

Etude des changements de la morphologie littorale de l'île d'Ouvéa (Île des Loyautés – Nouvelle Calédonie) : Comparaison d'images satellitaires THR et drone

Stage recherche

Projet **Litto** « Mise en place d'un réseau participatif du suivi de rivage : expérimentation dans les îles Loyautés en Nouvelle Calédonie (2014-2017) »
Appel à projet **MOM** (Ministère de l'Outre-Mer français)

ENCADRANTS
Marc Despinoy (IRD UMR ESPACE-DEV)
Pascal Dumas (UNC)

Plan

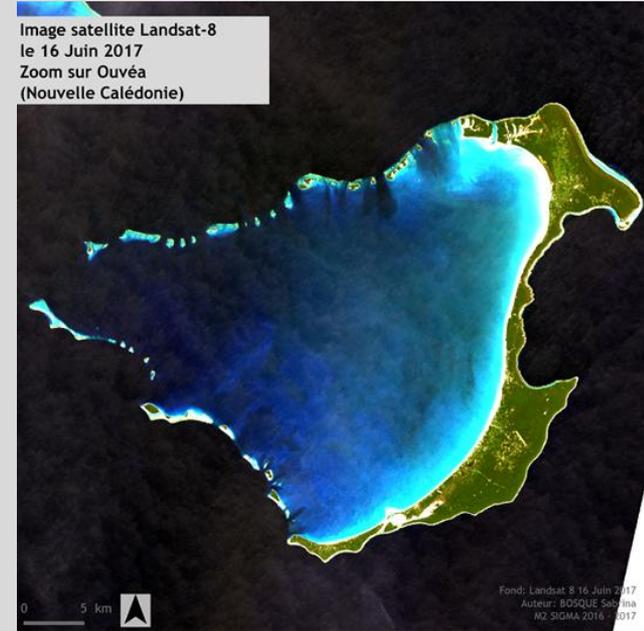
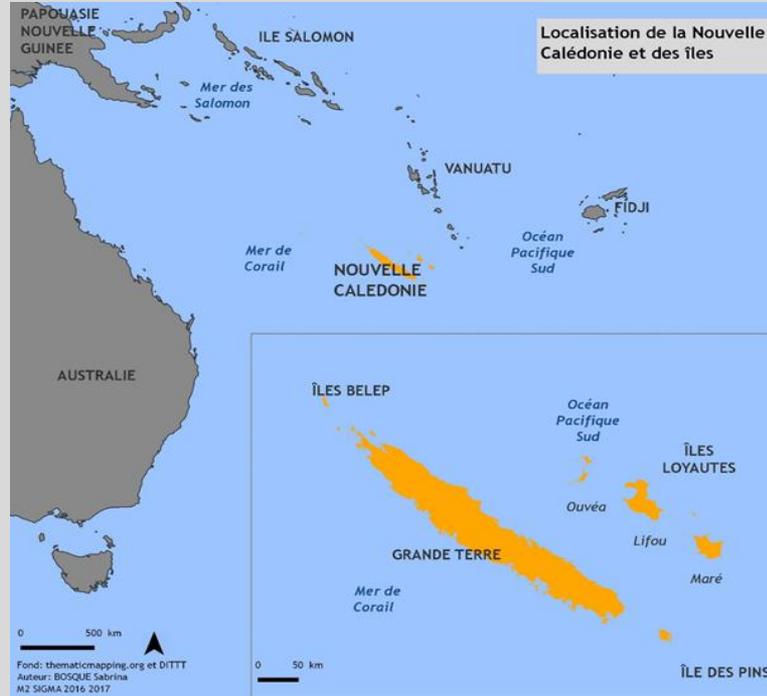
Localisation d'Ouvéa

Contexte et objectif

Méthodes

Résultats

Conclusion

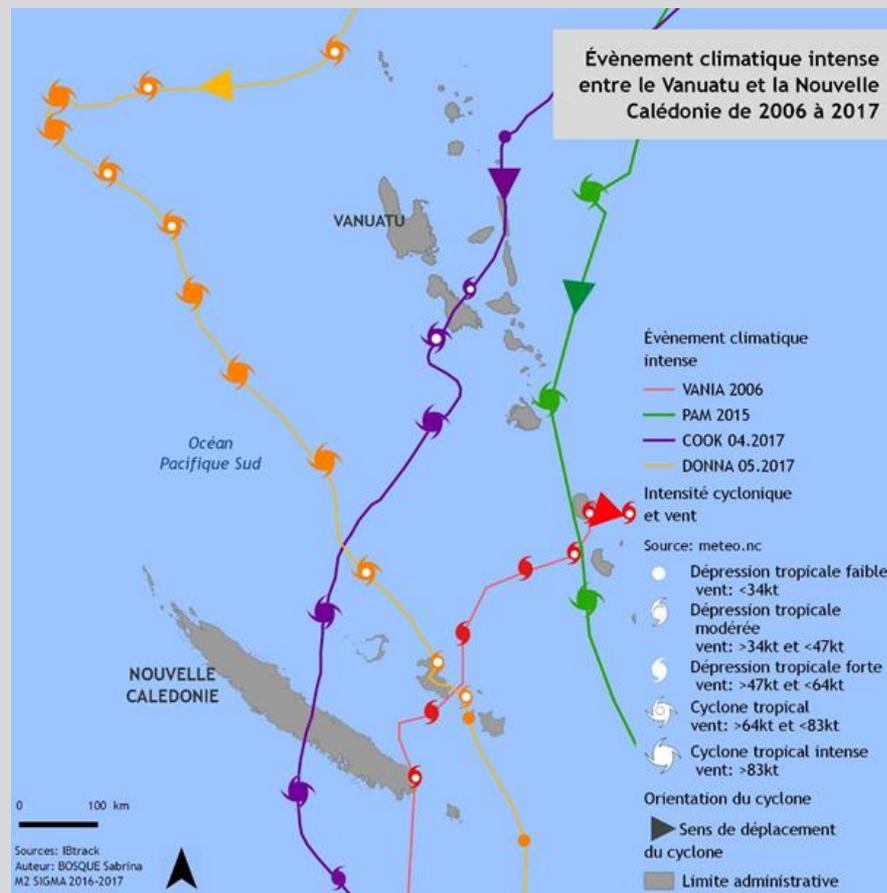


Contexte

Les événements climatiques intenses

4 cyclones important sur les 10 dernières années

Nom	Type	Date	Précipitation Cumul sur 24h en mm (îles Loyautés)	Rafale maximale observées en km/h (îles Loyautés)	Houle en m	Pression au centre estimée en hPa
Vania	Tempête tropicale	11.01.2011 au 16.01.2011	193.5	133	10	975
Pam	Cyclone tropical intense	09.03.2015 au 15.03.2015	170	120	5-7	896
Cook ²	Cyclone tropical	07.04.2017 au 12.04.2017	50	180	10	979
Donna ²	Cyclone tropical intense	03.05.2017 au 10.05.2017	250	150	8	965



Site d'études du projet MOM

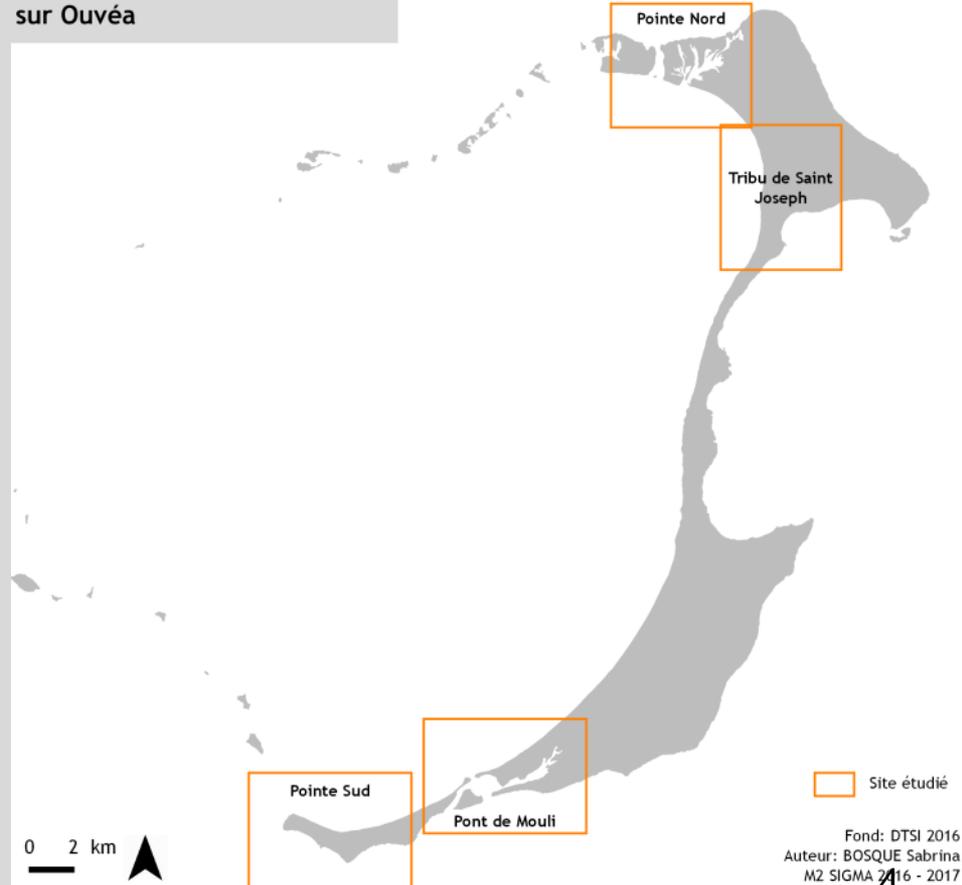
La pointe Nord

Au Nord à la tribu de Saint Joseph

Au Sud au pont de Mouli

La pointe Sud

Localisation des sites étudiés sur Ouvéa



Objectif

Evaluation des différences et complémentarités entre le drone et l'imagerie satellitaire THR (sub-métrique) sur un milieu insulaire tropical (Nouvelle-Calédonie).

- Comparaisons spectrales (pré classifications, classifications et post classifications) sur les jeux de données
- Comparaisons spatiales (avantages et inconvénients)
- Résolution temporelle (observation des évolutions à partir des méthodes de traitements choisies)

Première phase

Classification des images satellites TRH et Drone sur Ouvéa

Détection des changements suite au passage d'évènement extrême type cyclone

Deuxième phase

Complémentarité entre les images satellites et les images drones

Application des classifications sur les images drones

Détection des changements

Matériel et méthodes

Les images drones

Drone commerciaux DJI

Phantom 2

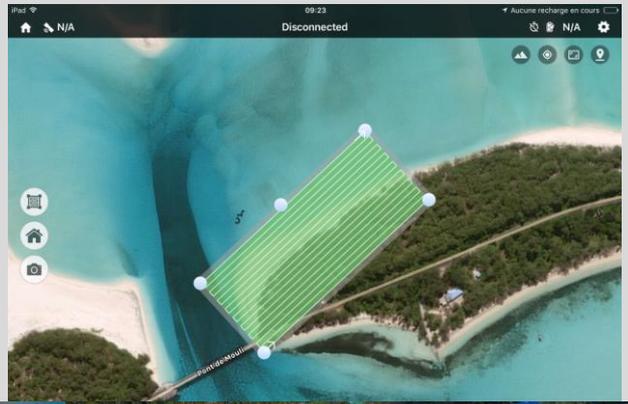
Prise en **RGB** avec un “fisheyes” avec un taux de recouvrement de 90% à 20m d’altitude

Plan de vol manuel

Phantom 4

Prise en **RGB** avec un taux de recouvrement de 80% à 25m d’altitude

Plan de vol automatique avec l’application Altizure



Localisation	Date	Heure	Marée en m	Drone
Nord				
L'Église	16.02.2015	10 :25	Basse 0.75	Phantom 2
	23.06.2017	11 :12	Basse 0.24	Phantom 4
Le Magasin	16.02.2015	12 :07	Basse 0.75	Phantom 2
	23.06.2017	12 :51	Basse 0.24	Phantom 4
La Chefferie	17.02.2015	16 :24	Haute 1.55	Phantom 2
	24.06.2017	10 :41	Basse 0.19	Phantom 4
Sud				
Le Lagon	18.02.2015	15 :31	Haute 1.59	Phantom 2
	25.06.2017	12 :07	Basse 0.18	Phantom 4
La rampe	18.02.2015	14 :32	Basse 0.62	Phantom 2
	24.06.2017	15 :26	Basse 0.18	Phantom 4

Matériel et méthodes

Les images satellites:

Acheté par l'UNC au format Bundle (panchromatique et multispectrale)

Quickbird

Multispectral (4 canaux) : 2m
Panchromatique: 0,60m

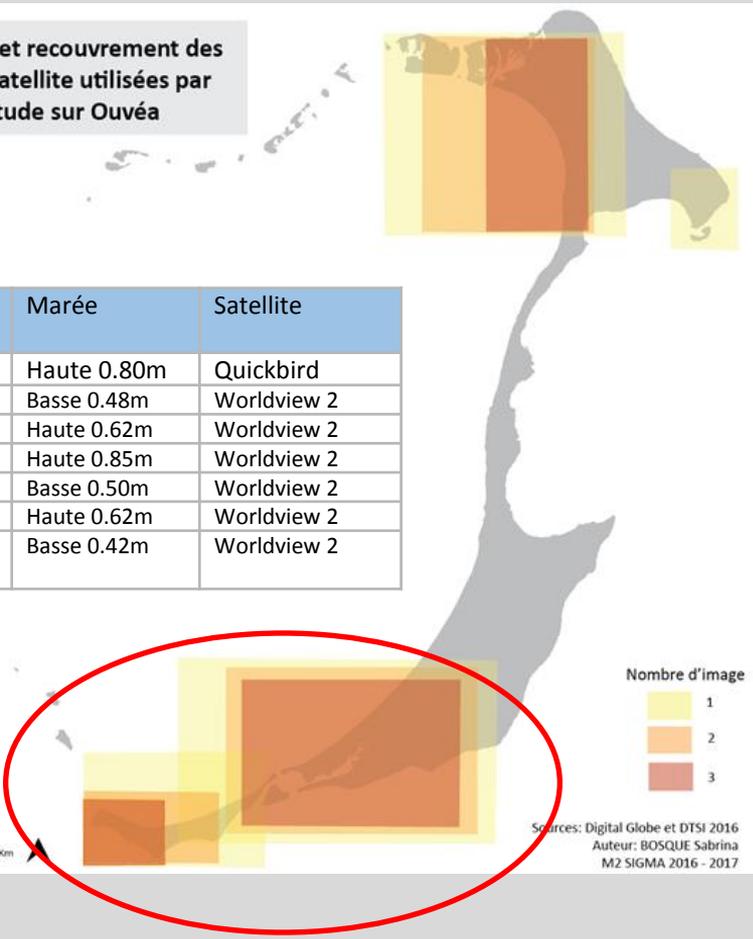
Worldview-2

Multispectral (8 canaux) : 2m
Panchromatique: 0,60m

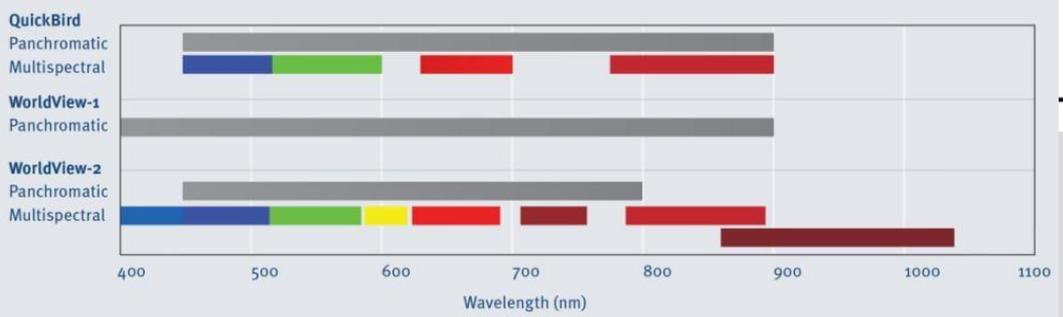
Au total: 10 images dont 7 utilisés entre 2006 et 2015

Zone	Date	Heure	Angle de prise de vue	Marée	Satellite
Ouvéa Nord	01.08.2006	12:30	10°	Haute 0.80m	Quickbird
	27.06.2011	11:41	6°	Basse 0.48m	Worldview 2
	23.01.2015	12:21	23.5°	Haute 0.62m	Worldview 2
Ouvéa Sud	26.02.2010	12:26	17°	Haute 0.85m	Worldview 2
	26.03.2011	12:26	4°	Basse 0.50m	Worldview 2
	23.01.2015	12:21	16°	Haute 0.62m	Worldview 2
Ouvéa Nord Est	01.05.2013	12:19	22°	Basse 0.42m	Worldview 2

Emprise et recouvrement des images satellite utilisées par zone d'étude sur Ouvéa



Sources: Digital Globe et DTSI 2016
Auteur: BOSQUE Sabrina
M2 SIGMA 2016 - 2017



Protocole de traitements : Prétraitements

Les images satellitaires:

La fusion

- Gram Schmidt
- Analyse en Composantes Principales
- Color Normalized

Le géoréférencement

Réalisé de façon visuelle avec un RMS moyen de 1m

Les images drones:

L'orthomosaïque

Assemblage des photographies prises par drone sous PhotoScan par la méthode SIFT

Le géoréférencement

Point réalisé au GPS différentiels lors de la prise d'image avec un RMS moyen de 10cm.

Protocole de traitement : Classifications

Méthodes de traitements testées

- Segmentation
- K-means
- XGBoost

Apprentissage supervisée: XGBoost

Arbres de décision basé sur du *Random Forest* avec l'étude de la corrélation inter-arbres et l'apprentissage des erreurs.

- Réalisation de ROI: 60% des ROI en donnée d'entraînement, 40% en donnée de test et véracité du modèle sur des ROI de validation
- Machine Learning => création et apprentissage du modèle
- Validation croisée pour déterminer la précision

Application du modèle à d'autres images avec des ROI de validations et une validation croisée

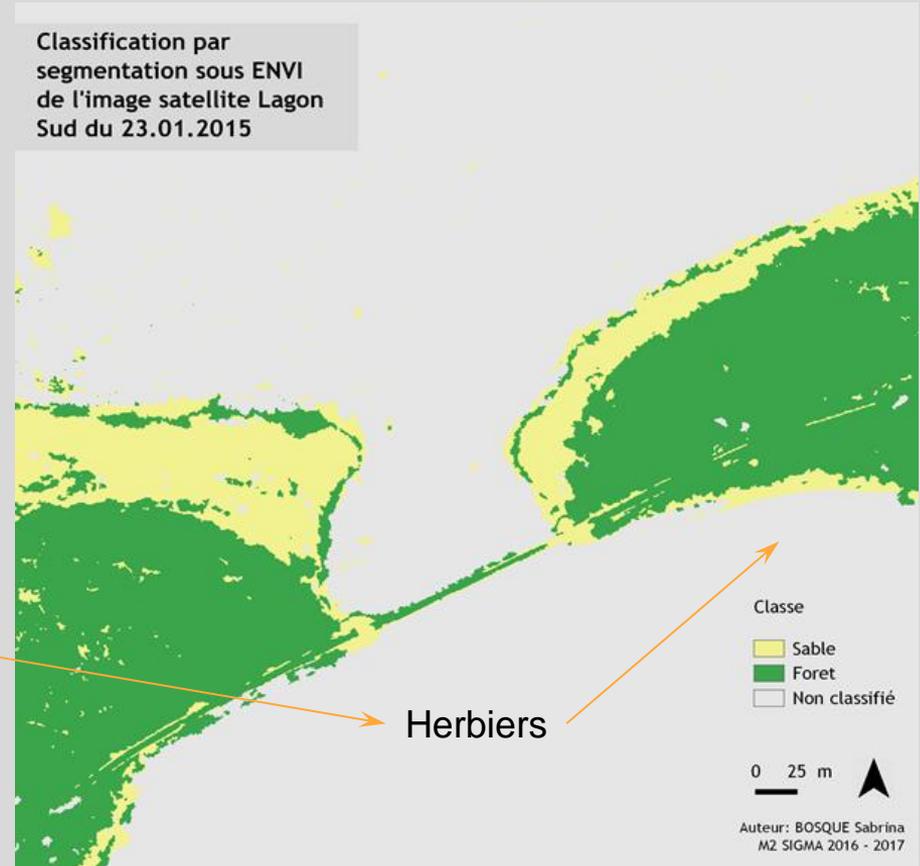
Résultats des classifications

Méthode : Segmentation

"Classification: Rule-Based

Rule Set:

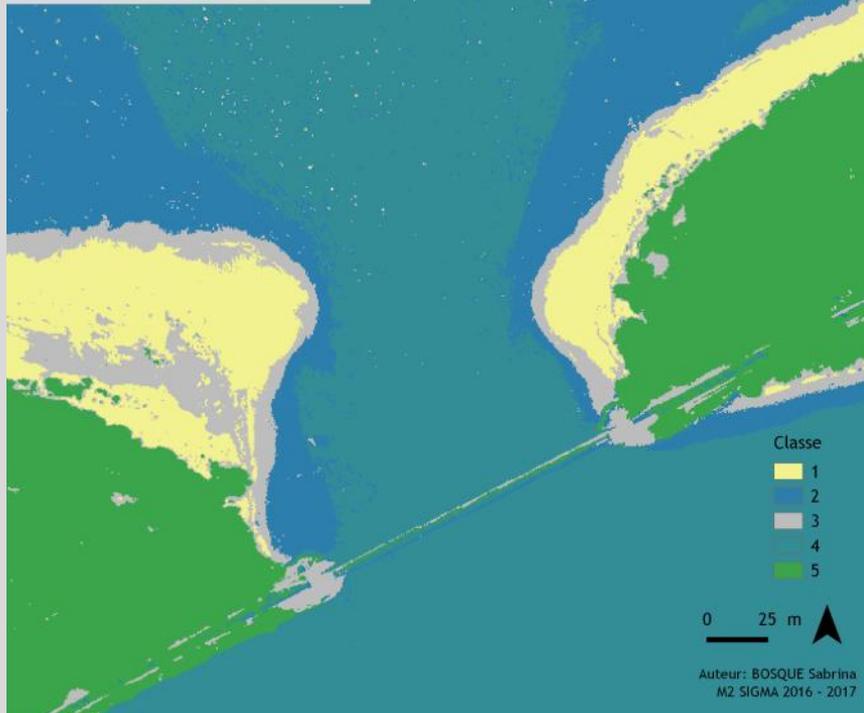
- #1 (1.000): If minband_1 [450.0000, 690.0000], then object belongs to "Sable".
- #2 (1.000): If minband_2 [300.0000, 600.0000], then object belongs to "Sable".
- #3 (1.000): If minband_4 [420.0000, 800.0000], then object belongs to "Sable".
- #4 (1.000): If minband_1 [270.0000, 400.0000], then object belongs to "Foret".
- #5 (1.000): If minband_6 [150.0000, 450.0000], then object belongs to "Foret".
- #6 (1.000): If minband_8 [200.0000, 600.0000], then object belongs to "Foret"."



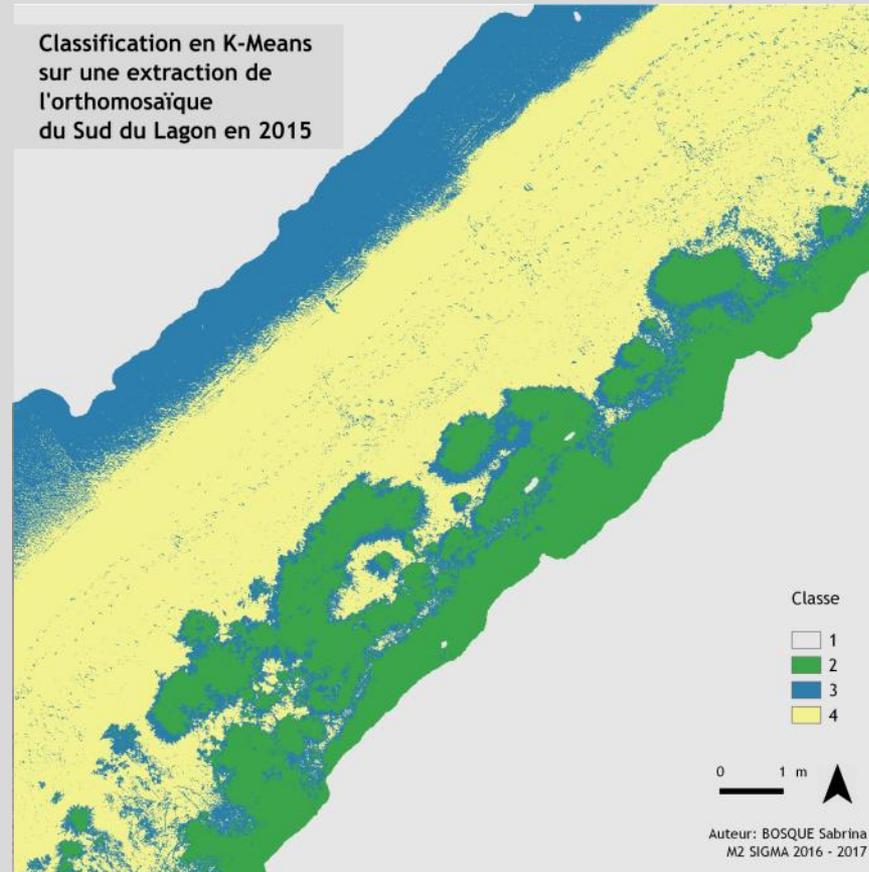
Beaucoup de confusion (Sable vs Végétation)

Méthode : K-Means

Classification en K-Means sur une extraction d'image satellite Worldview-2 du Sud du Lagon le 23.01.2015



Classification en K-Means sur une extraction de l'orthomosaïque du Sud du Lagon en 2015



Méthode : **XGBoost** (images satellitaires)



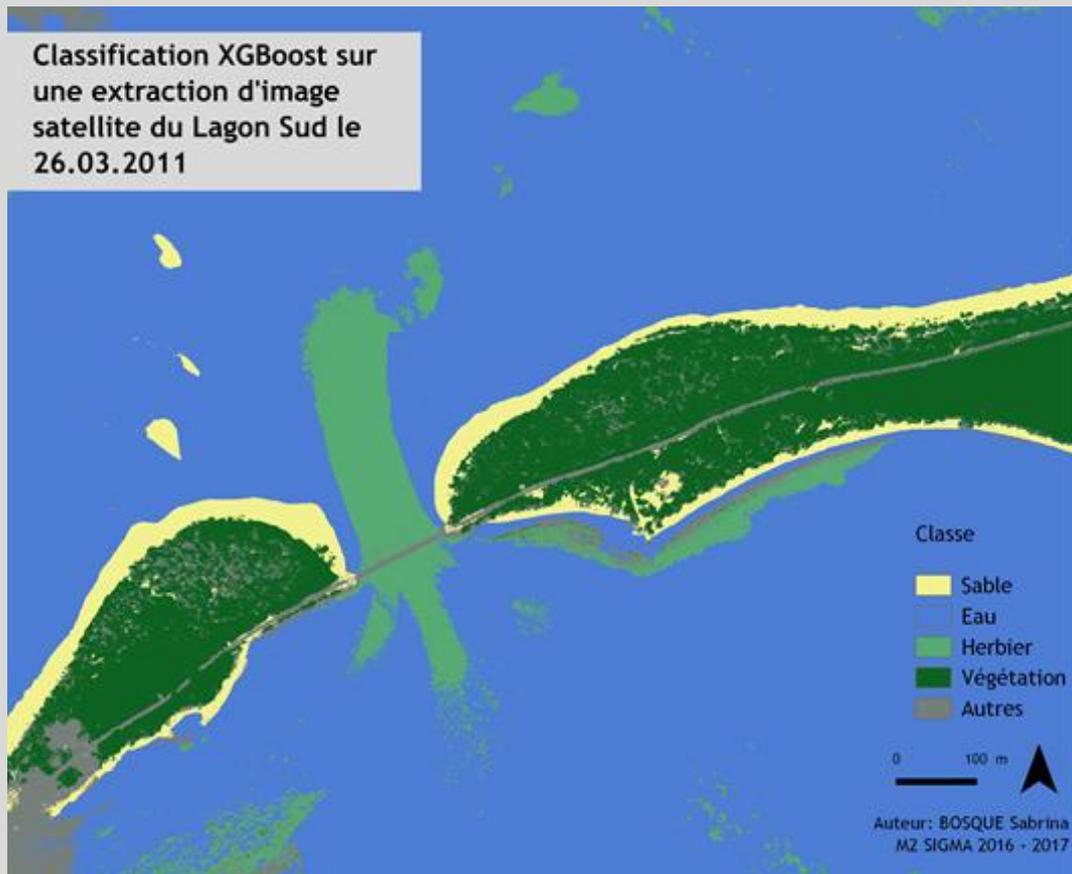
Précision: 96,5%



Méthode : **XGBoost** (images satellitaires)



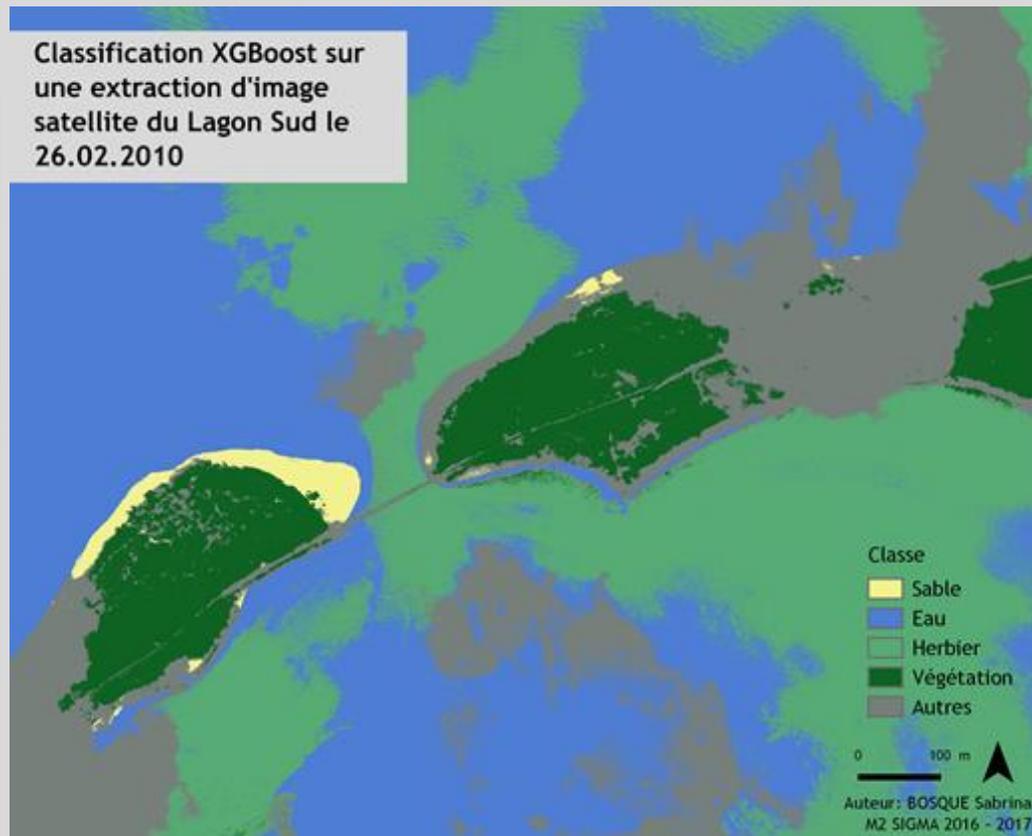
Précision: 72,6%



Méthode : **XGBoost** (images satellitaires)

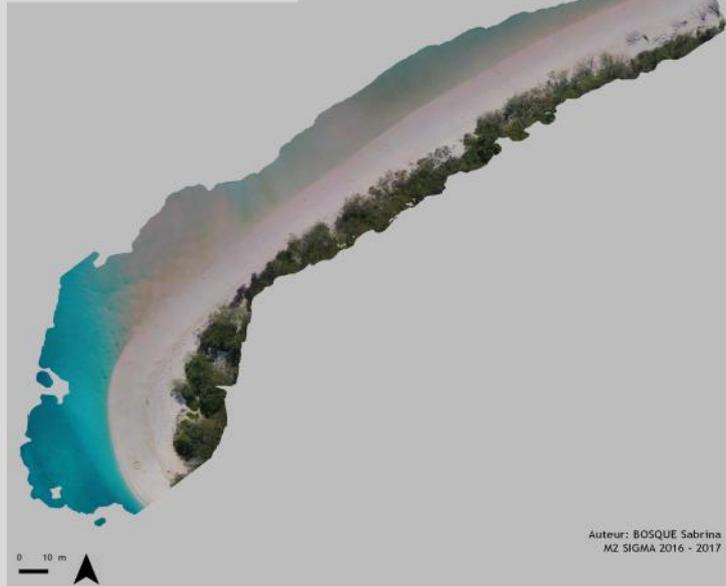


Précision: 48,4%



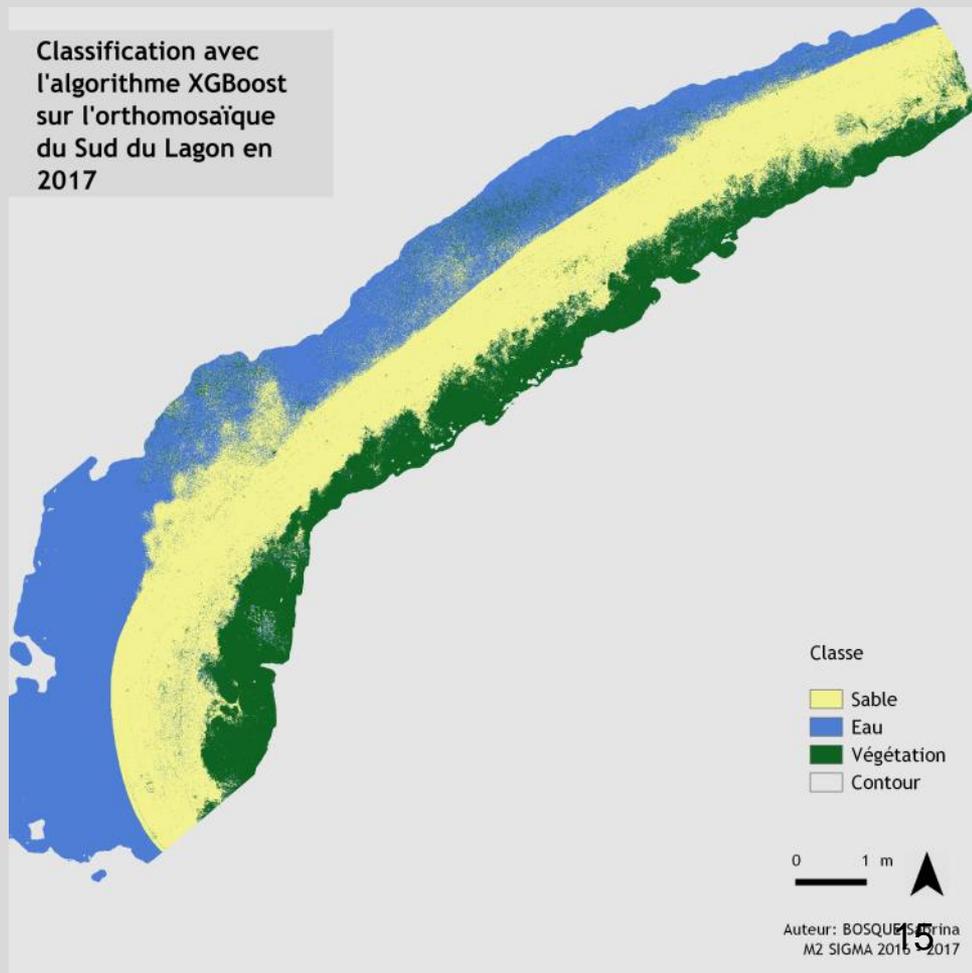
Méthode : **XGBoost** (images drones - orthomosaïques)

Orthomosaïque du Sud du Lagon mission de 2017



Précision: 92,2%

Classification avec l'algorithme XGBoost sur l'orthomosaïque du Sud du Lagon en 2017



Méthode : **XGBoost** (images drones - orthomosaïques)

Orthomosaïque du Sud du Lagon mission de 2015



Précision:67,6%

Classification avec l'algorithme XGBoost l'orthomosaïque du Sud du Lagon en 2015



Protocole de traitement : Post-Traitements

Images Satellitaires	Matrice confusion (%)
23.01.2015	96,5
26.03.2011 (nuageuse)	48,4
26.02.2010	72,6

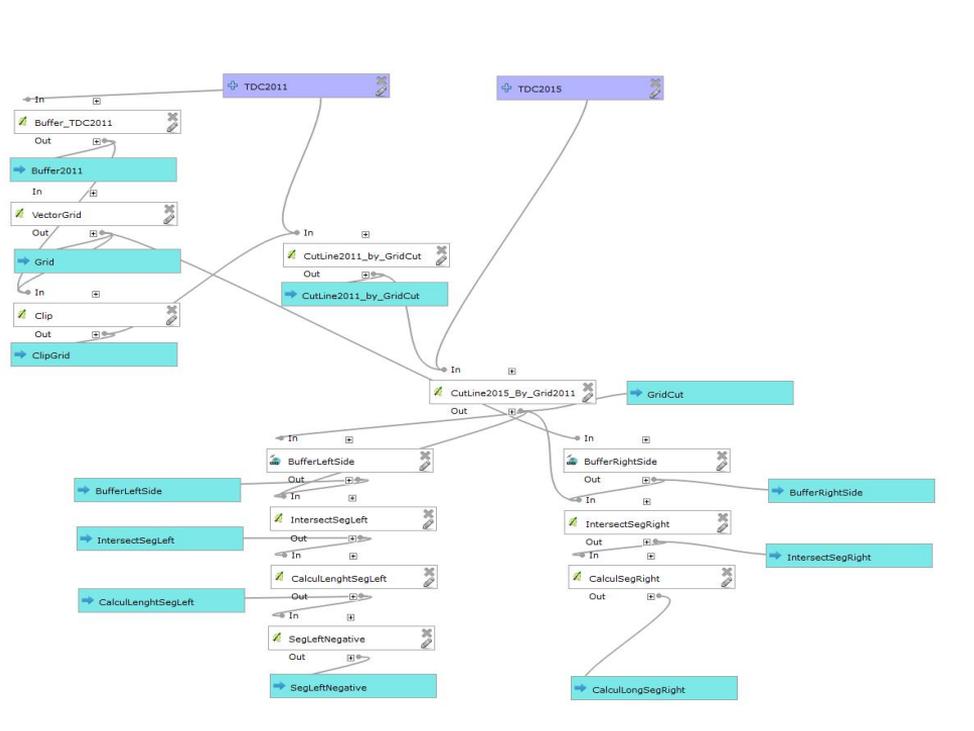
Images Drones	Matrice confusion (%)
2017	92,2
2015	67,6

Kfold crossvalidation

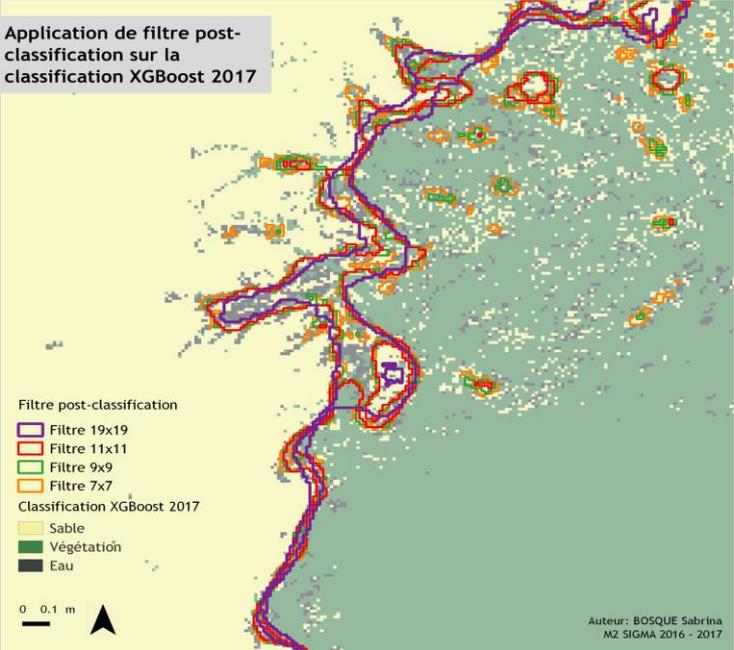
Protocole de traitement : Post-traitements

Analyse diachronique

Extraction du trait de côte et des distances d'érosion et d'accrétion

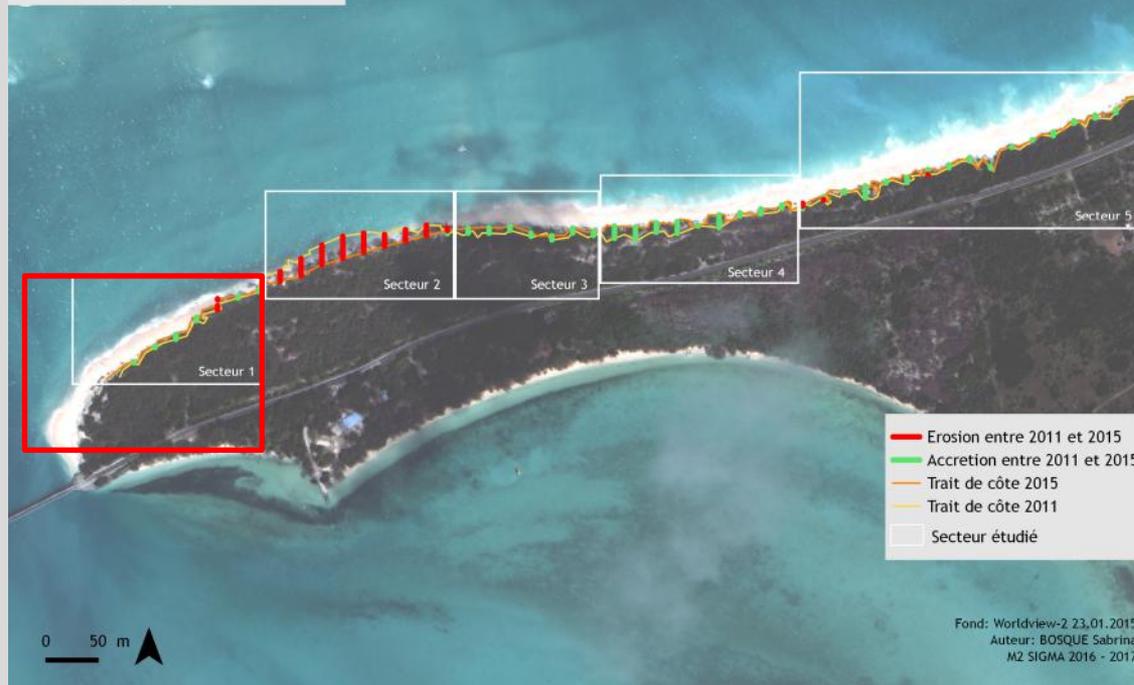


Filtrage des orthomosaiques



Résultats de l'analyse diachronique

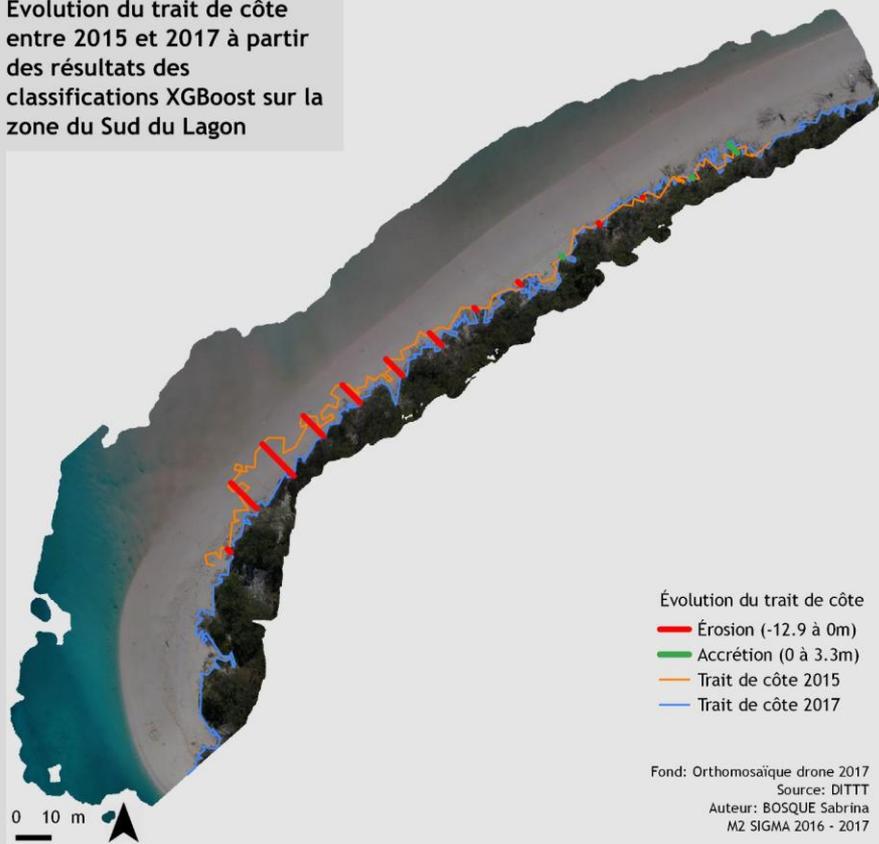
Évolution du trait de côte entre 2011 et 2015 à partir des classifications issues d'images satellite sur la zone du Sud du Lagon



Evolution entre 2011 et 2015

Secteur	Longueur du secteur en mètre	Évolution moyenne par secteur	Vitesse d'évolution moyenne en mètre/an	Caractérisation
1	140	1,62	0,41	Accrétion moyenne
2	180	-14,09	-3,52	Érosion très importante
3	140	4,48	1,12	Accrétion importante
4	180	7,95	1,99	Accrétion très importante
5	340	2,70	0,67	Accrétion moyenne

Évolution du trait de côte entre 2015 et 2017 à partir des résultats des classifications XGBoost sur la zone du Sud du Lagon



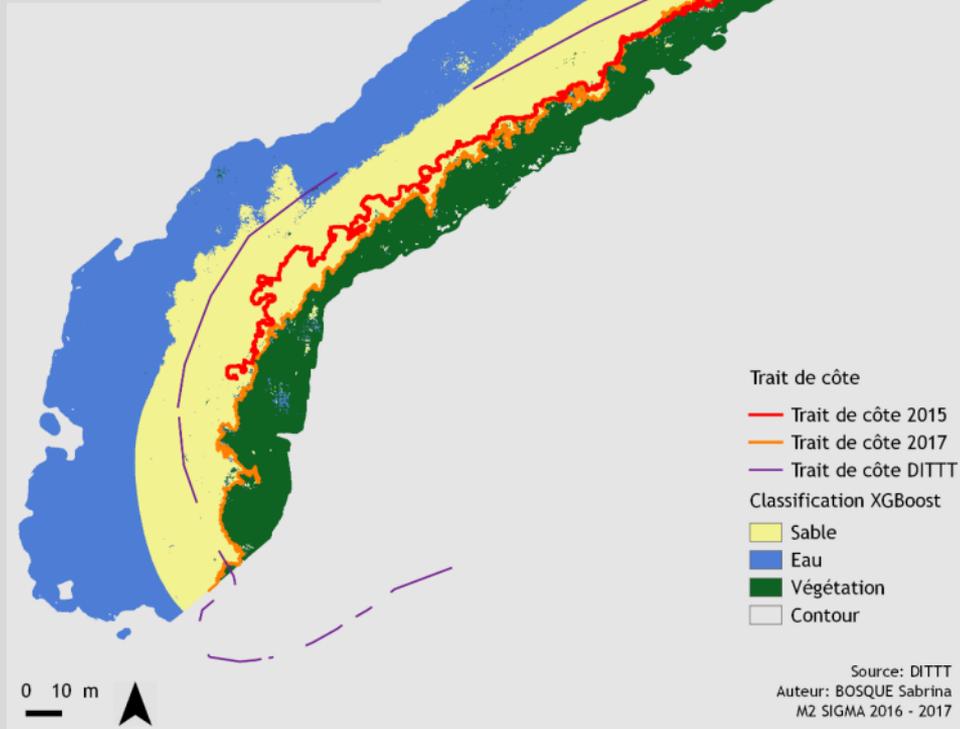
Evolution entre 2015 et 2017			
Transect	Longueur en m	Évolution moyenne en m/an	Caractérisation
1	-1,53	-0,77	Érosion moyenne
2	-6,08	-3,04	Érosion très importante
3	-12,9	-6,45	Érosion très importante
4	-8,04	-4,02	Érosion très importante
5	-7,3	-3,65	Érosion très importante
6	-6,63	-3,32	Érosion très importante
7	-5,04	-2,52	Érosion très importante
8	-1,08	-0,54	Érosion moyenne
9	-1,22	-0,61	Érosion moyenne
10	0,81	0,41	Accrétion moyenne
11	-0,72	-0,36	Érosion moyenne
12	0	0	Stabilité
13	0,36	0,18	Accrétion faible
14	3,32	1,66	Accrétion très importante

Evolution moyenne = -3,28m (1,64 m/an)

Orthophotographies Drone (Secteur 1 de la figure précédente)

Extraction des traits de côte sur les images satellites
et drones sous QGIS 2.14.16
Comparaison à la donnée locale réalisée par la DITTT

Trait de côte issue des
classifications XGBoost sur les
orthomosaïques drone de
2015 et 2017 et celui de la
DITTT sur la zone du Sud du
Lagon



Bilan

Différences de résolutions spatiales

- importance de la géo-correction

Différences de résolutions spectrales

- meilleurs résultats pour XGBoost (robustesse) avec facilité d'application et surtout grandes capacités à traiter de gros volumes d'images
- résultats exploitables pour l'étude du trait de côte (extraction et variation) sur img sat et drone

Analyse diachronique

- mise en évidence de mouvements du trait de côte (érosion jusqu'à 23m et accrétions pouvant aller jusqu'à 13m entre 2011 et 2015)
- complémentarité des données (drone et satellitaire) pour les dates

Complémentarités radiométrique, géométrique et temporelle des images satellites et des images drones (discrimination des objets, détermination des zones d'étude, complément d'image pour date antérieure...)

	Avantages	Inconvénients
Img Sat THR	Couvertures de grandes étendues géographiques Résolutions spectrales (meilleurs discriminations des objets "flou")	Faible résolution spatiale Résolution temporelle (mobilisation difficile lors d'un évènement météorologique)
Drone	Meilleure résolution spatiales (reconnaisances visuelles d'objet (à diff. Alt), automatique de petits objets)	Faible résolution spectrale (nombre et largeur des canaux) Autonomie de vol (30 min max)

Et le coût ?

- intérêt du satellitaire pour une zone d'étude
- intérêt du drone dès multiplication des zones d'étude et des thématiques

Dans le cadre de cette étude (évolution côtière avec seulement 3 classes) les images drones sont mieux adaptées.