

# Détection et suivi automatique des sargasses par télédétection satellite à Haute Résolution spatiale : un service opérationnel

B.Beguet<sup>1\*</sup>, N.Debonnaire<sup>1</sup>, O.Regniers<sup>1</sup>, C.Curti<sup>1</sup>, V.Lafon<sup>1</sup>, A.Dehouck<sup>1</sup>  
1 :I-Sea, Mérignac, France.



source :  
[http://www.guadeloupe.developpement-durable.gouv.fr/vues-aeriennes-2015-a1412.html#pagination\\_portfolio](http://www.guadeloupe.developpement-durable.gouv.fr/vues-aeriennes-2015-a1412.html#pagination_portfolio)

## MERIGEO 2020



source : <https://sentinel2.cnes.fr/fr>

# Plan de la présentation

- 1\_ Contexte et objectifs
- 2\_ Images et résolutions
- 3\_ Méthodologie
- 4\_ Expérimentations et résultats
- 5\_ Un service opérationnel
- 6\_ Conclusions et perspectives

# 1\_ Contexte et objectifs

- Les échouages massifs de sargasses dans les Antilles : une crise environnementale et économique de plus en plus grave et pressante
- DEAL Guadeloupe : un besoin de surveillance et d'anticipation quotidien/hebdomadaire
- 2018 : Développement d'un outil de surveillance par télédétection à grande échelle et à haute fréquence

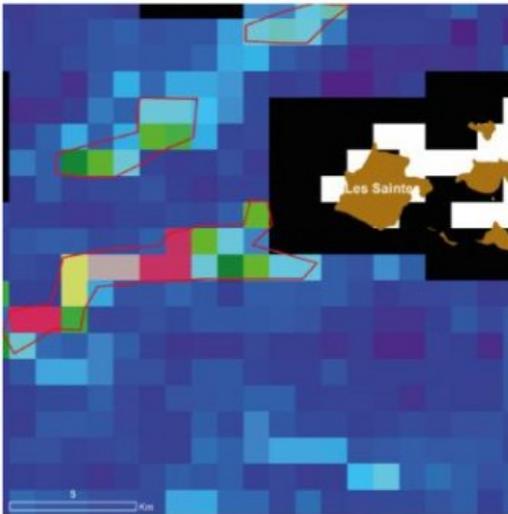


## 2\_ Images et résolutions

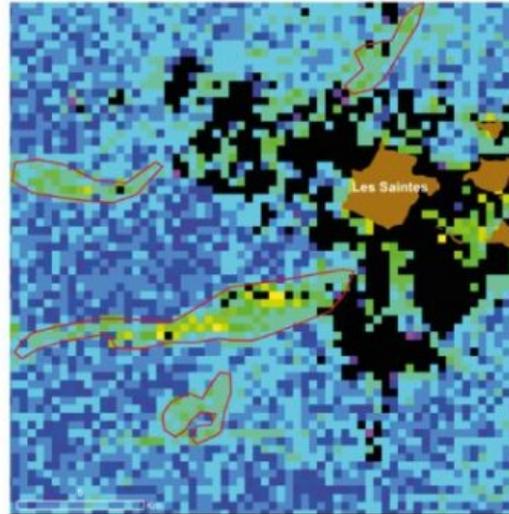
→ Un outil de surveillance basé sur l'usage de différentes sources d'images :

- Revisite journalière à grande échelle, basse résolution : VIIRS/MODIS + Sentinel 3  
→ détection de « **présence** » des bancs de sargasses
- Revisite tous les 5 jours à grande échelle, haute résolution : Sentinel2  
→ détection fine des « **bancs de sargasses** »

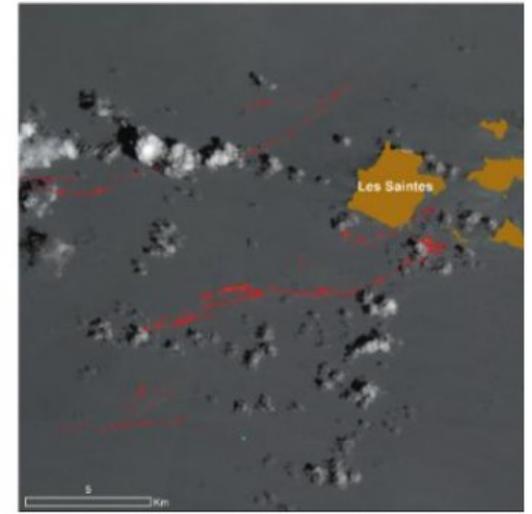
VIIRS/MODIS - (produit AFAI) - 1 km



Sentinel 3 - (produit AFAI) - 300 m



Sentinel 2 - 10 m



# 3\_ Méthodologie

→ Pour VIIRS/MODIS/Sentinel3 : utilisation d'un seuil sur un indice radiométrique dédié AFAI (Hu2009 et Wang&Hu2016) pour détecter les pixels de présence.

→ Pour Sentinel2, la haute résolution apporte beaucoup de complexité (glint, nébulosité, ombres): la version simpliste "indice + seuil" n'est absolument pas adaptée.

# 3\_ Méthodologie

- Pour VIIRS/MODIS/Sentinel3 : utilisation d'un seuil sur un indice radiométrique dédié AFAI (Hu2009 et Wang&Hu2016) pour détecter les pixels de présence.
- Pour Sentinel2, la haute résolution apporte beaucoup de complexité (glint, nébulosité, ombres): la version simpliste "indice + seuil" n'est absolument pas adaptée.
- Développement d'une approche machine learning :
  - **pas d'a priori physique** sur l'image (utilisation de toute l'information)
  - recherche d'un **modèle générique** (invariants aux conditions d'acquisitions)
  - **définition fine du problème** (choix des classes visées pour bien "piéger" les bancs de sargasses)
  - constitution d'une base de donnée de référence, l'objectif étant d'appréhender le **maximum de variabilité pour chaque classe visée.**
  - Entraînement et évaluation d'un modèle de classification supervisé

# 3\_ Méthodologie

→ Pour VIIRS/MODIS/Sentinel3 : utilisation d'un seuil sur un indice radiométrique dédié AFAI (Hu2009 et Wang&Hu2016) pour détecter les pixels de présence.

→ Pour Sentinel2, la haute résolution apporte beaucoup de complexité (glint, nébulosité, ombres): la version simpliste "indice + seuil" n'est absolument pas adaptée.

→ Développement d'une approche machine learning :

- **pas d'a priori physique** sur l'image (utilisation de toute l'information)
- recherche d'un **modèle générique** (invariants aux conditions d'acquisitions)
  
- **définition fine du problème** (choix des classes visées pour bien "piéger" les bancs de sargasses)
- constitution d'une base de donnée de référence, l'objectif étant d'appréhender le **maximum de variabilité pour chaque classe visée.**
- Entraînement et évaluation d'un modèle de classification supervisé

→ **le modèle ainsi entraîné devient le cœur de la chaîne de traitement automatisée.**

## 4\_ Expérimentations et résultats

→ Constitution de la BD de référence :

~**60 images** Sentinel2 (avril2018 - août2019)

- pour chacune, un ensemble de polygones photo-interprétés et étiquetés

→ au total : ~ **3000 polygones**

→ classes ciblées : Eau / Nuages / Ombres / Sargasses

→ Images Sentinel2 : conservation des **bandes spectrales à 10m** + indices simples

→ Algorithme de classification supervisé sélectionné : **Forêts aléatoires** (RandomForest, Breiman2001), classifieur simple, rapide et robuste.

→ **Évaluations** :

1- 50 % des pixels sélectionnés au hasard (toutes images confondues) pour la phase d'entraînement, 50 % restant pour l'évaluation.

2- potentiel de généralisation : sélection de 50 % des images pour l'entraînement et évaluation de la prédiction sur les 50 % d'images restantes, 10 runs.

## 4\_ Expérimentations et résultats

Evaluation1 : matrice de confusion

Evaluation2 :

Précision globale (OA) : 88% +/-1,5 %

Précision "sargasse" ~ 99 %

→ très bonne reconnaissance des sargasses

→ confusions attendues "eau" et "ombre"

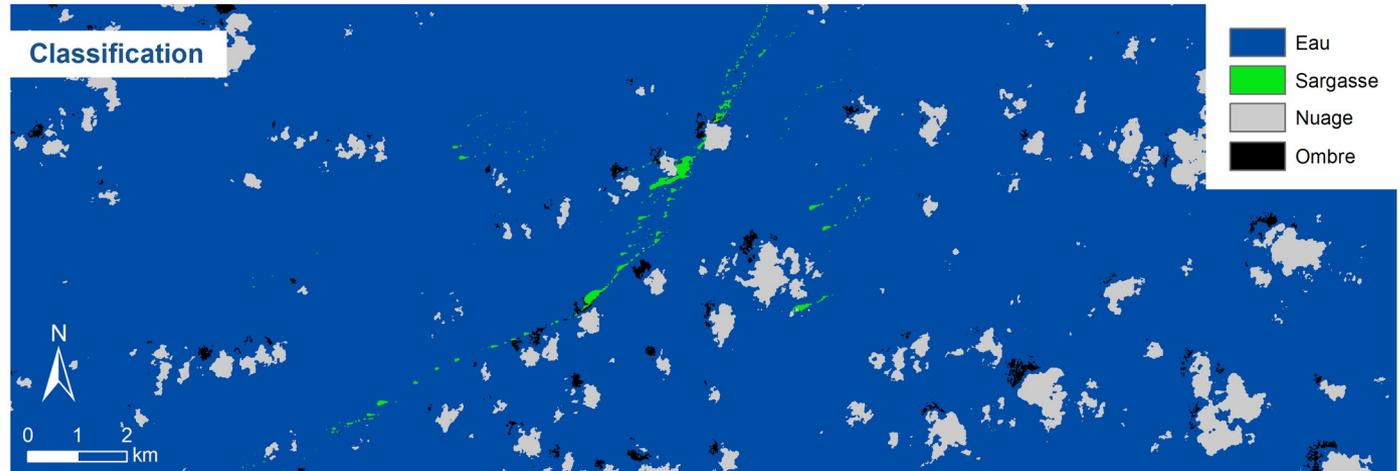
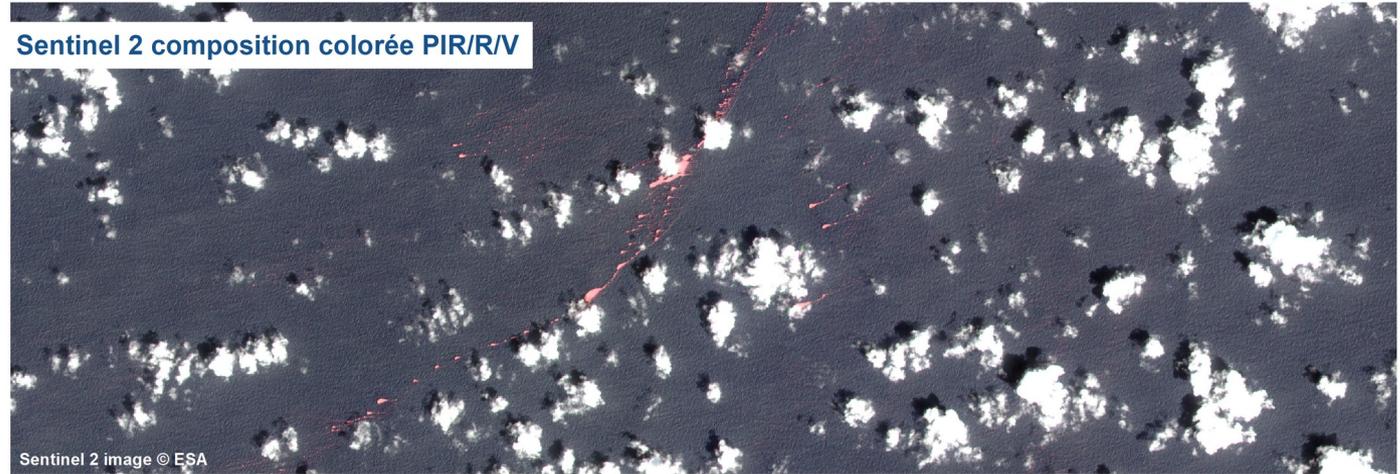
→ généralisation très satisfaisante, grande confiance pour le déploiement de la chaîne de traitement automatisée Sentinel2

|          | nuage | eau   | sargasse | ombre | Rappel | F-Score |
|----------|-------|-------|----------|-------|--------|---------|
| nuage    | 28293 | 571   | 3        | 13    | 0.980  | 0.974   |
| eau      | 844   | 26065 | 72       | 2126  | 0.895  | 0.903   |
| sargasse | 4     | 99    | 29005    | 12    | 0.996  | 0.997   |
| ombre    | 55    | 1887  | 4        | 27357 | 0.934  | 0.930   |
|          | 0.969 | 0.911 | 0.997    | 0.927 |        |         |

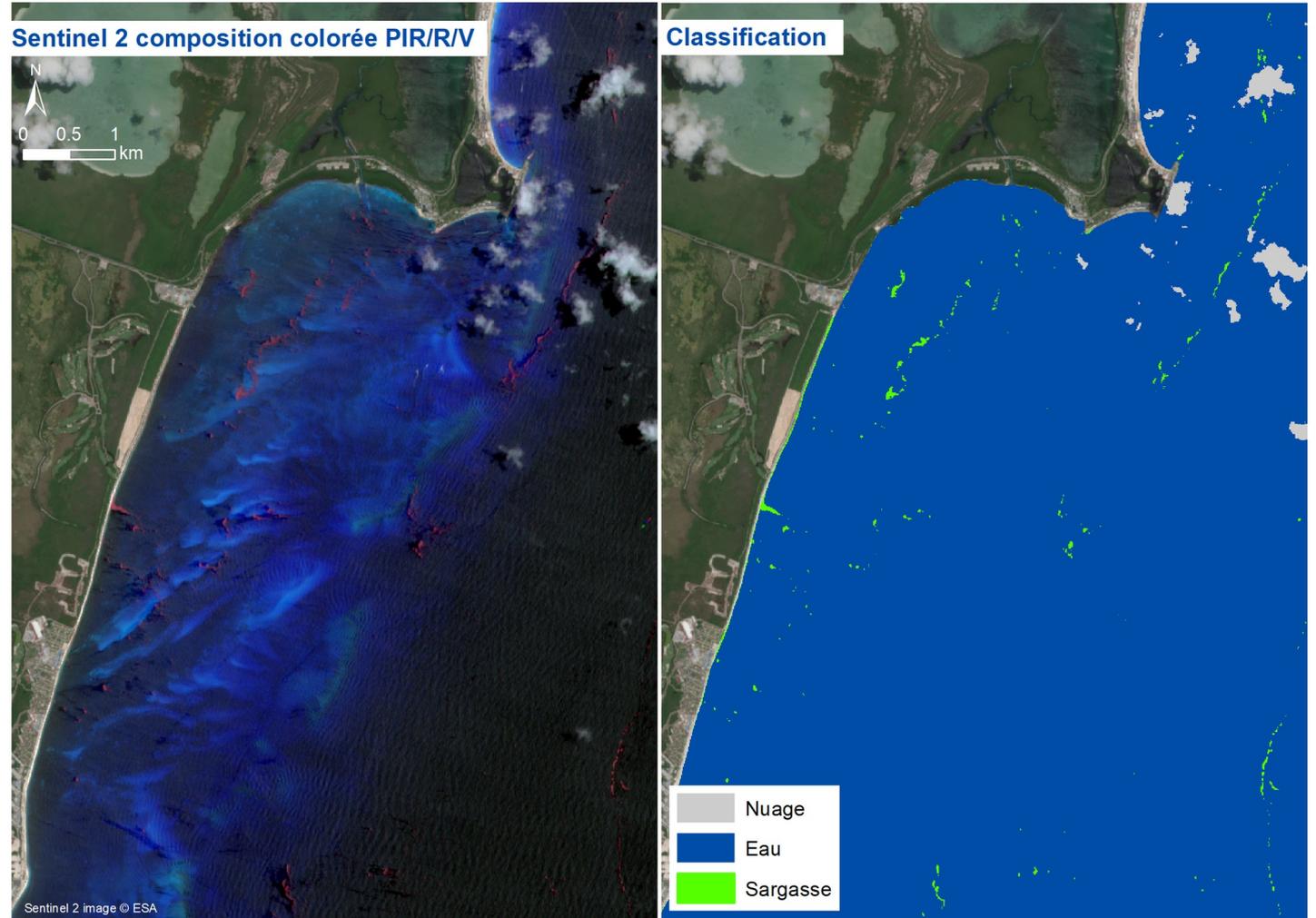
Precision

KAPPA: 0.935  
OA: 0.951

## 4\_ Expérimentations et résultats



# 4\_ Expérimentations et résultats



# 5\_ Un service opérationnel

→ Déploiement de la chaîne de traitement sur un serveur Dias (téléchargement + cloud computing)

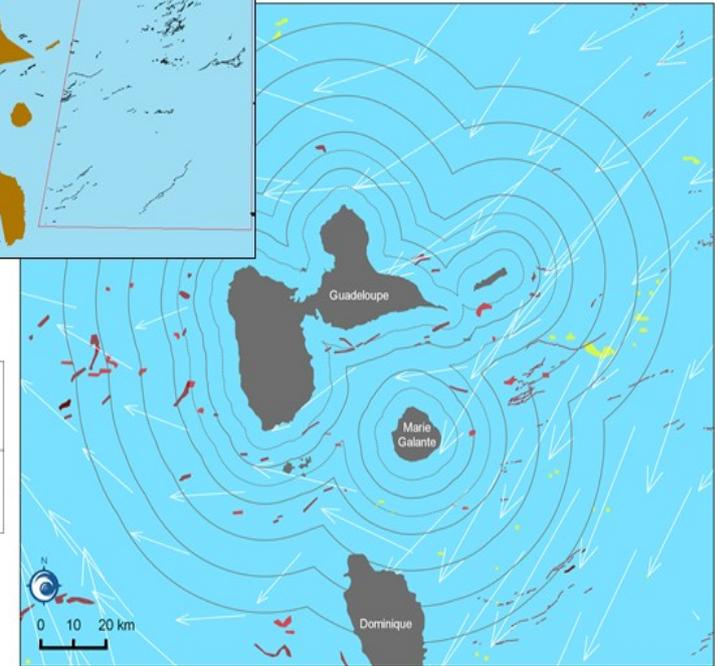
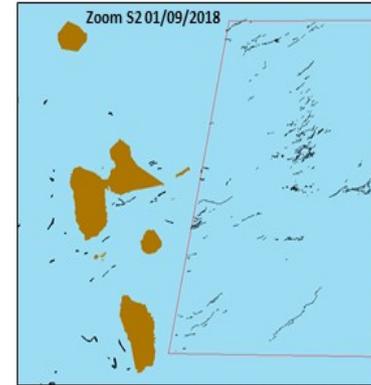
→ autonomie complète, dès le dépôt d'une nouvelle image sur la zone d'étude :

- préparation de l'image
- classification de l'image
- post-traitement (régularisation)
- extraction et vectorisation des nuages
- extraction et vectorisation des sargasses
- dépôt des produits sur le serveur client

→ rédaction de bulletins hebdomadaires

→ service pouvant être couplé à une modélisation de la dérive des bancs de sargasses

→ outil facilitant la gestion et la prise de décisions face à la crise sargasse aux Antilles



| Radeaux de sargasses |            |
|----------------------|------------|
|                      | 27/08/2018 |
|                      | 28/08/2018 |
|                      | 29/08/2018 |
|                      | 30/08/2018 |
|                      | 31/08/2018 |
|                      | 01/09/2018 |
|                      | 02/09/2018 |

| Sources :   | Système de coordonnées : UTM 20N |
|---|----------------------------------|
| Réalisation : i-Sea 2018  |                                  |
| Traitements issus des produits AFA (University of South Florida) pour le semestre du 27/08/2018 au 02/09/2018 |                                  |
| Produits AFA dérivés des images MODIS/NIRS Item © NASA  |                                  |
| Image Sentinel 2 - 303m - du 01/09/2018 © CNES  |                                  |
| Image Sentinel 2 - 10m - du 01/09/2018 © ESA  |                                  |



## 6\_ Conclusions et perspectives

→ Pour faire face à la crise sargasses aux Antilles, nous avons développé un service opérationnel performant de détection et de suivi des bancs de sargasses par télédétection.

→ Ce service opérationnel, basé sur une approche machine learning, est autonome et peut être déployé sur un serveur distant. Il optimise l'usage de données journalières à basse résolution et hebdomadaires à haute résolution.

→ L'approche est générique et transférable à d'autres problématiques nécessitant des cartographies précises, à jour et à grande échelle.

→ Les performances pourraient être améliorées par l'usage d'algorithmes de machine learning plus avancés (DeepLearning).

**MERCI DE VOTRE ATTENTION !**

[benoit.beguet@i-sea.fr](mailto:benoit.beguet@i-sea.fr)