



# Détection et suivi de radeaux de Sargasses à partir d'images MODIS, Sentinel-3 et GOES

Audrey Minghelli (LIS), Jacques Descloitres (ICARE/LOG),

Léo Berline (MIO) Cristèle Chevalier(IRD),

Malik Chami (Sorbonne Université)

Léa Schamberger (LIS) et Wiltold Podlejski (MIO)

Journée thématique sur les Sargasses

19 juin 2023

# Plan

- Contexte et objectif
- Détection des Sargasses à partir d'images MODIS
- Détection de Sargasses immergées à partir d'images OLCI
- Suivi de radeaux avec le capteur ABI du satellite géostationnaire GOES-E
- Conclusion et perspectives

# Introduction

- Les Sargasses sont des algues pélagiques qui s'agrègent dans l'océan Atlantique Nord ( $0^{\circ}$  -  $35^{\circ}$ N)
- Les échouements ont fortement augmenté depuis 2011 dans les Caraïbes
- Problèmes pour la santé des habitants, le tourisme et la navigation
- La télédétection permet de détecter et suivre les radeaux Sargasses
- Détecter et suivre les radeaux de Sargasses par télédétection



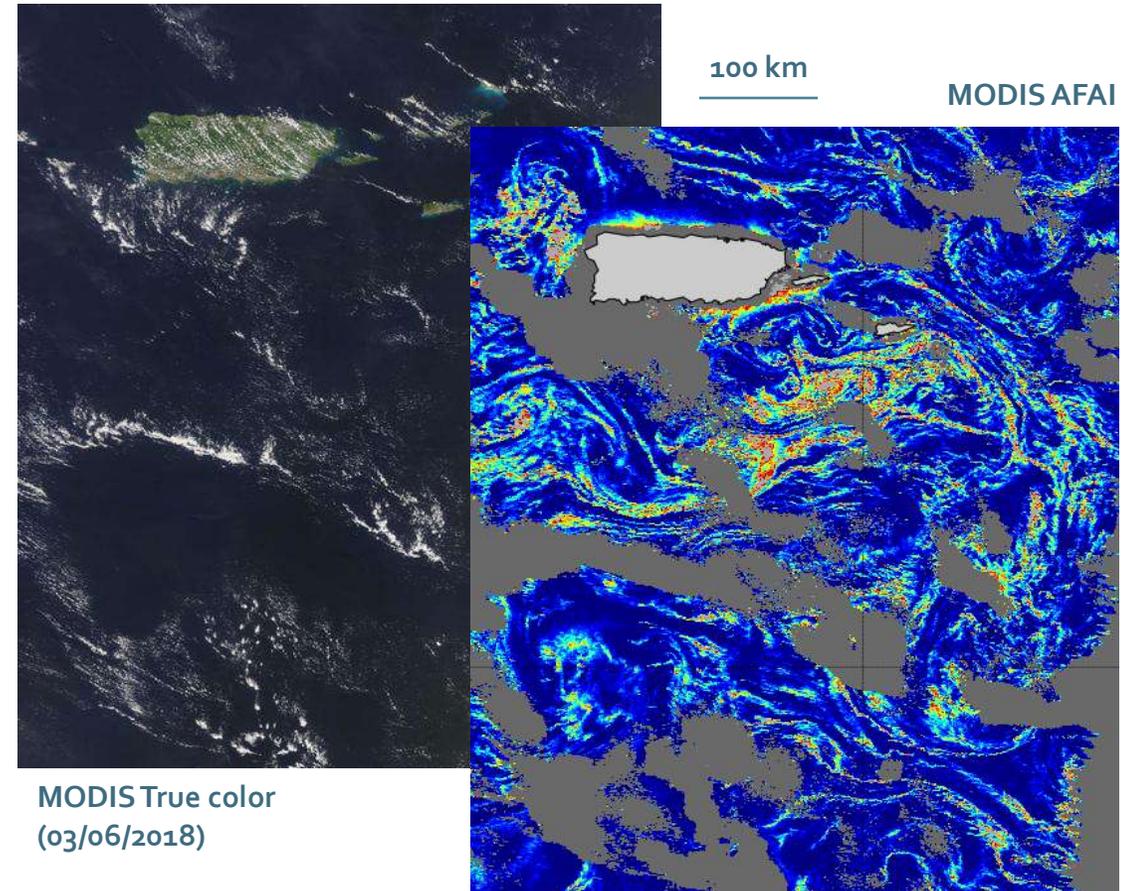
# Détection des radeaux et estimation des fractions de couvertures à partir d'images MODIS (1/2)

- Détection basée sur l'indice algal AFAI (Alternative Floating Algae Index) proposé par Wang and Hu (2016)

$$AFAI = \rho(\lambda_2) - \left[ \rho(\lambda_1) + (\rho(\lambda_3) - \rho(\lambda_1)) * \frac{\lambda_2 - \lambda_1}{\lambda_3 - \lambda_1} \right]$$

$$\lambda_1 = 667 \text{ nm}, \lambda_2 = 748 \text{ nm}, \lambda_3 = 869 \text{ nm}$$

- Exploitation des observations multispectrales de MODIS pour révéler la présence de Sargasses
- Détermination de la fraction couverte à partir de la valeur de AFAI
- Couverture géographique quasi-globale avec 2 observations redondantes par jour (Terra + Aqua)

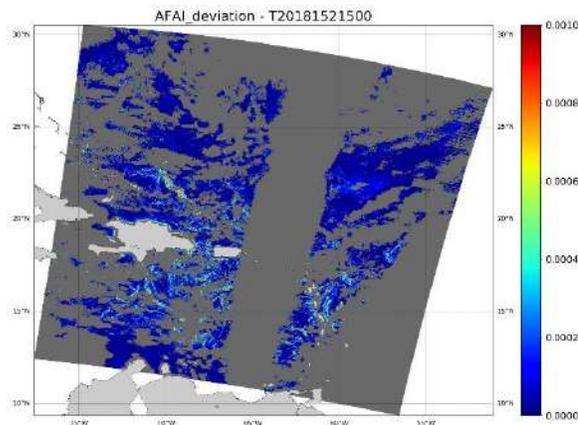


MODIS True color  
(03/06/2018)

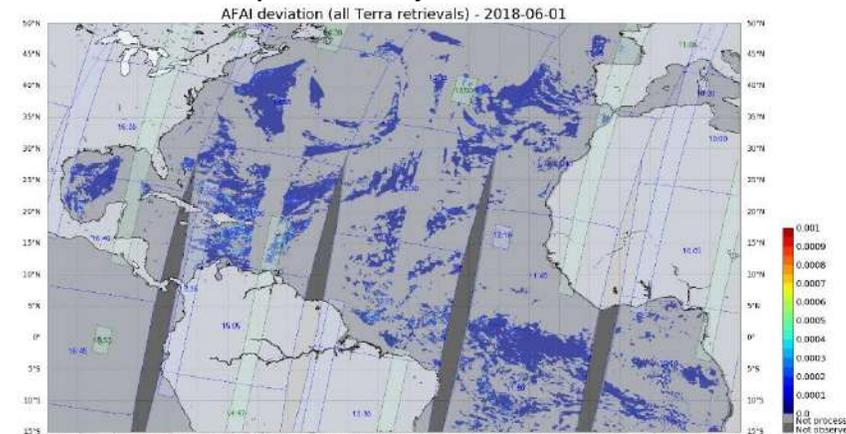
# Détection des radeaux et estimation des fractions de couvertures à partir d'images MODIS (2/2)

- Développement d'une chaîne de traitement (SAREDA) en production à AERIS/ICARE
- Traitement systématique des observations L1 Terra/MODIS et Aqua/MODIS sur la zone Atlantique (100W – 15E, 15S – 50N)
- Production des produits L2 à J+2 (résolution 1 km, géométrie native, découpage en granules de 5 min)
- Production des produits L3 à J+3 (grille géographique, résolutions 5km et 1km)
- Production de composites glissantes 10 jours
- Archive MODIS C6.1 retraitée depuis 2002 et disponible à AERIS/ICARE
- Développement d'une chaîne de post-filtrage pour améliorer la qualité des composites L3 en éliminant les fausses détections résiduelles (bientôt disponible à AERIS/ICARE)

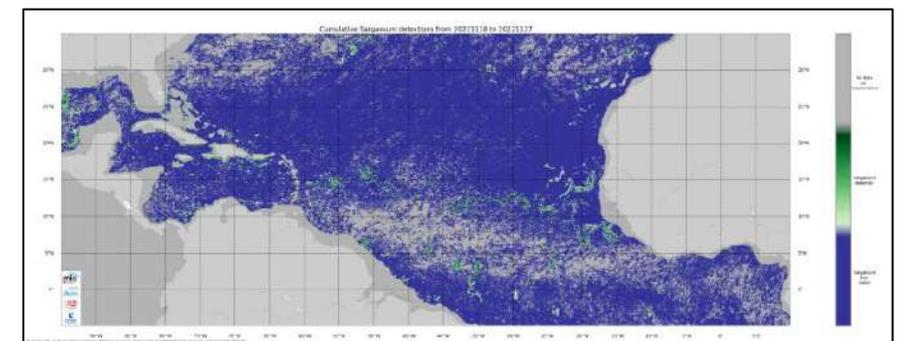
Granule L2



Composite L3 journalière



Composite 10 jours



# Détection de Sargasses immergées à partir d'images OLCI (thèse de Léa Schamberger)



Eau sans Sargasses



Sargasses en surface



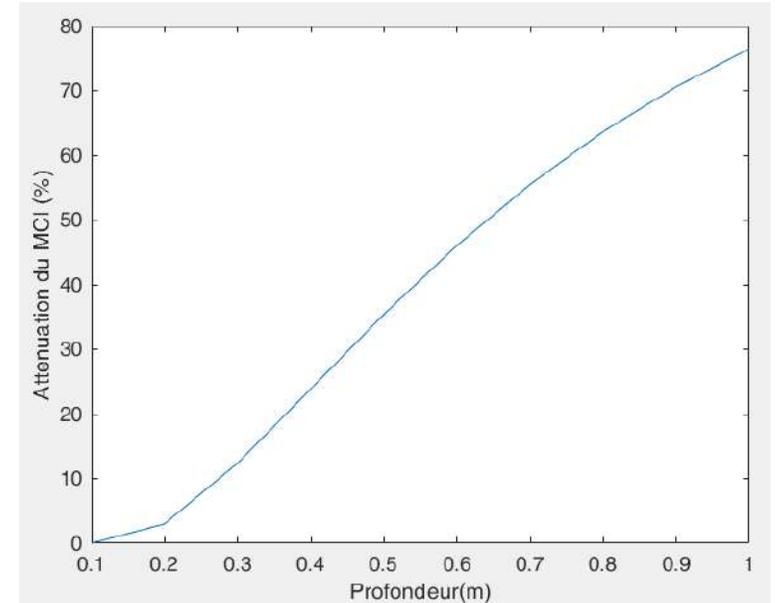
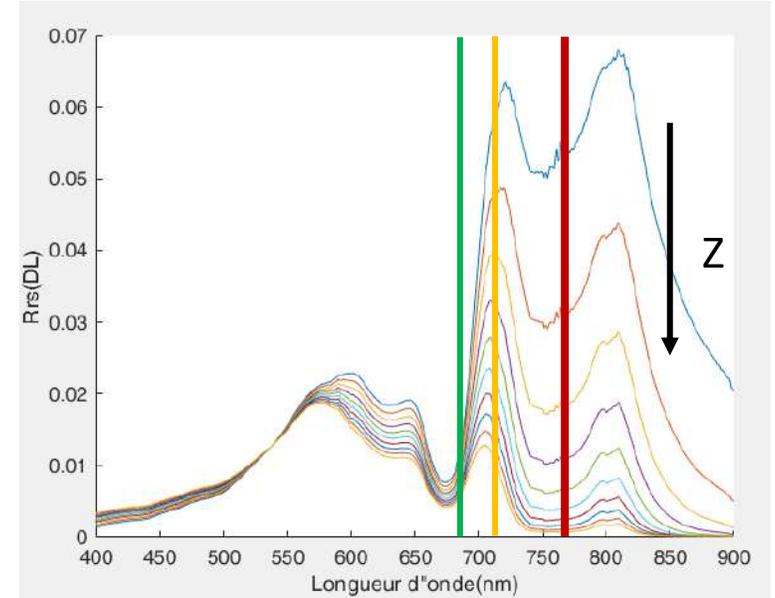
Sargasses sous la surface



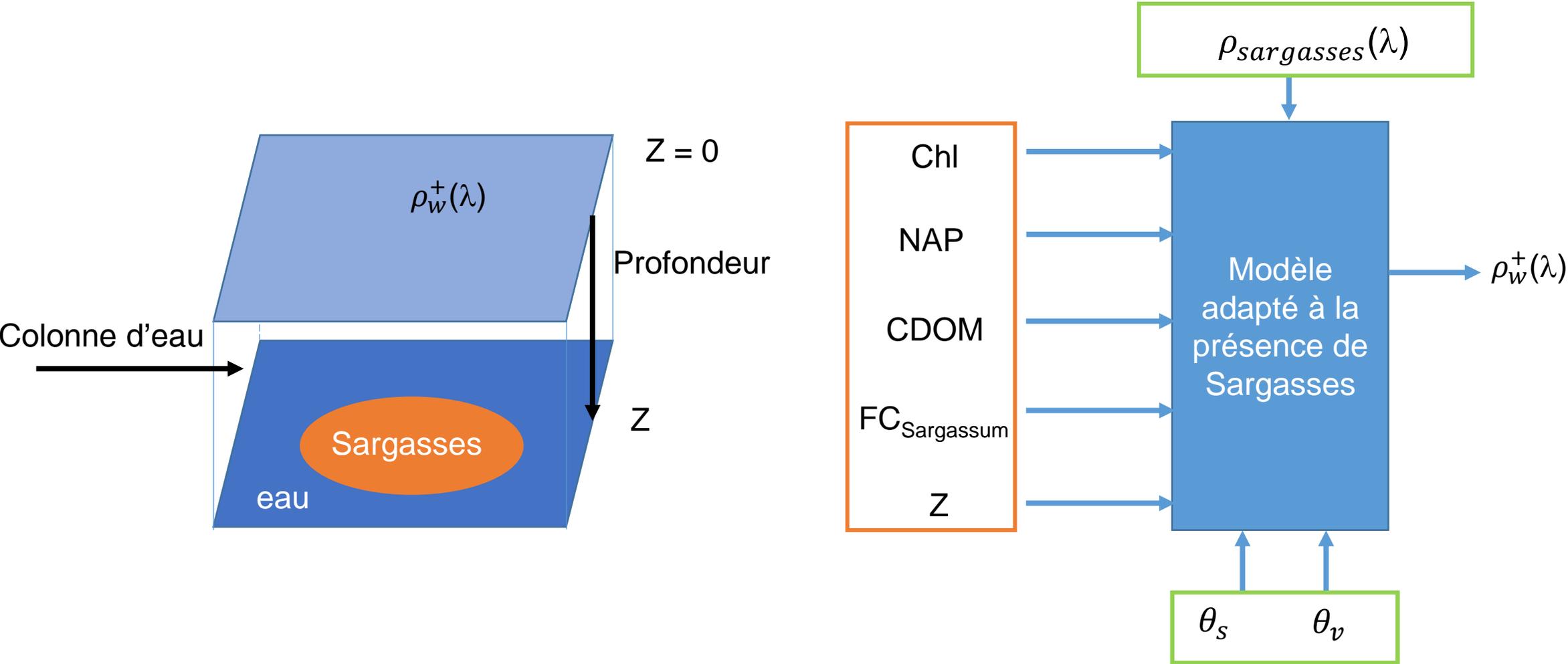
Sargasses immergées (courant, vent)

- Les indices algaux ne détectent que les Sargasses en surface (R/PIR) et donc sous estiment les fractions de couvertures
- Exploiter les longueurs d'onde les plus courtes pour détecter des radeaux plus profonds (absorption plus faible de l'eau)

$$\lambda_1 = 681, \lambda_2 = 709, \lambda_3 = 754$$



# Adaptation du modèle de Lee pour simuler la réflectance de surface en présence de Sargasses



Méthode d'inversion par minimisation d'un fonction de coût (longue)

# Méthode d'inversion par réseau de neurones

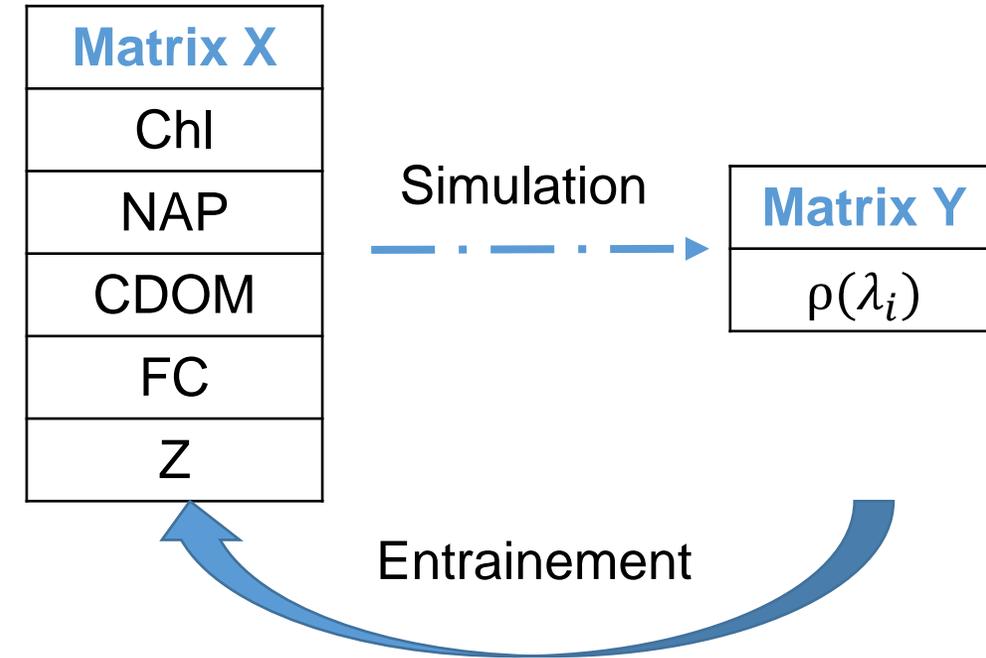
## Méthode d'entraînement

- Paramètres d'entrée du modèle: Chl, NAP, CDOM, FC et Z
- Simulation des reflectances de surface correspondantes

## Evaluation des performances

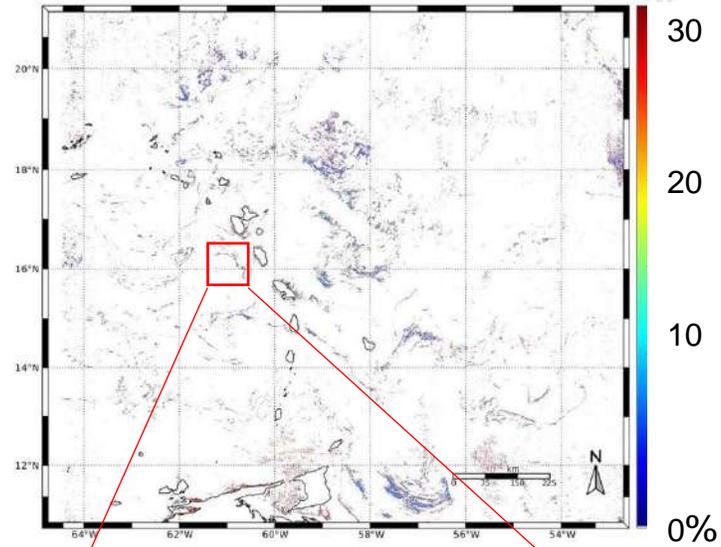
- $$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum (C_{estimé} - C_{ref})^2}$$

Parameters	RMSE	RMSE Relatif
Z	0.54 m	14 %
FC	3.1 %	6 %

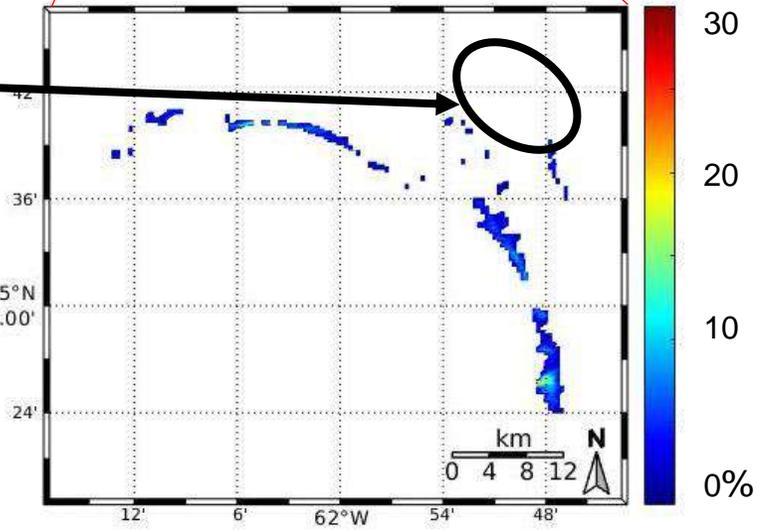
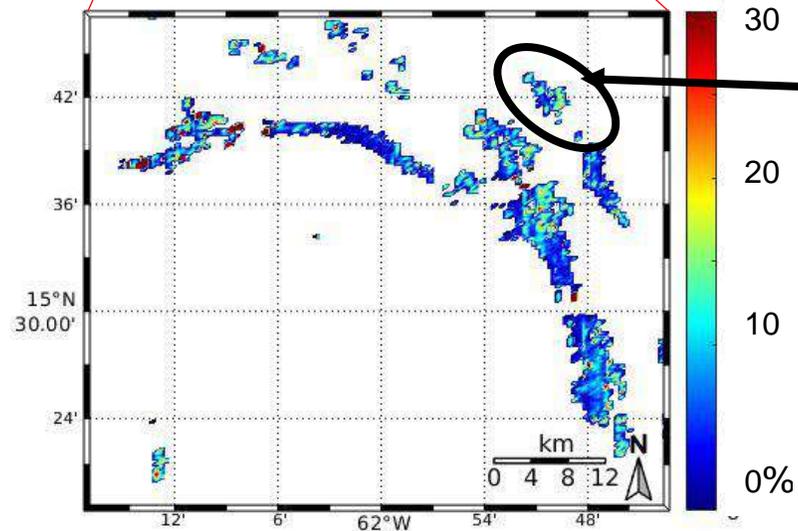
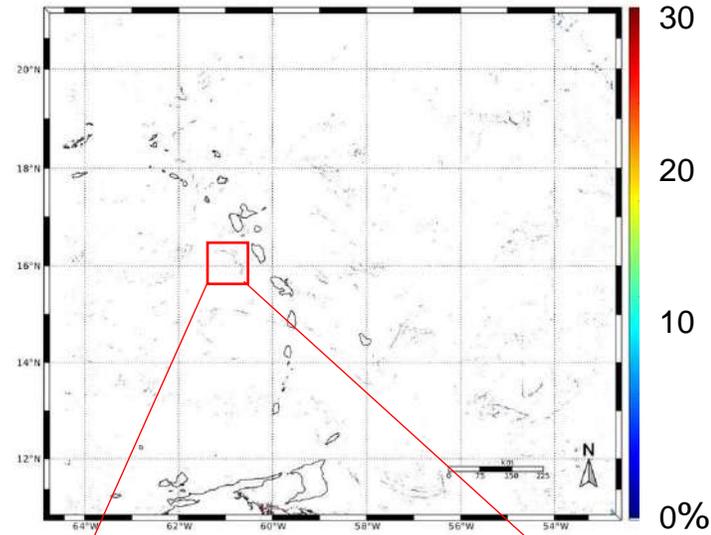


# Résultats

Fraction de Couverture – NN



Fraction de Couverture -  $\delta MCI$



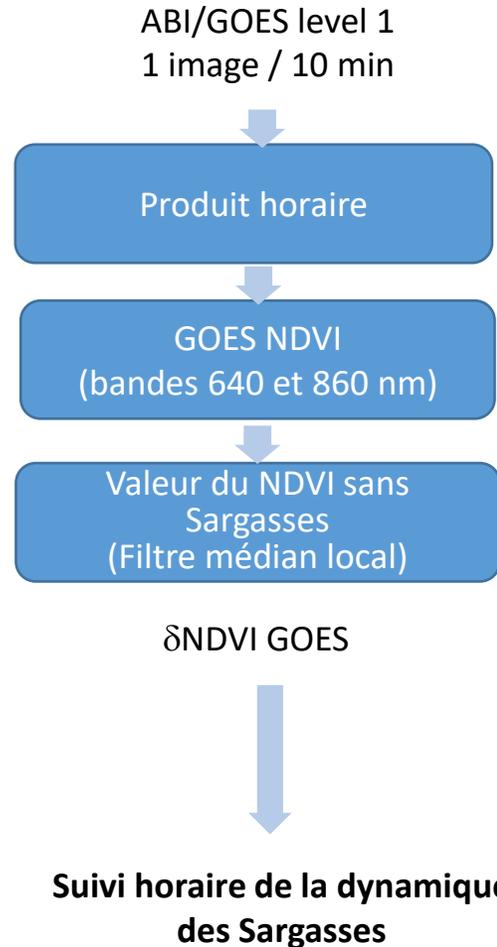
Conclusion :

- détection de 40% de Sargasses en plus par rapport au MCI
- Meilleure estimation des biomasses

# Suivi des radeaux par données géostationnaires GOES

- Objectifs :
  - Acquisition toutes les 10 min
  - Suivre les radeaux de Sargasses au cours de la journée
  - En complétant les informations (nuages)
  - Estimer les vitesses et directions des radeaux pour améliorer les prévisions

# Méthodologie



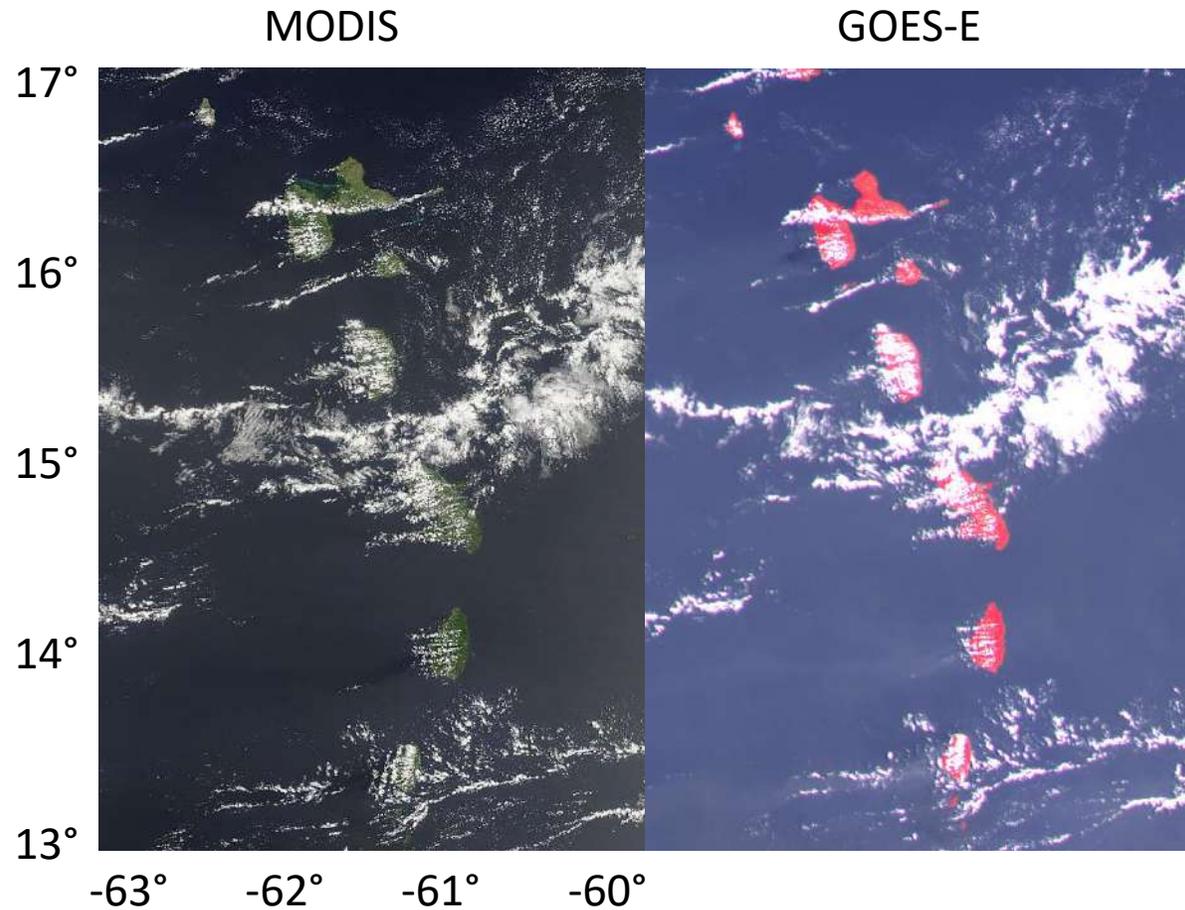
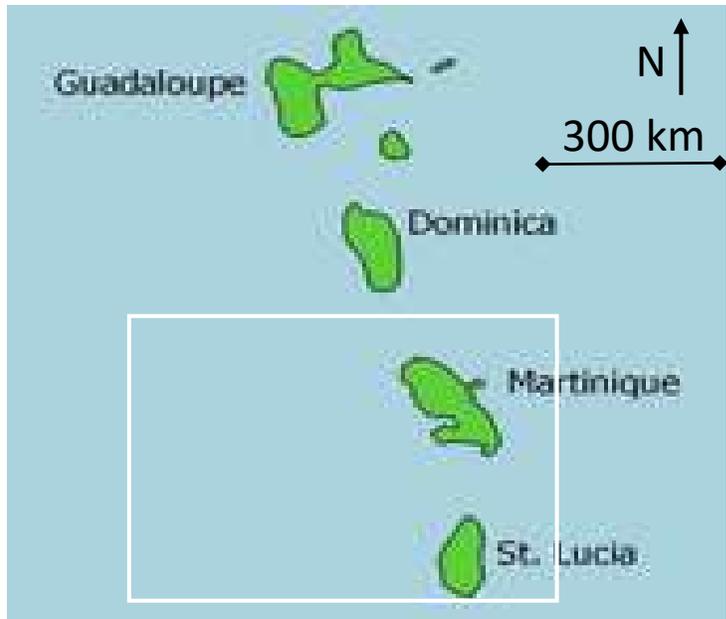
Normalized Difference  
Vegetation Index :

$$NDVI = \frac{R(\lambda_2) - R(\lambda_1)}{R(\lambda_2) + R(\lambda_1)} \quad \begin{array}{l} \lambda_1 = 640 \text{ nm} \\ \lambda_2 = 860 \text{ nm} \end{array}$$

$$\delta NDVI = NDVI - NDVI_{Bg}$$

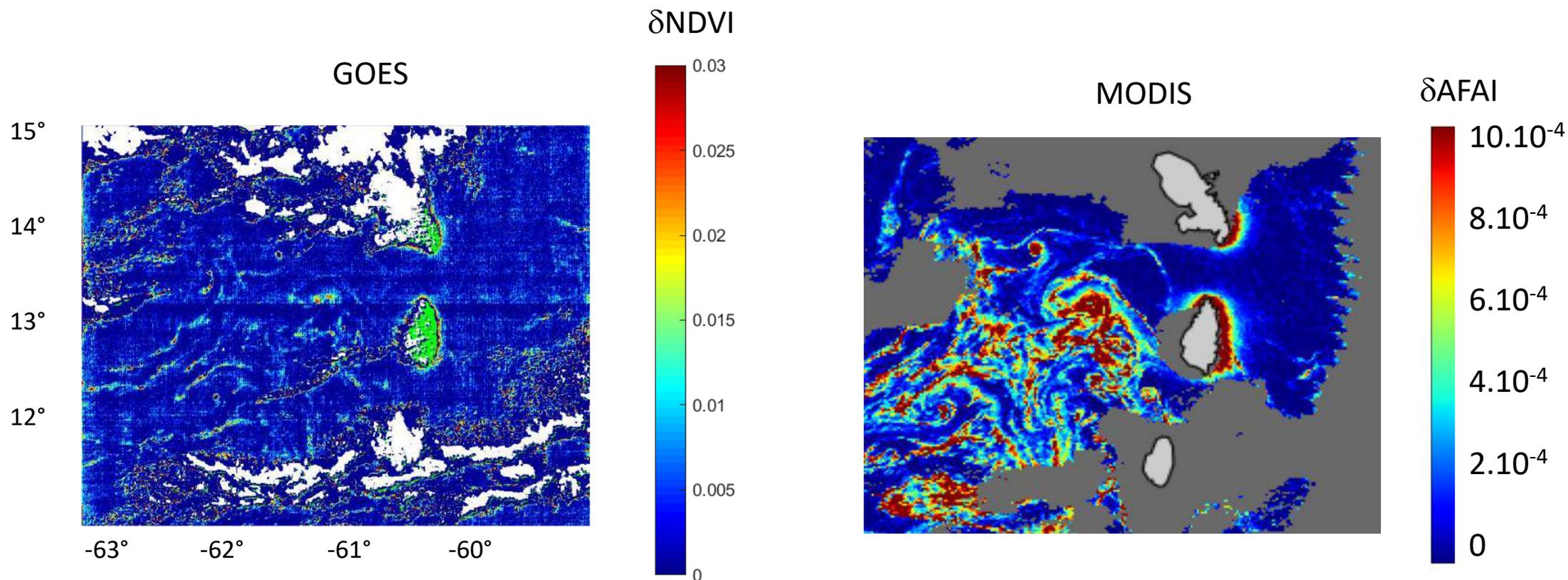
# Suivi des radeaux par données géostationnaires GOES

Zone d'étude et données



8 Août 2018, 10:30 heure locale

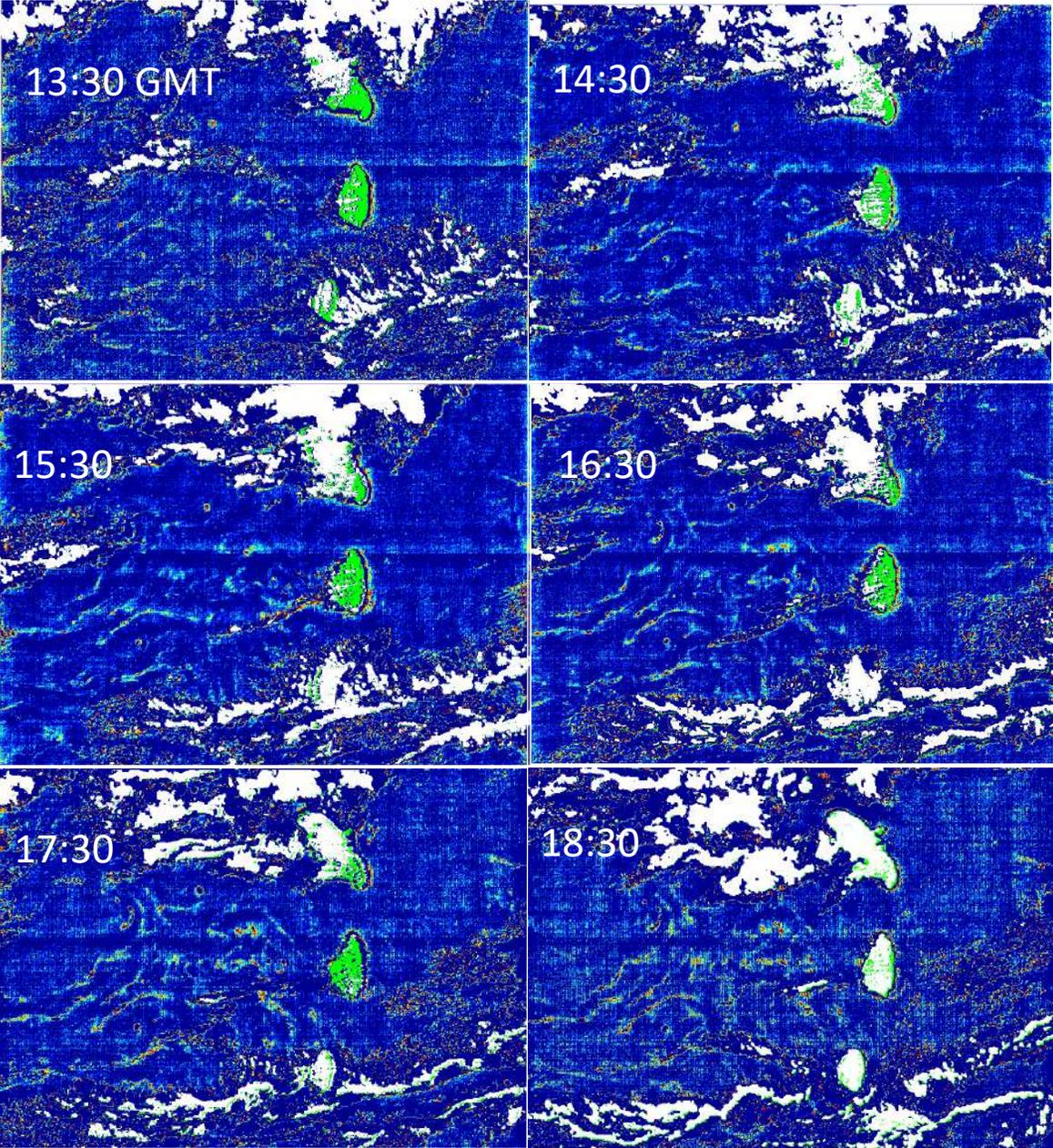
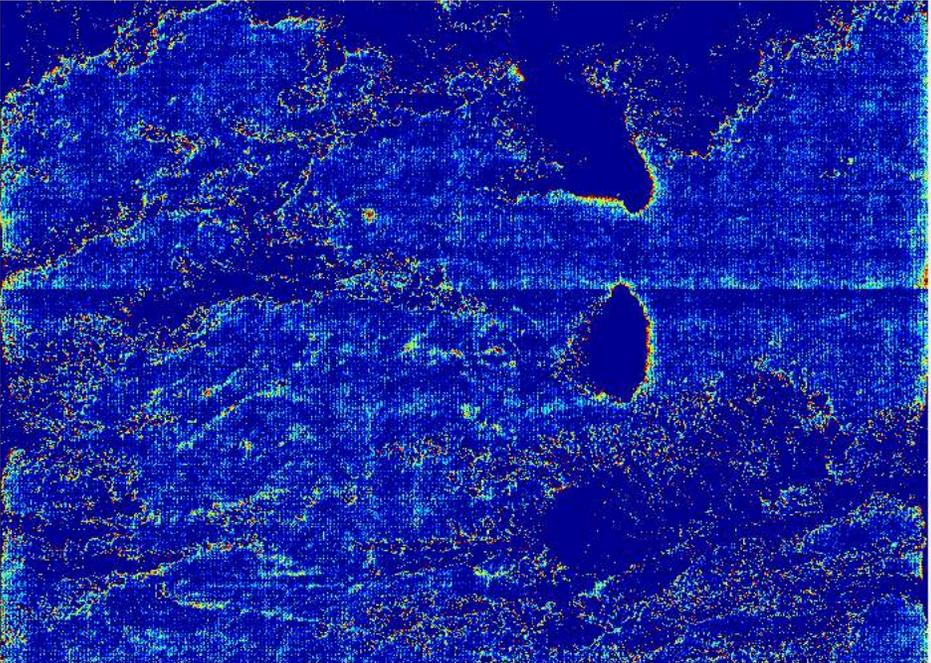
# Comparaison GOES/ $\delta$ NDVI avec MODIS/ $\delta$ AFAI



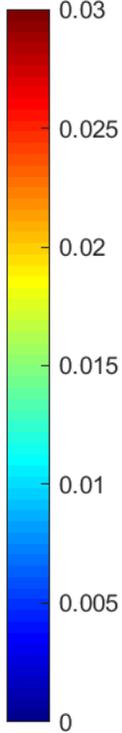
8 Août 2018, 10:30 heure locale

# Produit horaire $\delta$ NDVI/GOES

13

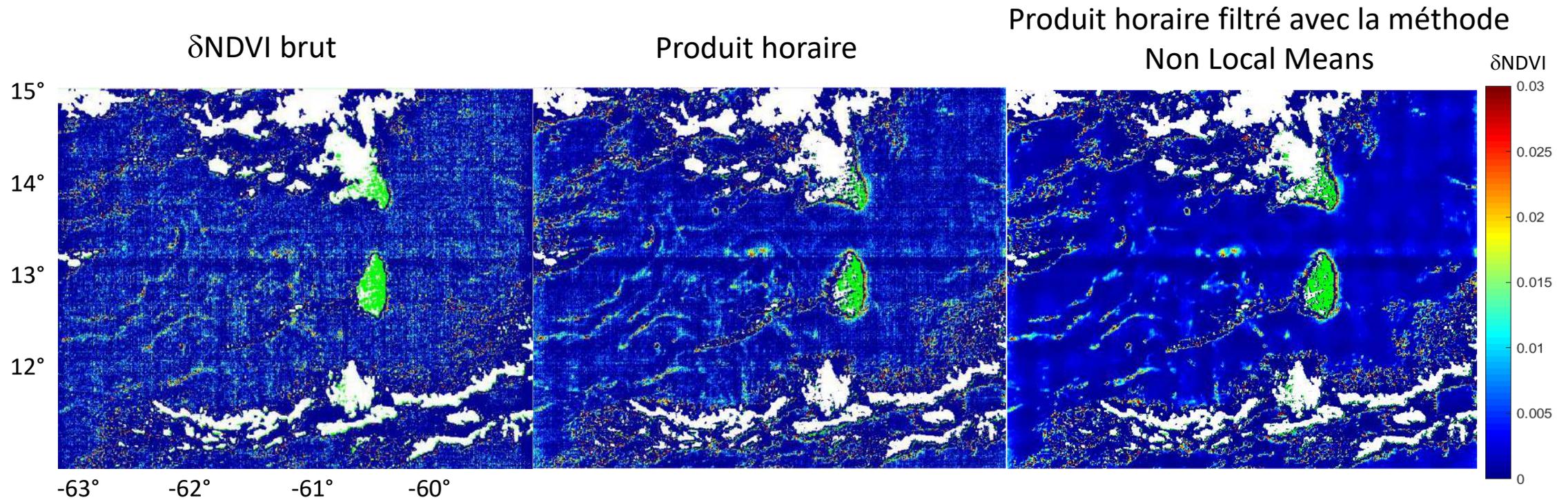


$\delta$ NDVI



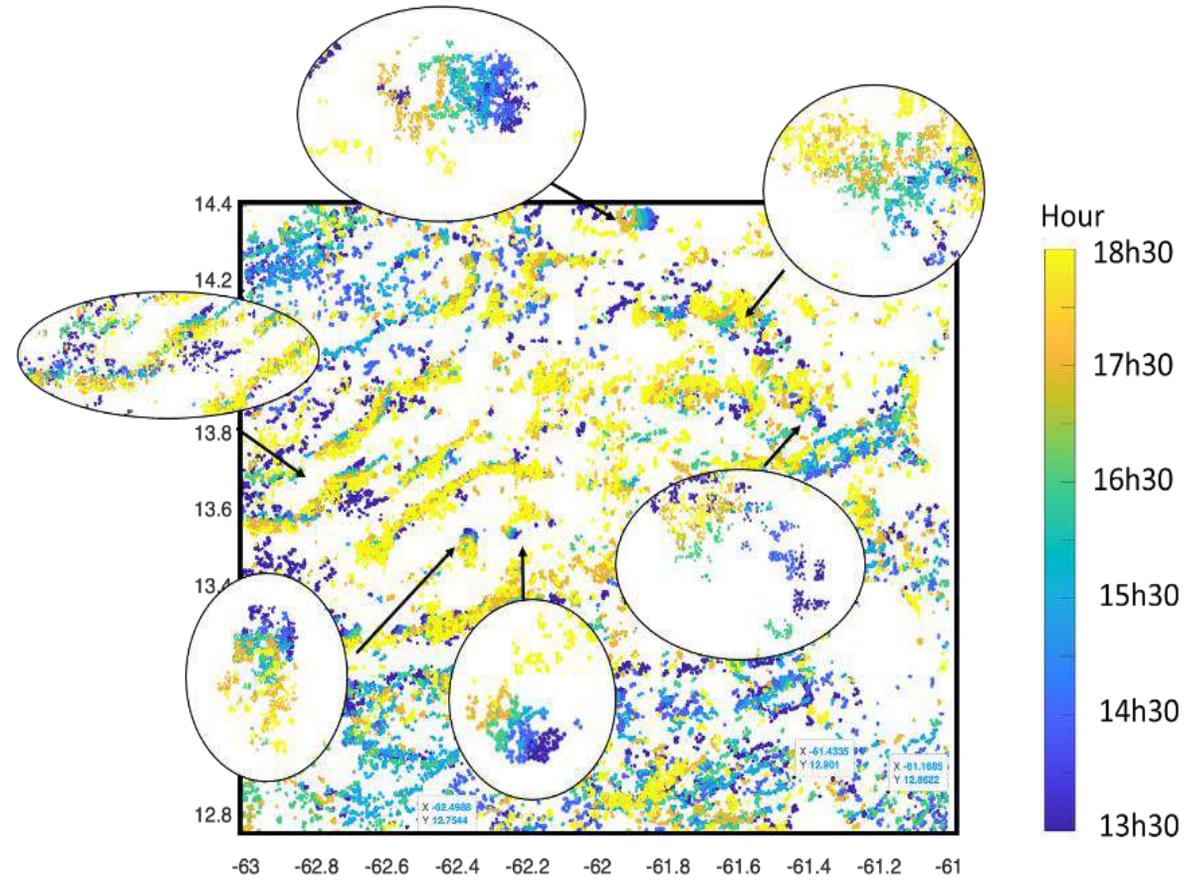
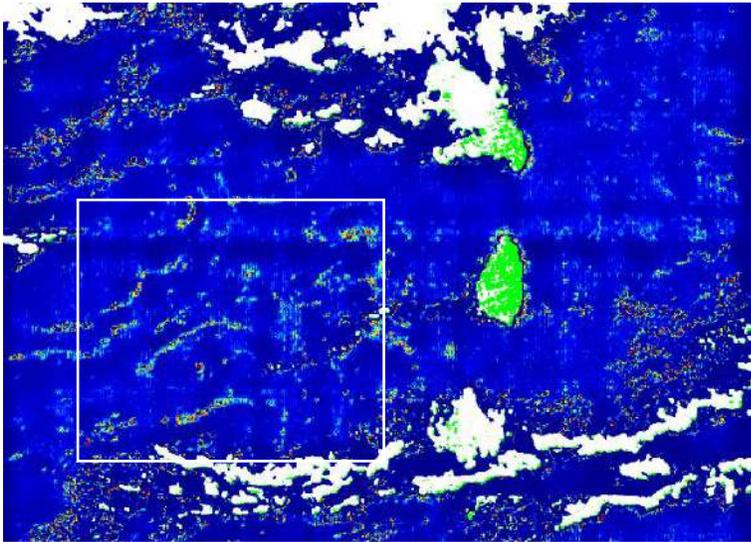
8 Août 2018

# GOES/ $\delta$ NDVI Filtrage du bruit

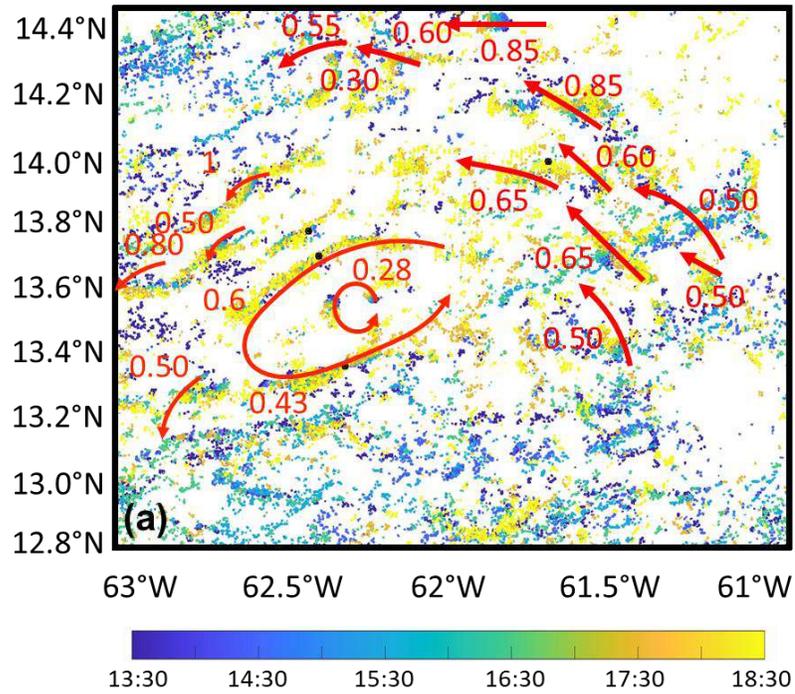


8 Aout 2018, 14:30 heure locale

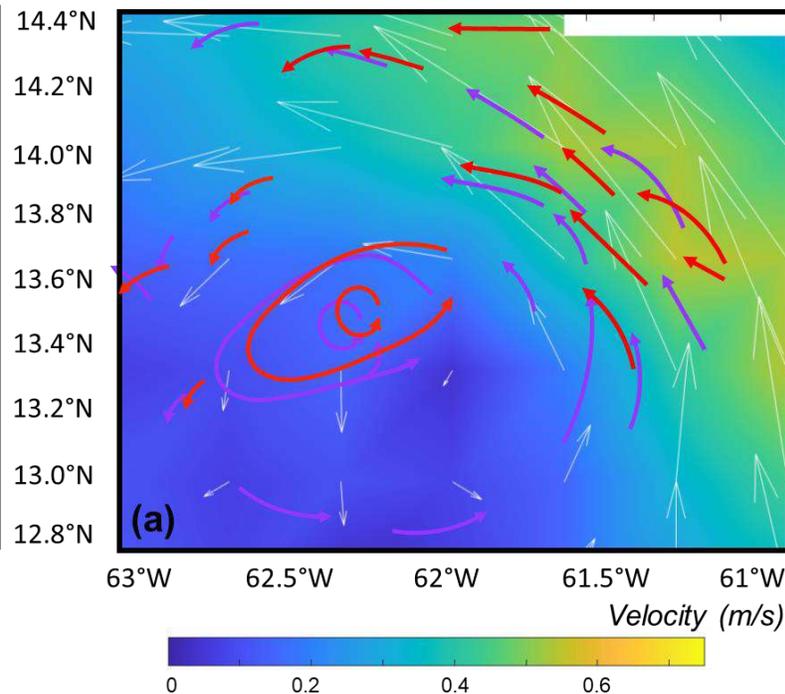
# Dynamique des radeaux



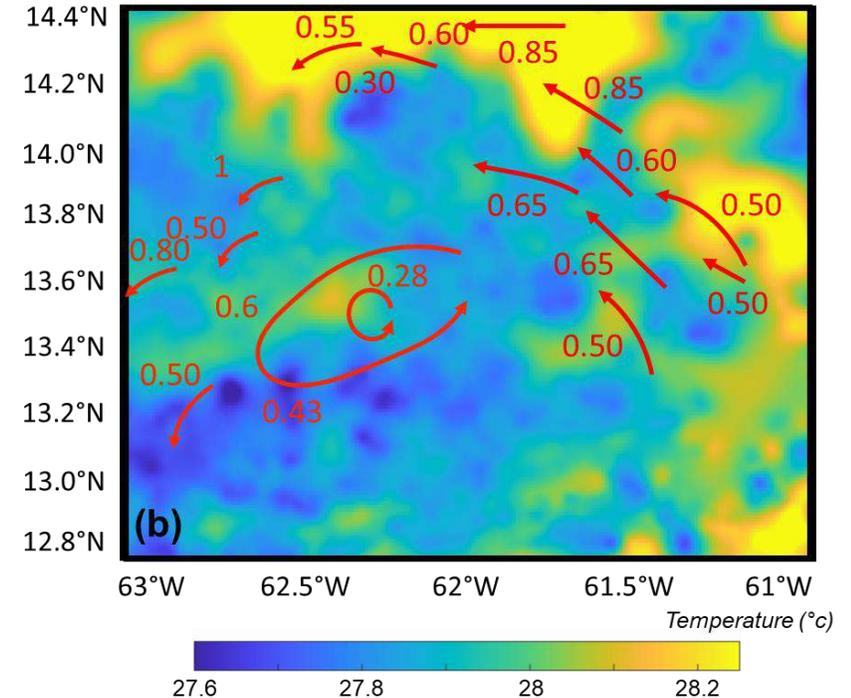
# Validation de la dynamique des radeaux



Dynamique des radeaux (vitesse et direction) obtenue avec les produits horaires GOES



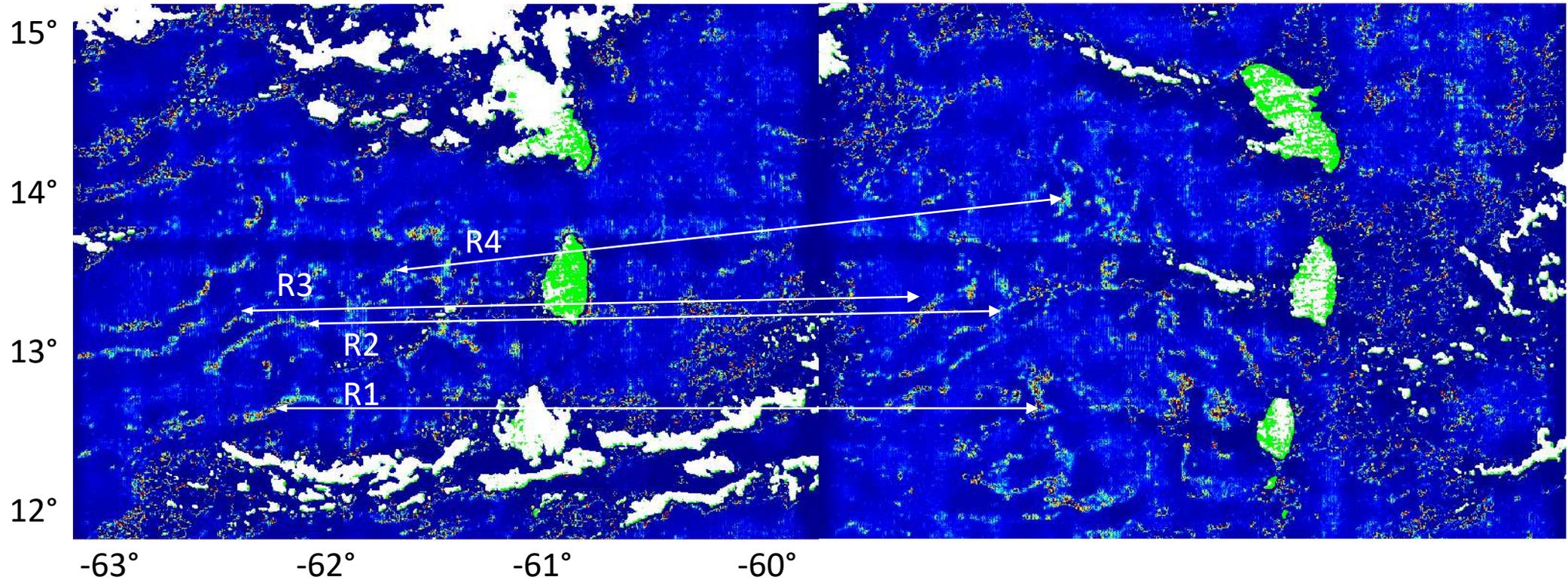
Courant de surface modélisé avec OSCAR



Température de surface GHRST (Group for High Resolution Sea Surface Temperature)

08/08/2018

09/08/2018



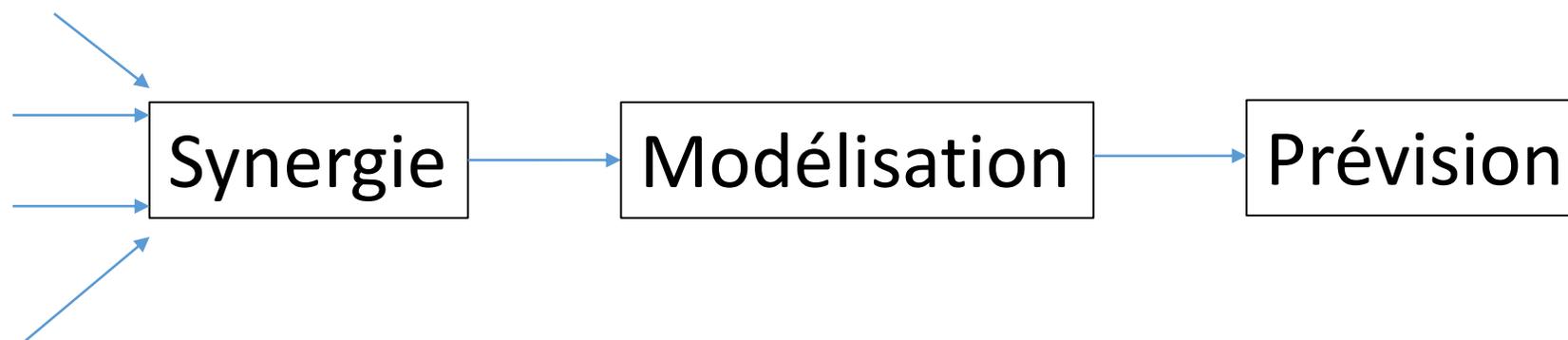
# Estimation de la derive des 4 radeaux (R1 à R4)

	Vitesse de dérive m/s		Distance de dérive	Vitesse de dérive m/s	
	8 Août dt=5h	9 Août dt=5h			
			19h (à partir de 18:30 le 8 Août to 13:30 le 9 Août)	sur 19h	Direction
<b>Radeau 1 (R1)</b>	0.4	0.8	41 km	0.6	le long du vortex
<b>Radeau 2 (R2)</b>	0.6	1	55 km	0.80	le long du vortex
<b>Radeau 3 (R3)</b>	0.5	1	51 km	0.75	le long du vortex
<b>Radeau 4 (R4)</b>	0.5	1.2	58 km	0.85	Nord-Ouest

# Conclusion

- Méthode de détection et de suivi de radeaux développées pour différents types d'images (S2/MSI, S3/OLCI, MODIS, GOES)
- Validation In situ en projet
- Perspectives : dynamique des radeaux et la synergie des données

- Terra et Aqua/MODIS
- VIIRS
- Sentinel-2 / MSI
- Sentinel-3 / OLCI
- ABI/GOES



# Publications liées aux travaux présentés

- Détection MODIS/GOES : Minghelli et al. (2021) <https://doi.org/10.3390/rs13081444>
- Relation AFAI/FC MODIS/S2 : Descloîtres et al. (2021) <https://doi.org/10.3390/rs13245106>
- Filtrage radeaux MODIS : Podlejski et al. (2022) <https://doi.org/10.3389/fmars.2022.960939>
- Corrections atmosphériques OLCI : Schamberger et al. (2022a) <https://doi.org/10.3390/rs14020386>
- Détection des radeaux immergés avec OLCI : Schamberger et al. (2022b) <https://doi.org/10.3390/rs14205230>

# Remerciements

**SAREDA** (PI Léo Berline)



**FORESEA**  (PI Julien Jouanno)  
FOREcasting seasonal Sargassum Events in the Atlantic

(PI Julien Jouanno)

