précision connue des algorithmes choisis et vérification des résultats

L'approche multi-conditionnelle proposée par Novoa et al. (2017) a été testée dans l'estuaire de la Gironde et dans la baie de Bourgneuf avec des erreurs relatives moyennes variant entre  $\sim 10$  et  $\sim 25\%$  pour l'estimation des MES (Gernez et al., 2015)<sup>6</sup>. On peut raisonnablement extrapoler cette gamme d'erreurs à d'autres sites où cette approche serait appliquée. La gamme d'applicabilités de l'approche proposée est comprise entre 1 et 1000 FNU-sat (Dogliotti et al., 2015).

## 3.2 Recherche et délimitation des panaches turbides

### Observations sur images satellite

---

<sup>5</sup> Novoa, S., Doxaran, D., Ody, A., Vanhellemont, Q., Lafon, V., Lubac, B., & Gernez, P. (2017). Atmospheric corrections and multi-conditional algorithm for multi-sensor remote sensing of suspended particulate matter in low-to-high turbidity levels coastal waters. *Remote Sensing*, 9(1), 61.

<sup>6</sup> Gernez, P., Lafon, V., Lerouxel, A., Curti, C., Lubac, B., Cerisier, S. & Barillé, L., (2015). Toward Sentinel-2 High Resolution Remote Sensing of Suspended Particulate Matter in Very Turbid Waters: SPOT4 (Take5) Experiment in the Loire and Gironde Estuaries. *Remote Sensing*, 7(8), 9507-9528; doi:10.3390/rs70809507.

La première approche initialement proposée se base sur l'hypothèse d'une relation étroite entre épisode pluvieux et turbidité significative à l'embouchure du Marais de Marigot. La pluviométrie journalière enregistrée a donc été consultée sur la période 2019 – 2022 pour identifier les événements plus ou moins durables et intenses de pluie. Tous les épisodes référencés ont servi, initialement, de base pour présélectionner les images de haute résolution (Sentinel-2 et Landsat 8/9). Chaque date a été ensuite analysée pour identifier de potentielles formations turbides dans la zone d'intérêt. Cette première approche n'a pas été concluante (une seule date retenue), probablement trop sélective. L'absence de corrélation claire entre les épisodes recensés et la présence de panaches n'a pas permis de poursuivre sur une sélection efficace d'images satellite de très haute résolution (PlanetScope) (Tableau 1).

La sélection des images satellite a finalement été réalisée sur la base de l'ensemble de la base de données spatiales disponibles et exploitables pour repérer toute anomalie locale de turbidité à l'embouchure. Les dates des images satellite haute résolution correspondant à des événements remarquables, ont été reprises pour sélectionner le jeu de données très haute résolution et comparer les résultats.

#### Extraction des panaches et indications quantitatives

A partir des données de turbidité dérivées des images satellite, les panaches ont été délimités par photo-interprétation. Les statistiques descriptives ont été extraites dans l'emprise des panaches (moyenne, minimum, maximum, écart-type).

## 4 RESULTATS

Au total, un panache a été observé et analysé à l'embouchure du Marais de Marigot sur cinq images satellite Sentinel-2 :

- 11/11/2019,
- 16/11/2019,
- 21/11/2019,
- 01/12/2019,
- 25/01/2020.

Plusieurs éléments expliquent ce nombre limité :

- La revisite satellitaire étant de 5 jours, plusieurs épisodes pluvieux ne correspondent pas aux dates des acquisitions ;
- La résolution des images.

La résolution des images Landsat 8/9 n'est pas suffisamment grande pour observer les panaches visés. Aucun résultat provenant de cette source satellitaire ne figure dans cette étude. Un minimum de 10 m de résolution est préconisé, les images Sentinel-2 ayant permis de distinguer

les masses turbides en surface sur 5 dates recensées.

Des tests ont été effectués sur des images satellite très haute résolution PlanetScope sur trois dates exploitables (sans nuage sur la zone), dont deux similaires ou proches de celles recensées via Sentinel-2 :

- 22/11/2019,
- 01/12/2019,
- 18/01/2022.

Pour les autres dates, aux heures d'acquisition des images, soit aucun panache localisé n'a été observé, soit la nébulosité ne permettait pas l'observation.

Les panaches observés sont majoritairement concentrés sur le voisinage immédiat de l'embouchure (60 m autour).

La turbidité moyenne mesurée dans le panache observé le 01/12/2019 est significativement plus importante que le reste de l'échantillon (35 à 36 FNU-sat mesuré sur Sentinel-2 et PlanetScope le même jour, contre 5 à 17 FNU-sat en moyenne pour les autres dates) (Tableau 1). Il s'agit du plus fort ratio de turbidité estimé entre le panache et son milieu environnant (+88%). A cette date, le milieu proche-côtier de la Grand'Baie est largement affecté par une forte turbidité qui suggère une mise en suspension des particules par des conditions de mer agitée (Figure 4). Les crêtes de vagues sont d'ailleurs clairement visibles sur les images, avec des longueurs d'onde supérieures à 100 m jusqu'à la côte. Les précipitations enregistrées jusqu'à 5 jours avant les acquisitions ne montrent pas d'épisode de fortes pluies.

Le 11/11/2019, le long de la côte, plusieurs panaches sont visibles localement (voir vue satellite sur la Figure 5). La délimitation spatiale du panache directement connecté à l'embouchure du Marais de Marigot n'est d'ailleurs pas clairement distincte d'un panache voisin local (côté ouest). Ce dernier n'étant pas relié à un exutoire, il est probable que les différents panaches observables soient tous générés par une mise en suspension provoquée par l'état de mer. Néanmoins, la couleur du panache analysé (plus sombre que les autres panaches) suggère qu'au moins une fraction de la turbidité serait d'origine organique, donc susceptible de provenir du marais. Les cas de figure du 21/11/2019 et du 25/01/2020 semblent présenter la même dynamique de turbidité et des conditions de pluies comparables (Figure 6 et Figure 7).

Le panache observé le 16/11/2019 présente une turbidité faible (< 5 FNU-sat) (Figure 8). Le milieu environnant est également globalement peu turbide. Les précipitations enregistrées sur les 24h qui précèdent l'acquisition de l'image sont relativement soutenues (cumul de 100 mm). D'après ces informations et l'absence de panaches sur les côtes adjacentes, le panache détecté serait généré par une crue depuis le marais.

Le cas d'observation du 22/11/2019 est le plus pluvieux (sur 24, 48 et 72h) de l'échantillon analysé (Figure 9). Toutefois, il ne s'agit pas du plus fort contraste de turbidité observé entre le

panache et son environnement (hausse de 35% de la valeur moyenne).

Le cas de figure du 18/01/2020 présente un panache peu étalé (Figure 10). La pluviométrie reste très modérée sur les 3 jours qui précèdent l'observation (0 mm de pluie sur les 24h avant l'acquisition de l'image). Il est très probable que cette observation ne relève pas d'un rejet depuis le marais de Marigot, mais plutôt d'une mise en suspension par les vagues, par déferlement notamment sur la côte.

Tableau 1. Statistiques générales des cas de figures analysés.

Turbidité (FNU-sat)	Sentinel-2				PlanetScope				
	11/11/19	16/11/19	21/11/19	25/01/20	01/12/19	22/11/19	18/01/20		
Dans le panache	13,9	4,3	5,4	17,1	34,9	36,4	6,5	5,2	
Dans le milieu (100 m autour)	9,6	3,4	4,2	14,7	18,7	19,4	4,8	4,0	
Ecart Panache / Milieu	+44%	+26%	+29%	+17%	+86%	+88%	+35%	+30%	
Cumul des précipitations (mm)	24h	22	100	31	22	26	46	230	0
	48h	150	160	74	150	39	53	270	10
	72h	250	205	140	250	54	64	305	92



Cartographie de la turbidité à l'embouchure du Marais de Marigot  
01/12/2019  
Établissement portuaire de Saint-Martin



Editée le : 20 / 12 / 2022



Légende

Turbidité (FNU-sat)



Contour de panache turbide

Cette carte de turbidité a été réalisée à partir de la réflectance de surface marine (i-Sea) en exploitant deux méthodes de correction atmosphérique, ACOLITE (Vanhellemont et Ruddick 2021) pour les eaux complexes et C2RCC (Brockmann et al., 2016) pour les eaux claires.

Turbidité moyenne :

- Dans le panache: 36,4 FNU-sat
- Dans le milieu 100 m autour: 19,4 FNU-sat

Réalisation : i-Sea 2022

Sources :  
Image (traitement):  
- PlanetScope

Système de coordonnées :  
UTM Zone 20N

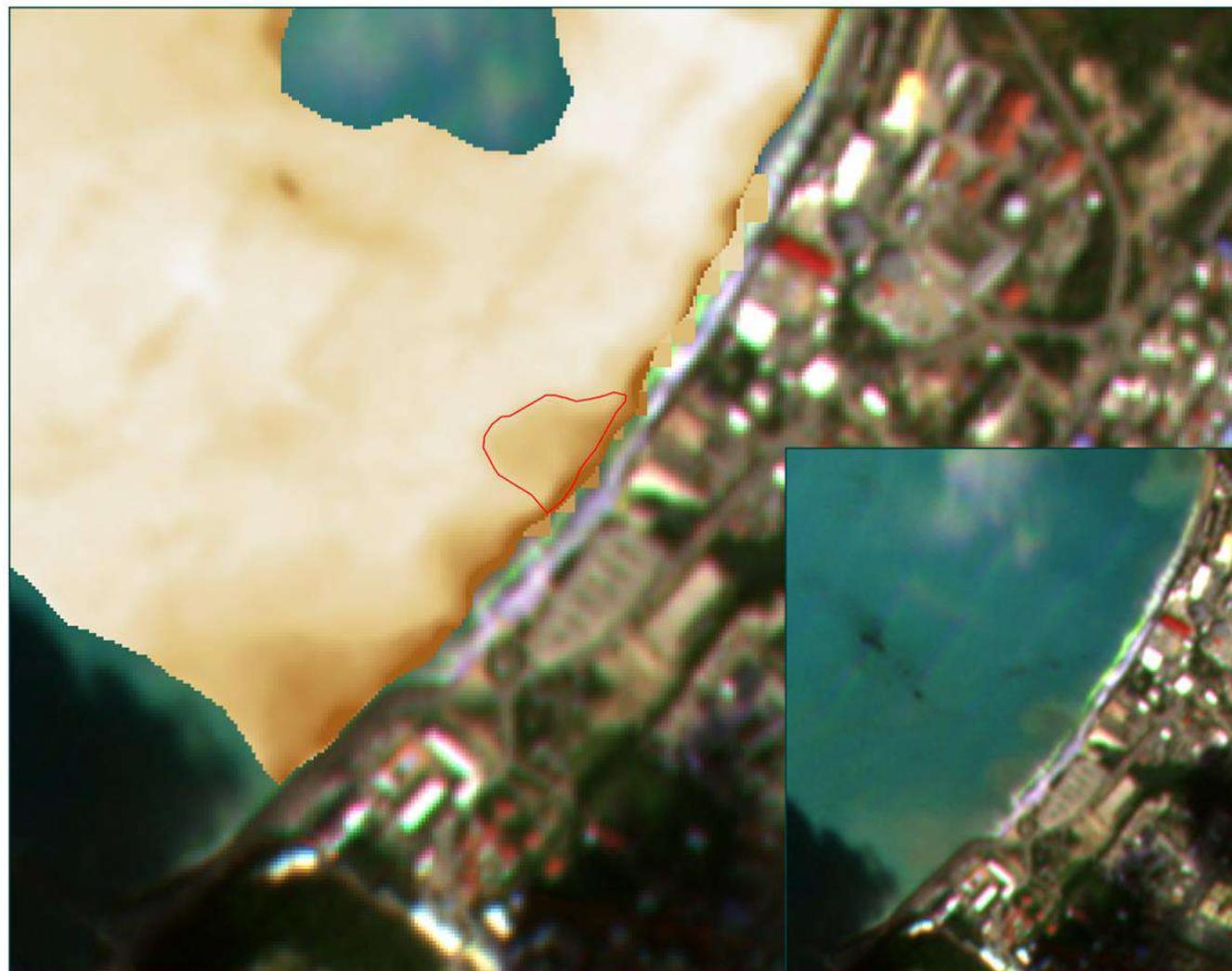
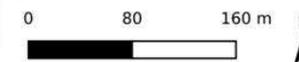


Figure 4. Turbidité à l'embouchure du Marais de Marigot le 01/12/2019 observée sur imagerie PlanetScope.



Cartographie de la turbidité à l'embouchure du Marais de Marigot  
11/11/2019  
Établissement portuaire de Saint-Martin



Editée le : 20 / 12 / 2022



Légende

Turbidité (FNU-sat)



Contour de panache turbide

Cette carte de turbidité a été réalisée à partir de la réflectance de surface marine (i-Sea) en exploitant deux méthodes de correction atmosphérique, ACOLITE (Vanhellemont et Ruddick 2021) pour les eaux complexes et C2RCC (Brockmann et al., 2016) pour les eaux claires.

Turbidité moyenne :

- Dans le panache: 13,9 FNU-sat
- Dans le milieu 100 m autour: 9,6 FNU-sat

Réalisation : i-Sea 2022

Sources :  
Image (traitement):  
- Sentinel-2

Système de coordonnées :  
UTM Zone 20N

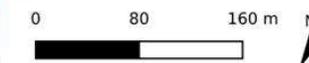


Figure 5. Turbidité à l'embouchure du Marais de Marigot le 11/11/2019 observée sur imagerie Sentinel-2.



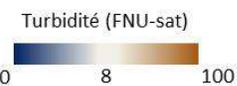
Cartographie de la turbidité à l'embouchure du Marais de Marigot  
21/11/2019  
Établissement portuaire de Saint-Martin



Editée le : 20 / 12 / 2022



Légende



Contour de panache turbide

Cette carte de turbidité a été réalisée à partir de la réflectance de surface marine (i-Sea) en exploitant deux méthodes de correction atmosphérique, ACOLITE (Vanhellemont et Ruddick 2021) pour les eaux complexes et C2RCC (Brockmann et al., 2016) pour les eaux claires.

Turbidité moyenne :

- Dans le panache: 5,4 FNU-sat
- Dans le milieu 100 m autour: 4,2 FNU-sat

Réalisation : i-Sea 2022

Sources :  
Image (traitement):  
- Sentinel-2

Système de coordonnées :  
UTM Zone 20N

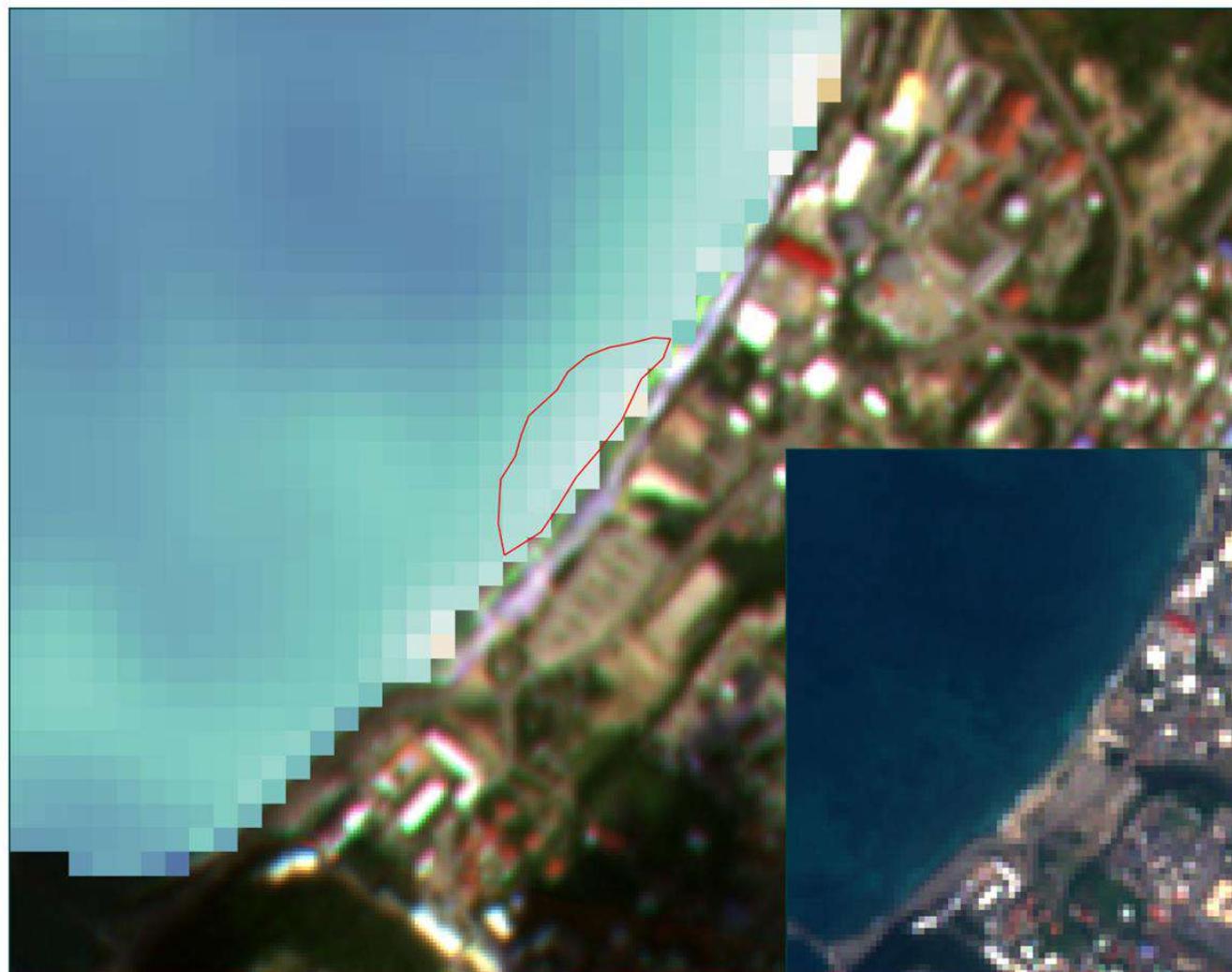
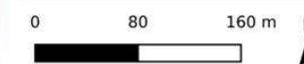


Figure 6. Turbidité à l'embouchure du Marais de Marigot le 21/11/2019 observée sur imagerie Sentinel-2.



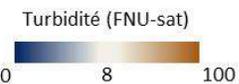
Cartographie de la turbidité à l'embouchure du Marais de Marigot  
25/01/2020  
Établissement portuaire de Saint-Martin



Editée le : 20 / 12 / 2022



Légende



Contour de panache turbide

Cette carte de turbidité a été réalisée à partir de la réflectance de surface marine (i-Sea) en exploitant deux méthodes de correction atmosphérique, ACOLITE (Vanhellemont et Ruddick 2021) pour les eaux complexes et C2RCC (Brockmann et al., 2016) pour les eaux claires.

Turbidité moyenne :

- Dans le panache: 17,1 FNU-sat
- Dans le milieu 100 m autour: 14,7 FNU-sat

Réalisation : i-Sea 2022

Sources :

Image (traitement):

- Sentinel-2

Système de coordonnées :

UTM Zone 20N

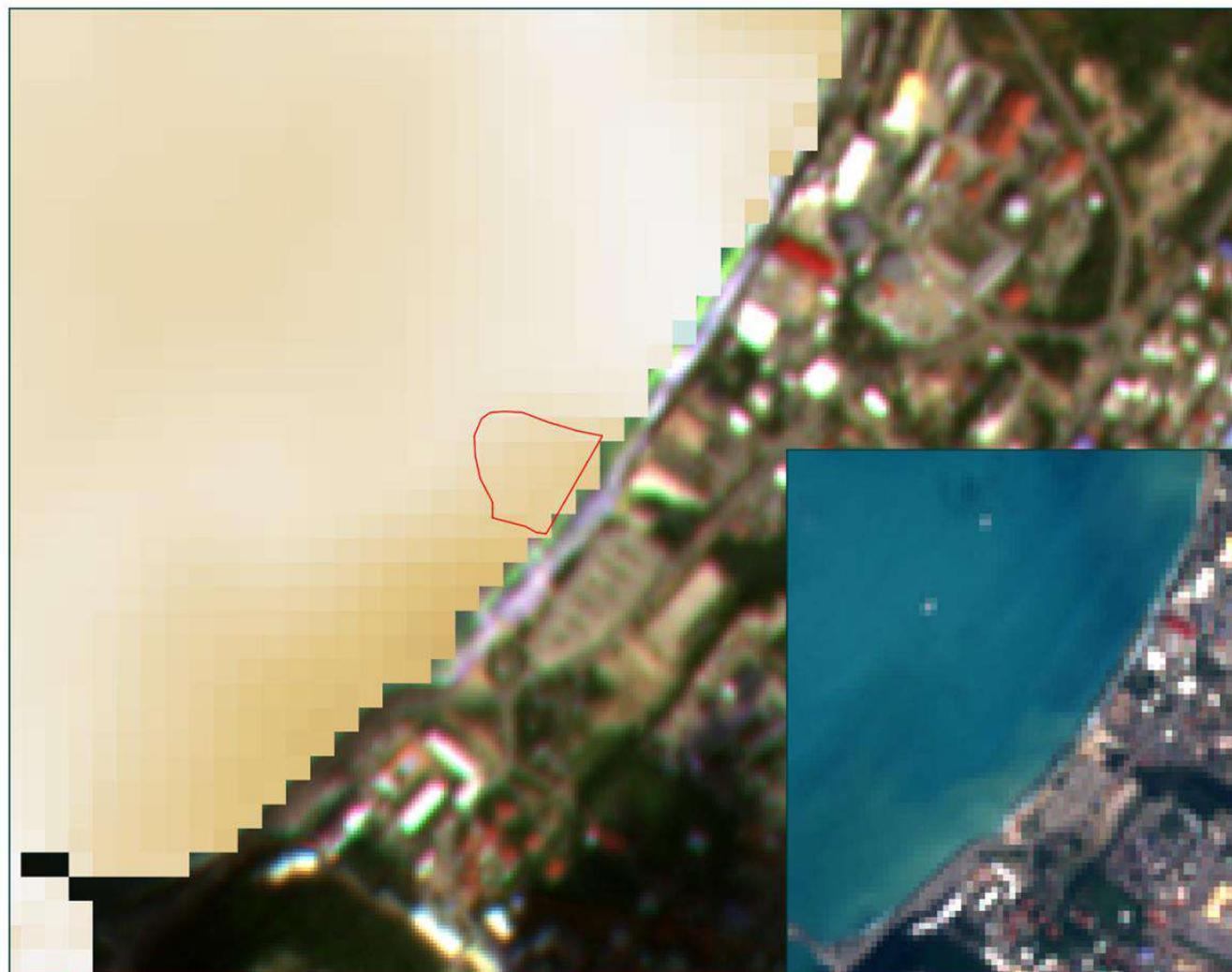
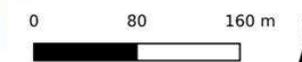


Figure 7. Turbidité à l'embouchure du Marais de Marigot le 25/01/2020 observée sur imagerie Sentinel-2.



Cartographie de la turbidité à l'embouchure du Marais de Marigot  
16/11/2019  
Établissement portuaire de Saint-Martin

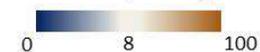


Editée le : 20 / 12 / 2022



Légende

Turbidité (FNU-sat)



Contour de panache turbide

Cette carte de turbidité a été réalisée à partir de la réflectance de surface marine (i-Sea) en exploitant deux méthodes de correction atmosphérique, ACOLITE (Vanhellemont et Ruddick 2021) pour les eaux complexes et C2RCC (Brockmann et al., 2016) pour les eaux claires.

Turbidité moyenne :  
- Dans le panache: 4,3 FNU-sat  
- Dans le milieu 100 m autour: 3,4 FNU-sat

Réalisation : i-Sea 2022

Sources :  
Image (traitement):  
- Sentinel-2

Système de coordonnées :  
UTM Zone 20N

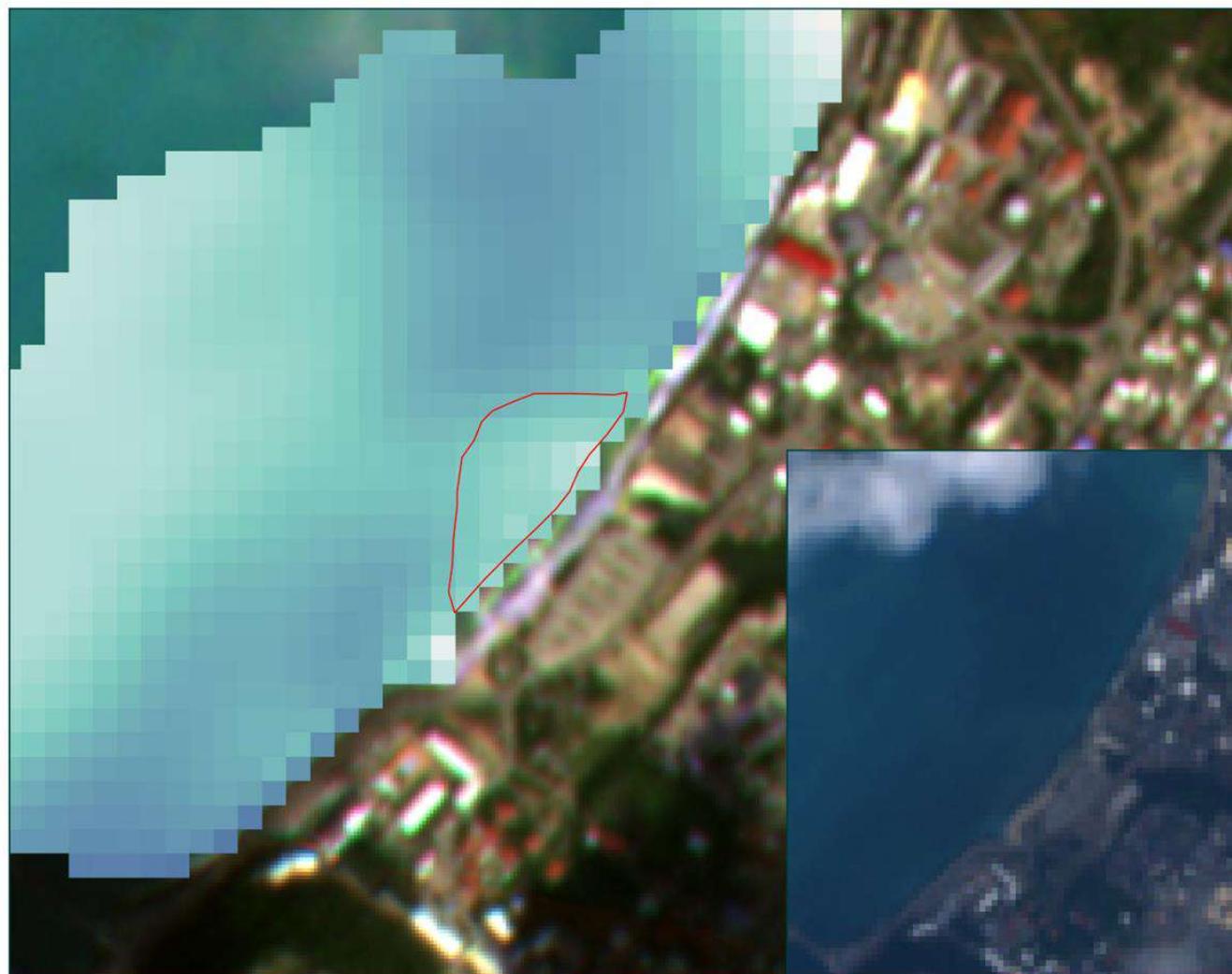
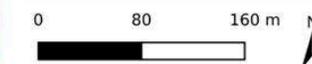


Figure 8. Turbidité à l'embouchure du Marais de Marigot le 16/11/2019 observée sur imagerie Sentinel-2.



Légende

Turbidité (FNU-sat)



 Contour de panache turbide

Cette carte de turbidité a été réalisée à partir de la réflectance de surface marine (i-Sea) en exploitant deux méthodes de correction atmosphérique, ACOLITE (Vanhellemont et Ruddick 2021) pour les eaux complexes et C2RCC (Brockmann et al., 2016) pour les eaux claires.

Turbidité moyenne :  
- Dans le panache: 6,5 FNU-sat  
- Dans le milieu 100 m autour: 4,8 FNU-sat

Réalisation : i-Sea 2022

Sources :  
Image (traitement):  
- PlanetScope

Système de coordonnées :  
UTM Zone 20N

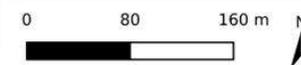


Figure 9. Turbidité à l'embouchure du Marais de Marigot le 22/11/2019 observée sur imagerie PlanetScope.



Cartographie de la turbidité à l'embouchure du Marais de Marigot  
18/01/2020  
Établissement portuaire de Saint-Martin

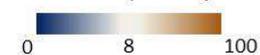


Editée le : 21 / 12 / 2022



Légende

Turbidité (FNU-sat)



Contour de panache turbide

Cette carte de turbidité a été réalisée à partir de la réflectance de surface marine (i-Sea) en exploitant deux méthodes de correction atmosphérique, ACOLITE (Vanhellemont et Ruddick 2021) pour les eaux complexes et C2RCC (Brockmann et al., 2016) pour les eaux claires.

Turbidité moyenne :

- Dans le panache: 5,2 FNU-sat
- Dans le milieu 100 m autour: 4,0 FNU-sat

Réalisation : i-Sea 2022

Sources :  
Image (traitement):  
- PlanetScope

Système de coordonnées :  
UTM Zone 20N

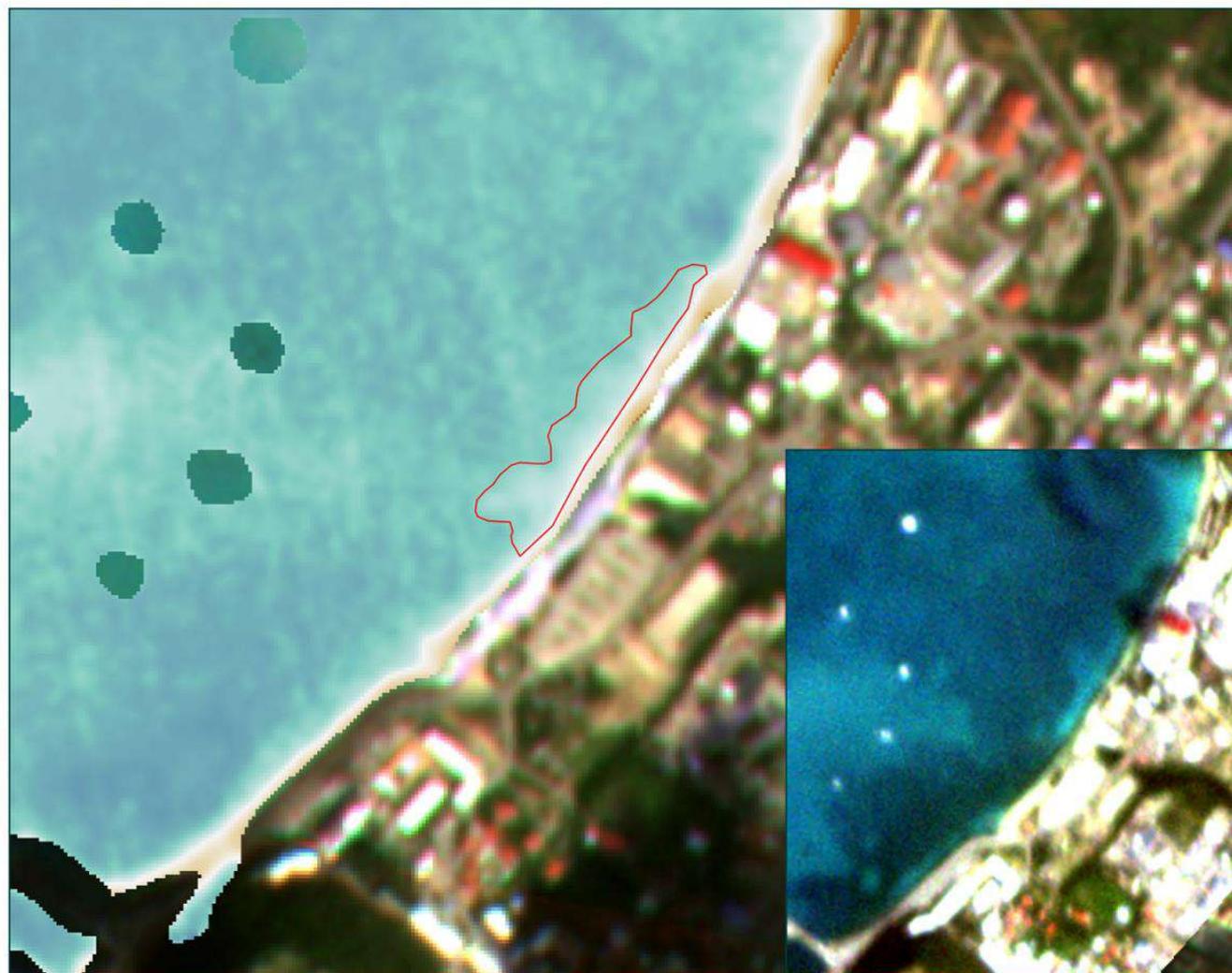
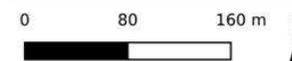


Figure 10. Turbidité à l'embouchure du Marais de Marigot le 18/01/2020 observée sur imagerie PlanetScope.

## 5 CONCLUSIONS

En conclusion, les images satellite de haute résolution Sentinel-2 (10 m de résolution) permettent de repérer des épisodes turbides locaux, sur la base d'une revisite de 5 jours. Les détails observables sur les images de très haute résolution PlanetScope permettent de différencier plus facilement les cas de turbidité générée par l'état de mer de celui de crues (couleur des particules en suspension suggérant une fraction organique, absence de trains de vagues). Les images PlanetScope permettent également une délimitation plus précise du panache lorsqu'il est proche ou connecté à un panache local voisin.

L'étude n'a pas montré de relation claire entre pluviométrie et turbidité locale dans la zone d'intérêt. Il est probable que le temps de persistance de la turbidité issue de crues soit réduit et régulièrement incompatible avec des observations spatiales, une fois la couverture nuageuse passée. La présente démonstration confirme la possibilité d'observer des panaches turbides locaux qui restent néanmoins très épisodiques.

– Fin du document –