



19 mars 2025

Classification par apprentissage automatique des habitats du **continuum terre-mer** du Grand Barachois de Miquelon via l'imagerie PlanetScope

Dorothee JAMES*, Antoine COLLIN, Fabrice TELECHEA, Nicolas ROBIN et Eric FEUNTEUN



Contexte général

Evolution rapide et sans précédent des habitats côtiers sous l'effet des risques naturels, en particulier **l'érosion** et la **submersion marine**

Érosion : recul du trait de côte sous l'effet des vagues, courants et tempêtes.

Submersion marine : inondation des zones côtières due aux marées, tempêtes et montée du niveau de la mer.

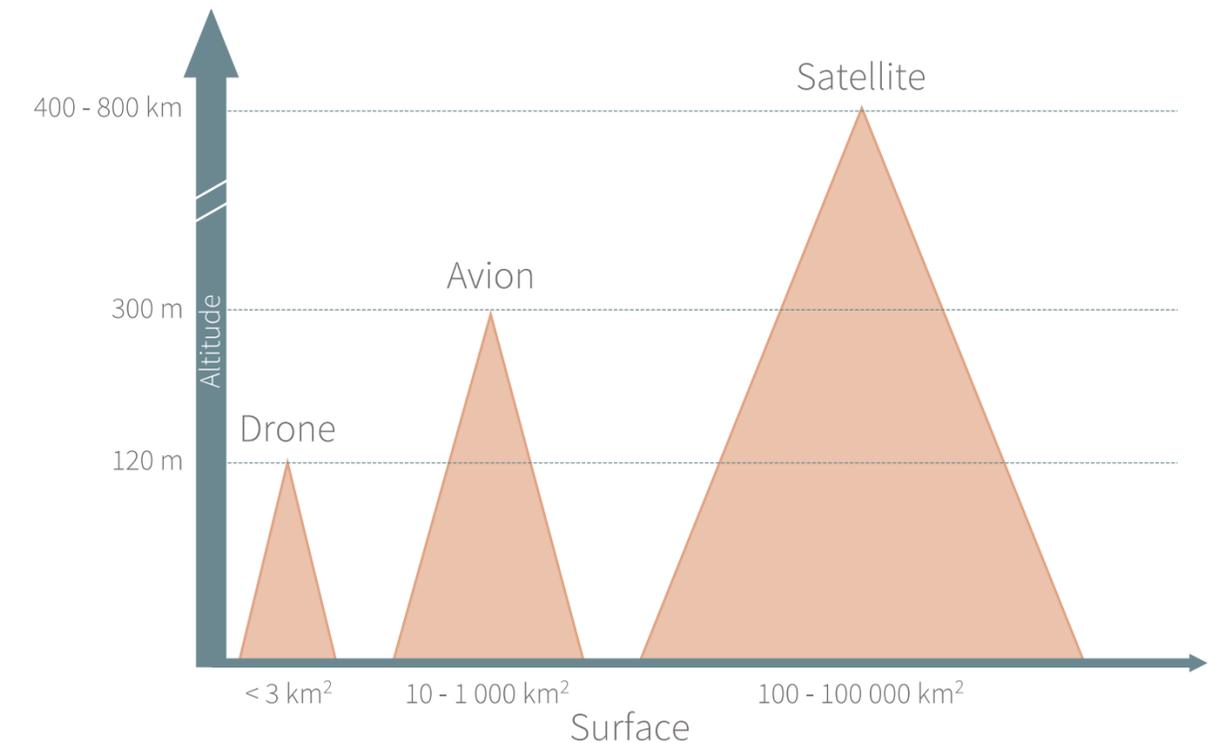
Enjeu : Nécessité de surveiller ces changements pour la gestion et la conservation



Enjeux et solutions

Nécessité de surveiller et gérer ces changements

- Surveillance *via* l'imagerie aérienne ou satellite



Stratégies d'adaptation :

- Prévention avec des aménagements côtiers (digues, végétalisation)
- Gestion durable des espaces littoraux pour minimiser les impacts

=> Objectif : Protéger les habitats côtiers et assurer leur résilience face aux risques naturels.

Site d'étude

Situé sur l'archipel de Saint Pierre-et-Miquelon

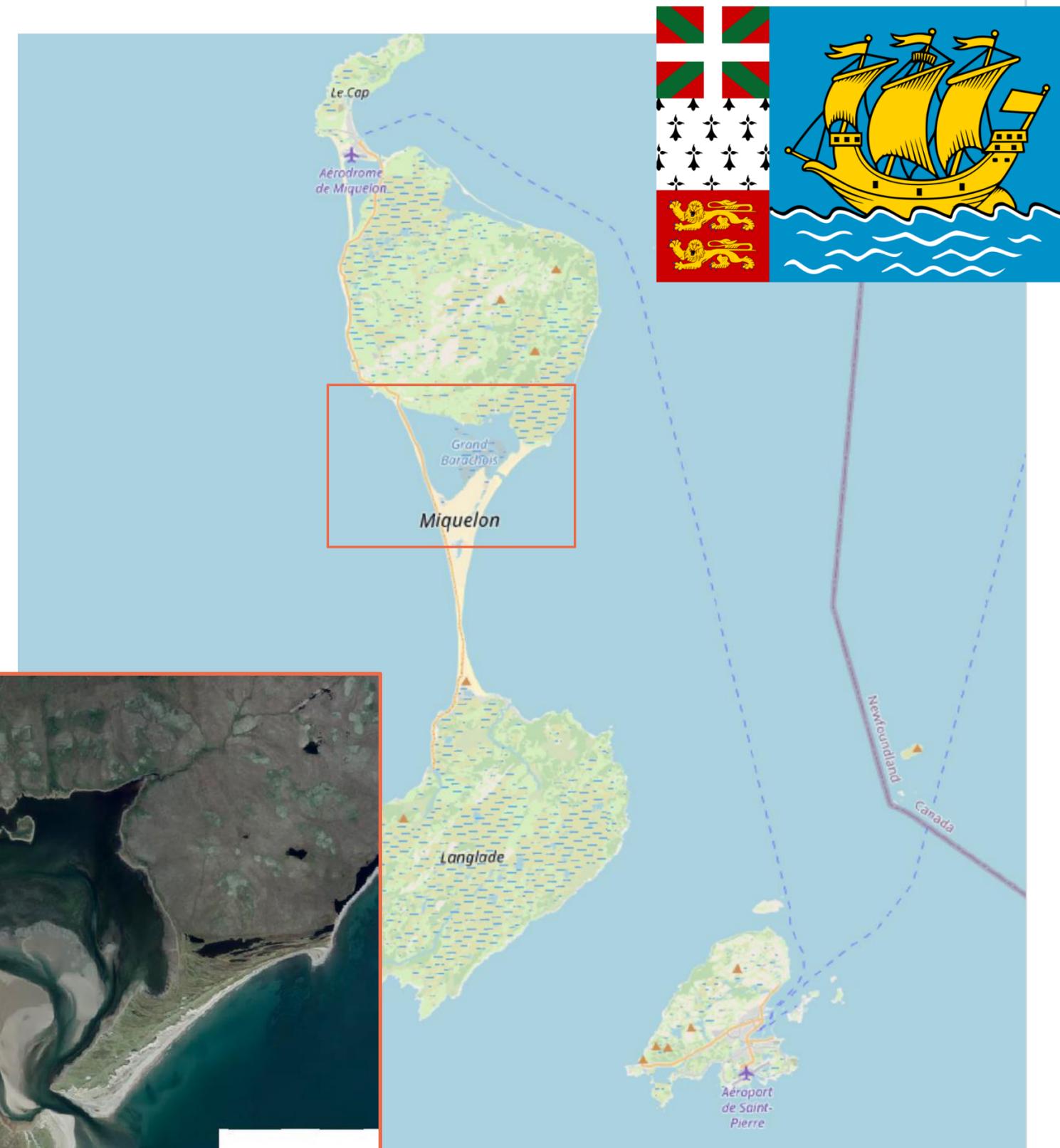
Composé de 9 îles

Miquelon et Langlade reliées par un double tombolo
(isthme sableux)

Le Grand Barachois de Miquelon

Superficie de 18 km²

Regime microtidal



Contexte particulier

Travaux réalisés dans le cadre du projet: **État des lieux du GRAND BARACHOIS à Saint-Pierre et Miquelon et actions en faveur de la connaissance pour des solutions de gestion partagées – BARACHOISPM**

Comblement de la lagune

Prolifération d'algues

Conflits d'usage



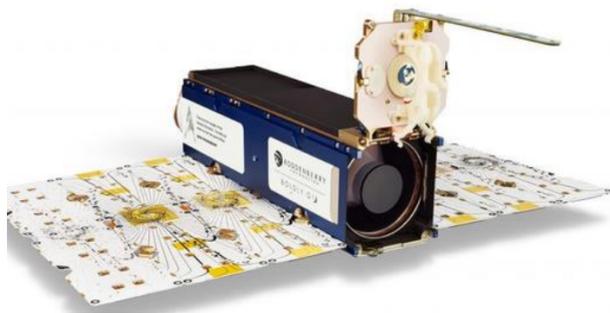
Objectifs

Suivre **l'évolution** du continuum terre-mer du Grand Barachois de Miquelon

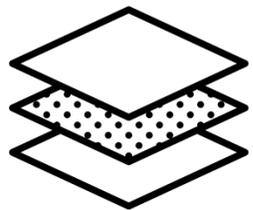
Utiliser l'imagerie satellite PlanetScope pour une **analyse temporelle** détaillée

Tester et appliquer des algorithmes de classification automatique pour **cartographier** les habitats

Méthodologie



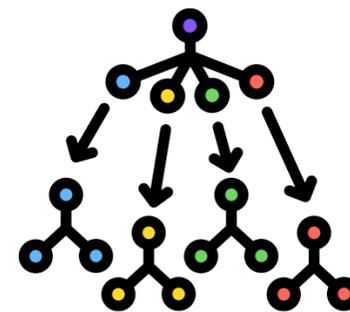
Sources d'imagerie : Nano-satellites
PlanetLabs: PlanetScope
(SuperDove)



Résolution spatiale: 3 m
Résolution spectrale: 8 bandes
spectrales
Résolution temporelle: acquisition
quotidienne



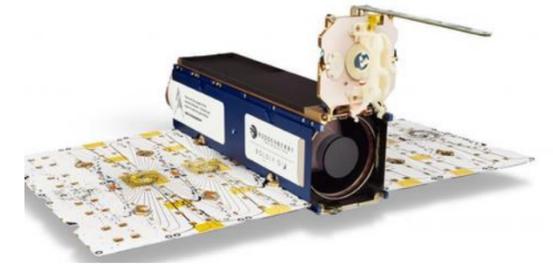
Sélection des images en fonction
de l'absence de nuages.



Classification machine learning
SAGA GIS



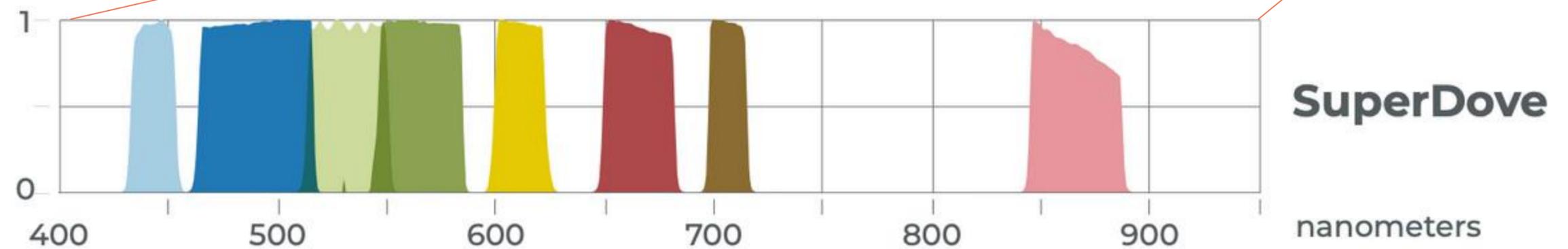
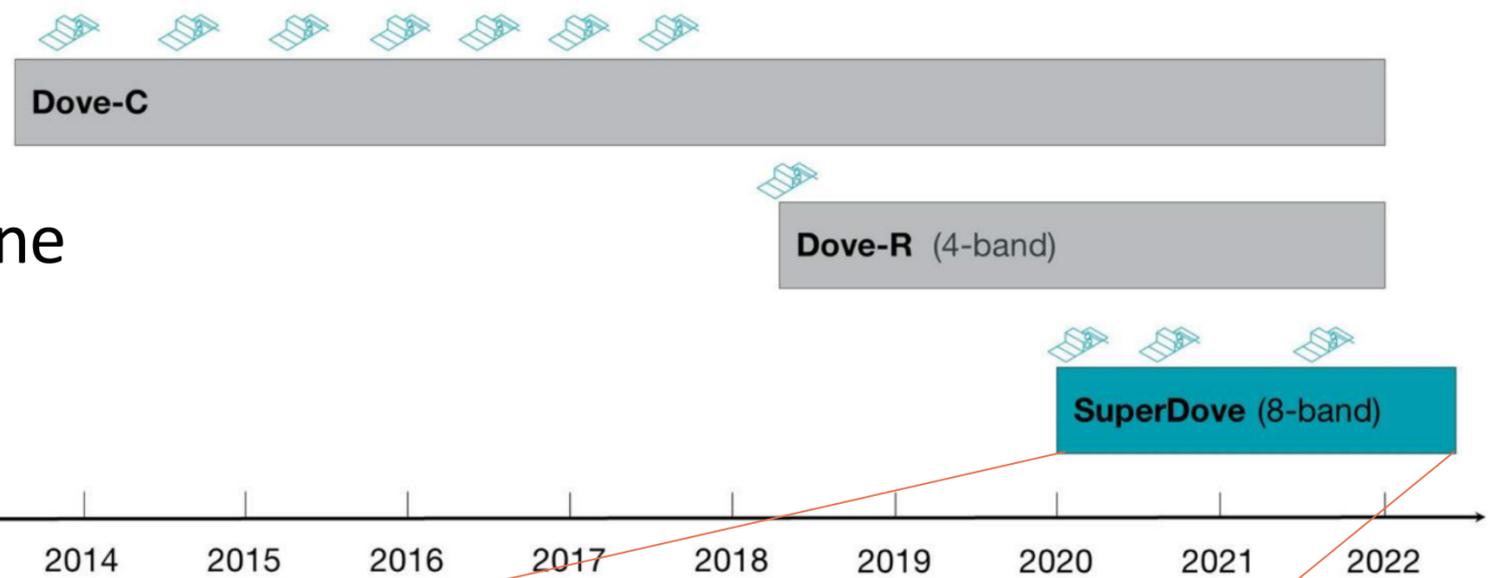
Méthodologie: Données et imagerie



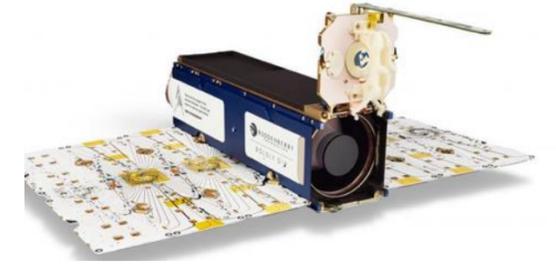
Résolution spatiale: 3 m

Résolution temporelle: acquisition quotidienne

Résolution spectrale: 8 bandes spectrales



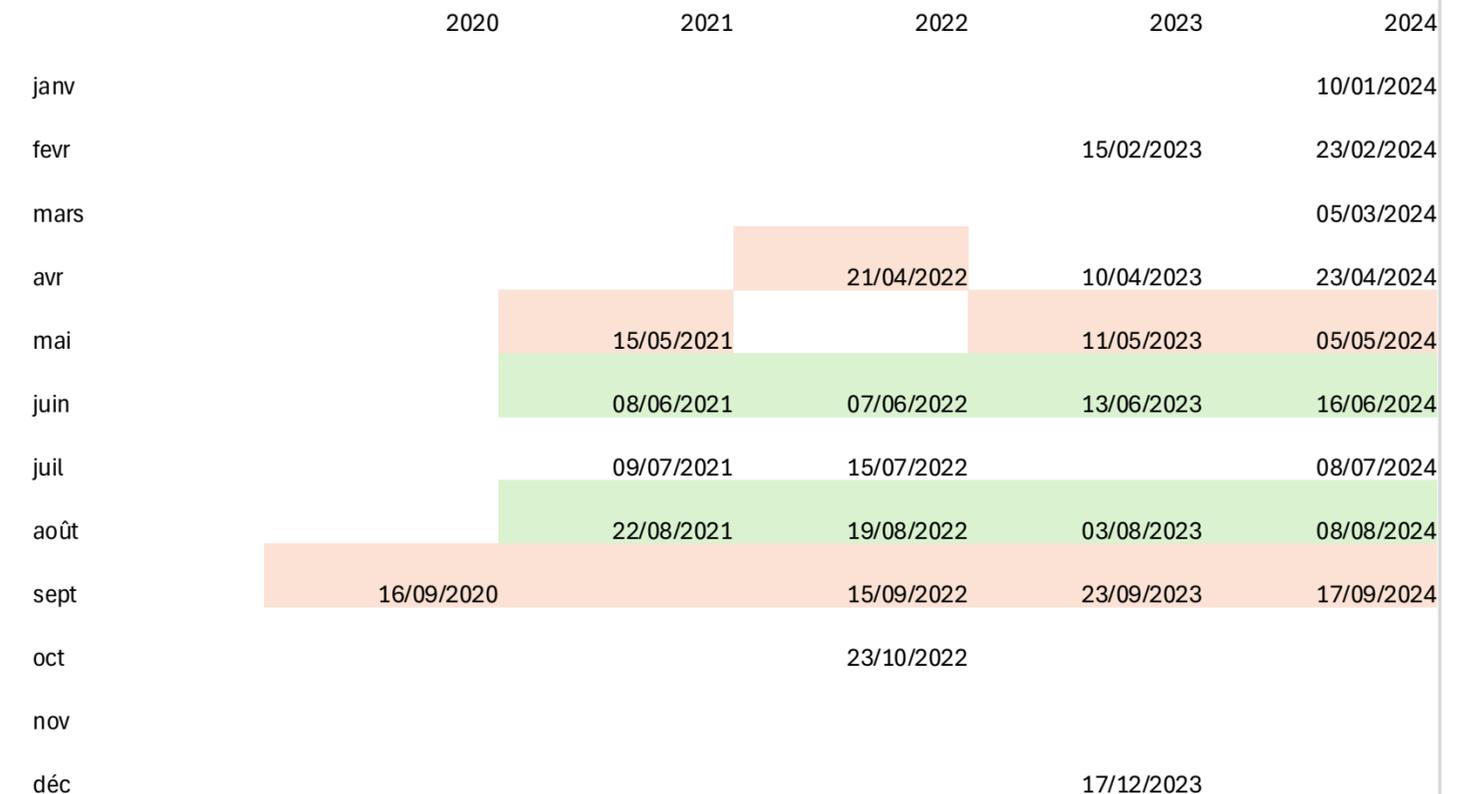
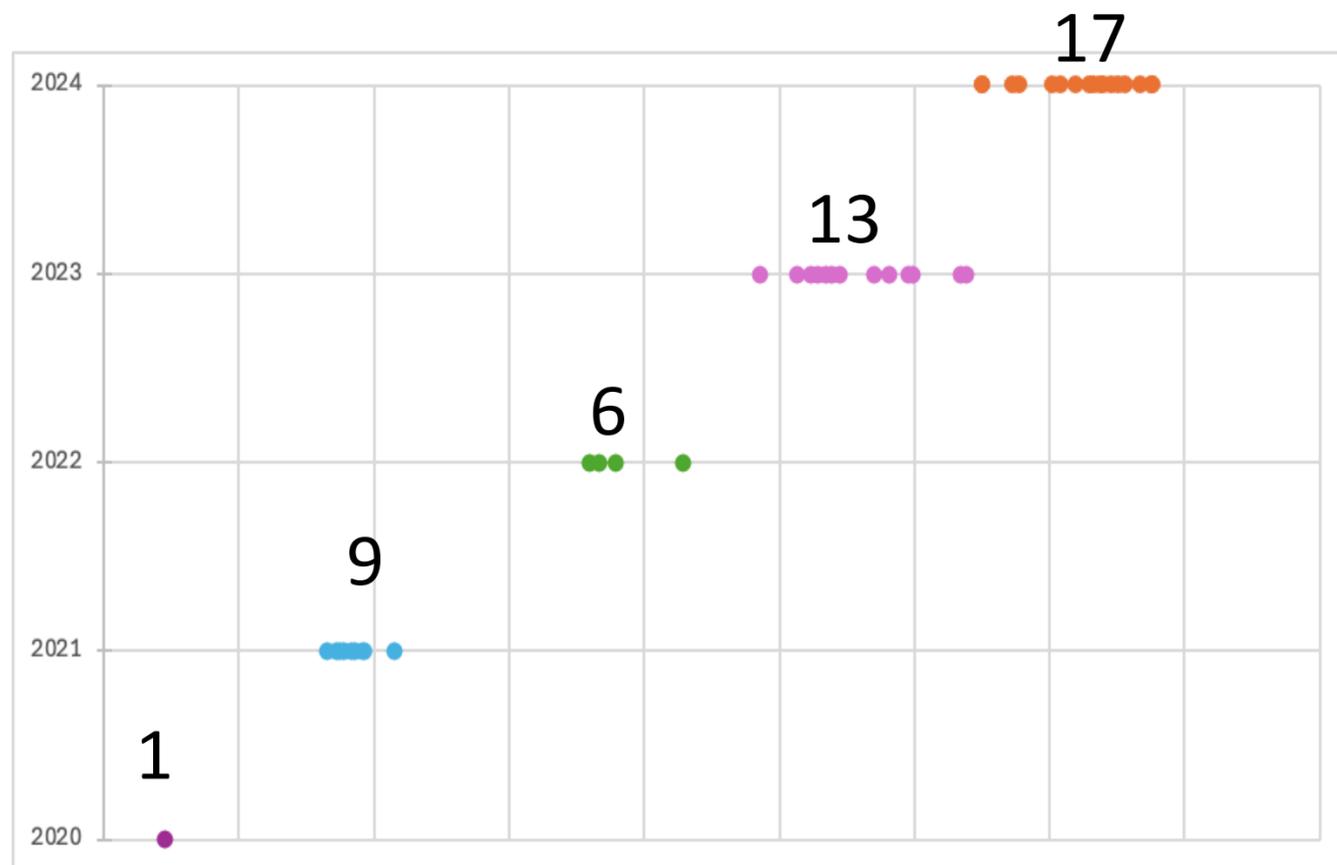
Méthodologie: Données et imagerie



Résolution temporelle: acquisition quotidienne

46 images identifiées depuis 2020

27 ont été sélectionnées



Méthodologie: Prédicteurs spectraux

Utilisation d'indices pour améliorer la détection des habitats du **continuum terre/mer**

NDVI : Évaluation de la santé de la végétation

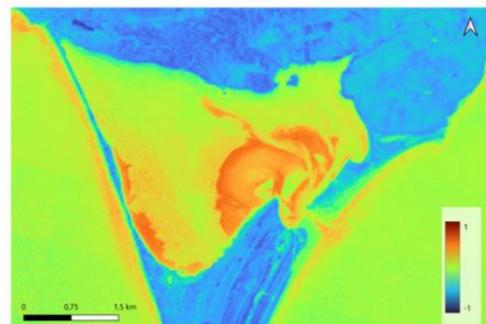
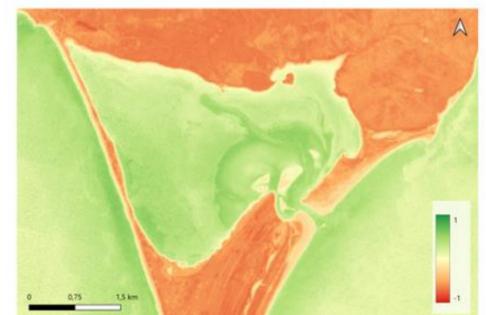
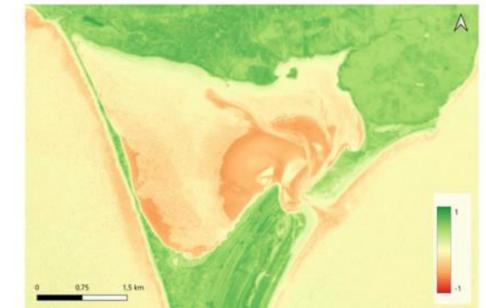
$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$

NDWI : Détection des surfaces en eau

$$NDWI = \frac{G - NIR}{G + NIR}$$

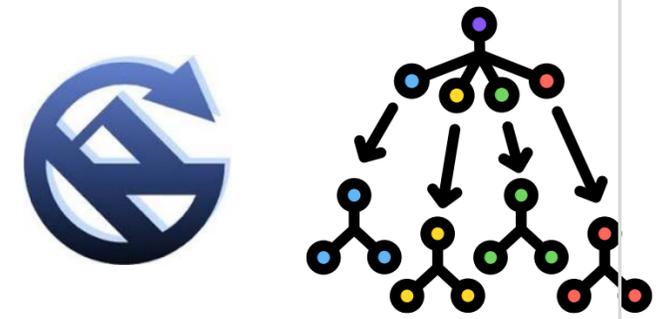
TSM : Analyse de la turbidité des eaux

$$TSM = \frac{R - NIR}{R + NIR}$$



Méthodologie: *Machine learning*

Utilisation de l'algorithme *Random Forest (RF)* pour classifier les habitats
Logiciel libre *SAGA GIS*

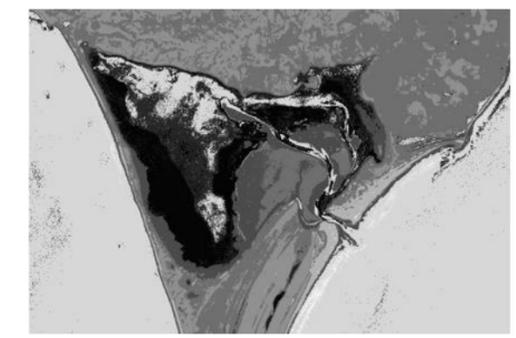
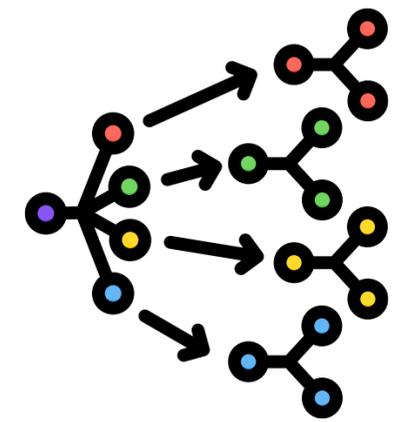
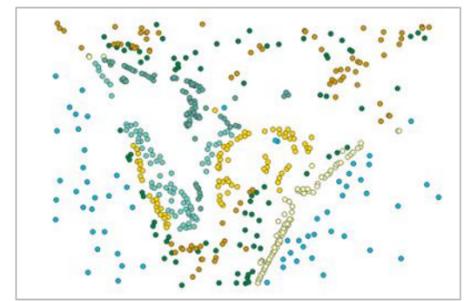


Entraînement
via algorithme *RF*

Création du modèle

Image 1

Données de calibration



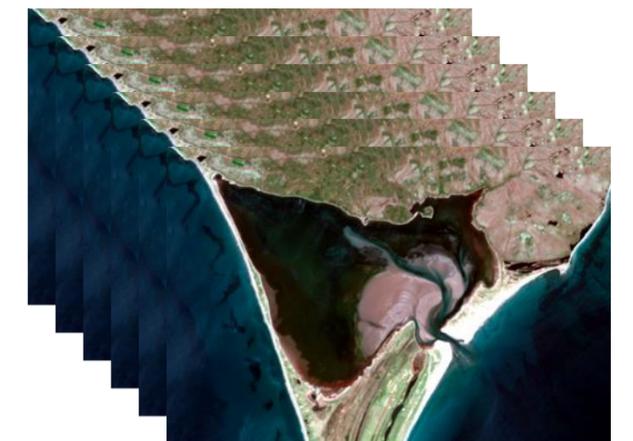
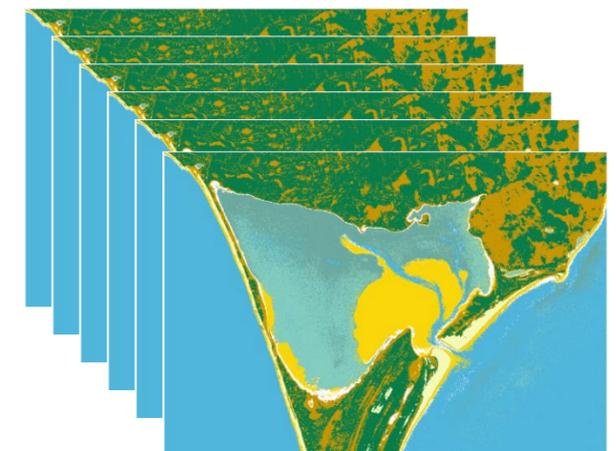
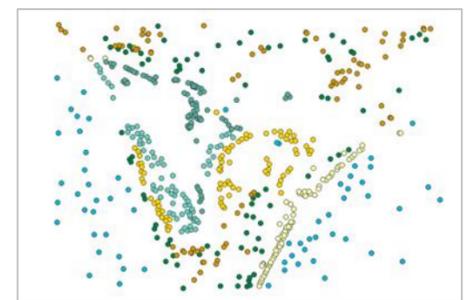
Analyse des précisions

Données de validation

Prédiction

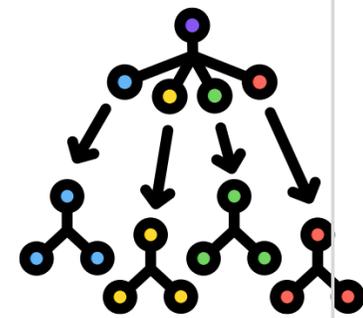
(Application du modèle)

CLASS	1	2	3	4	5
1	6.000000	0.000000	0.000000	0.000000	2.000000
2	0.000000	9.000000	0.000000	0.000000	0.000000
3	0.000000	0.000000	5.000000	0.000000	0.000000
4	0.000000	0.000000	3.000000	8.000000	0.000000
5	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	5.000000
6	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
7	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	1.000000



X Images

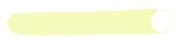
Méthodologie: Machine learning

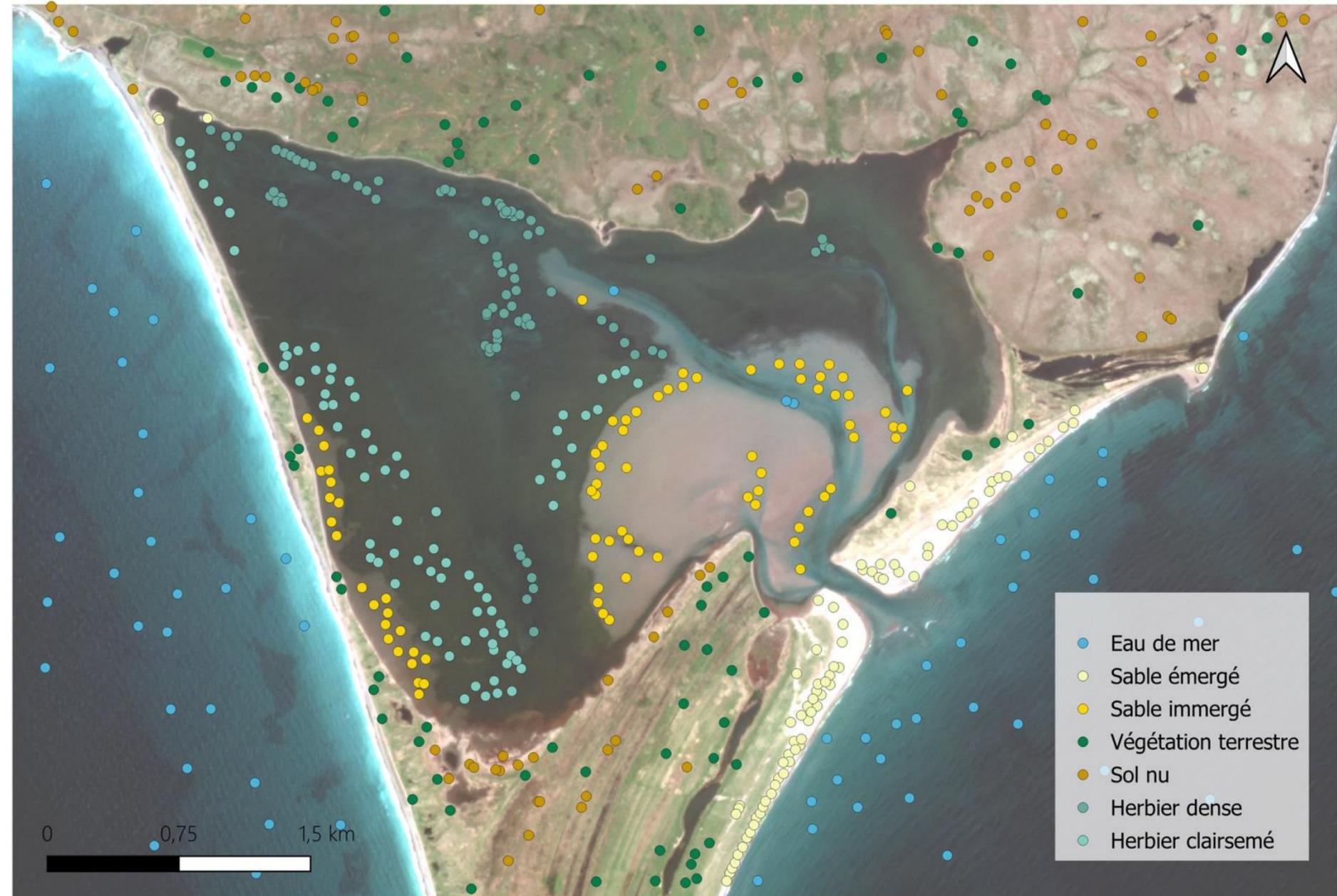


Test d'apprentissage supervisé basé sur juin 2021

Application du modèle entraîné sur juin 2022, 2023 et 2024

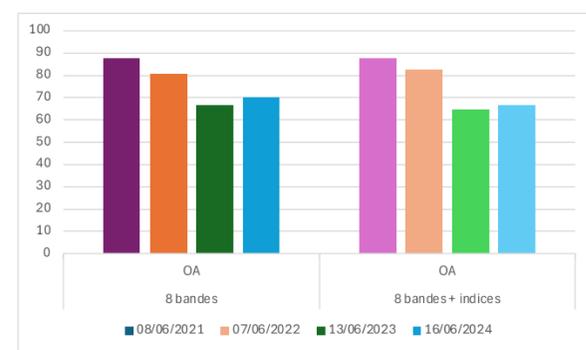
7 classes identifiées:

- Eau de mer 
- Sable émergé 
- Sable immergé 
- Végétation terrestre 
- Sol nu 
- Herbier dense 
- Herbier clairsemé 

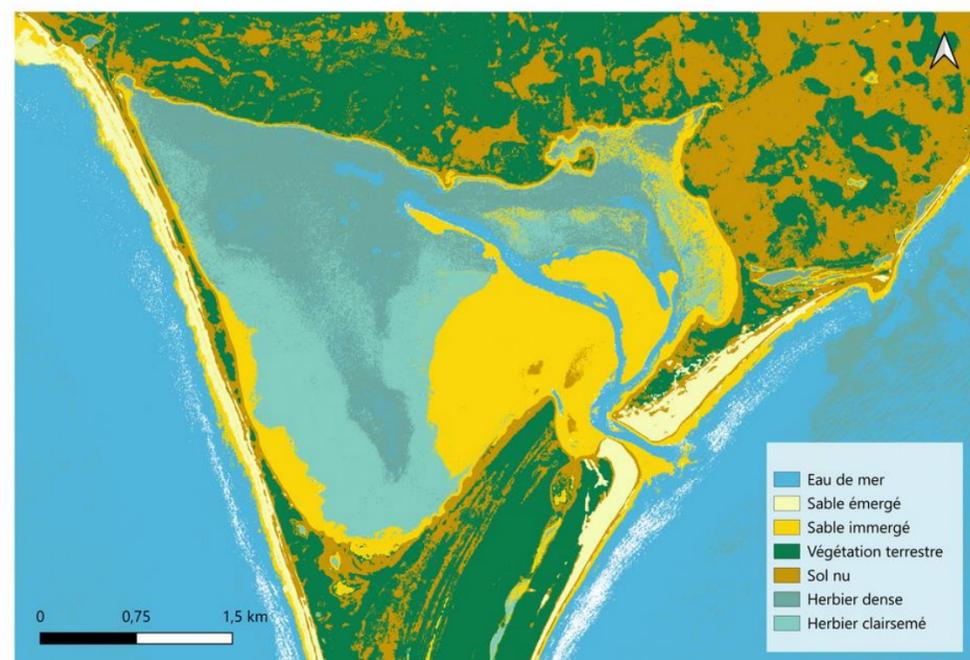


Résultats

Classification bandes spectrales (modèle 2021)

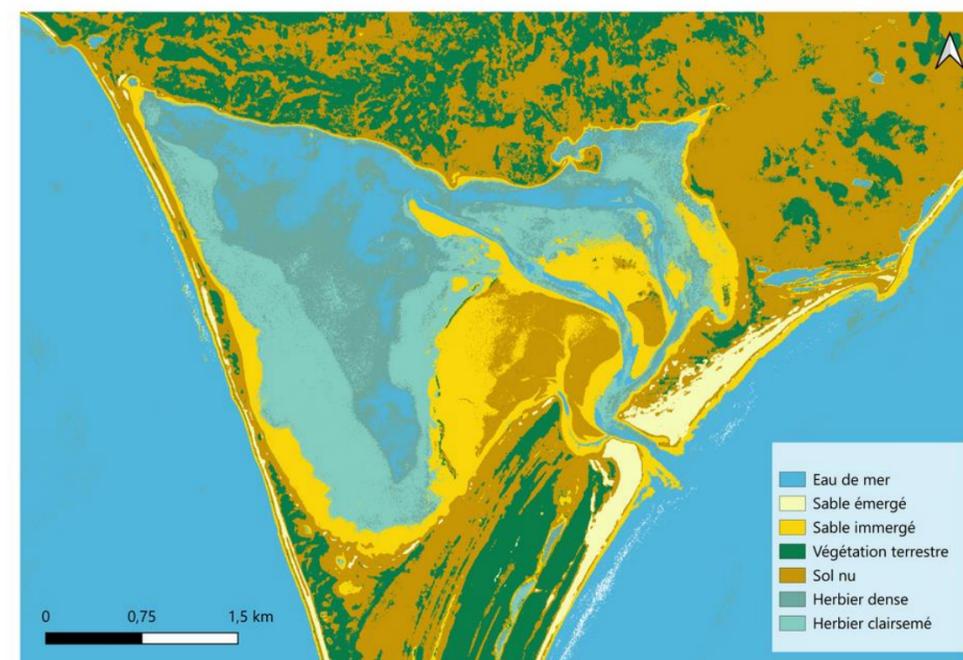


2021-06-08



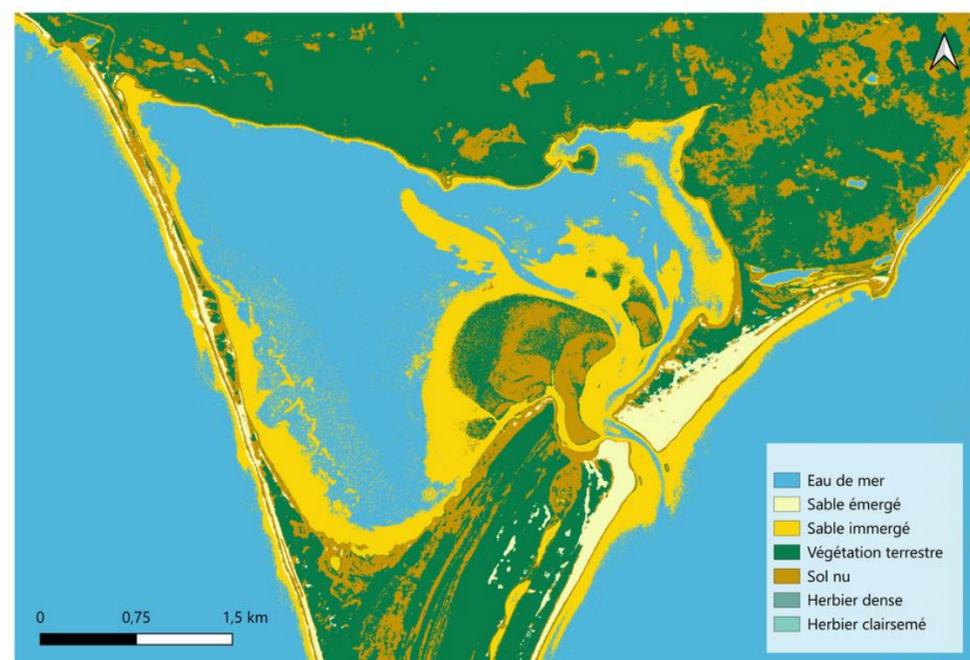
OA: 87,7%

2022-06-07



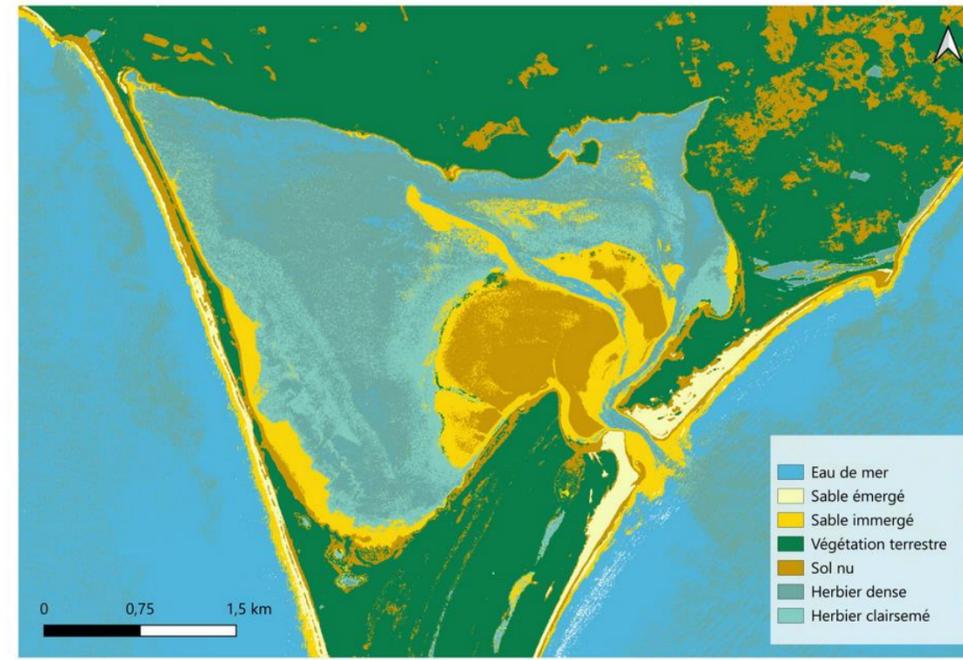
OA: 80,70%

2023-06-13



OA: 66,60%

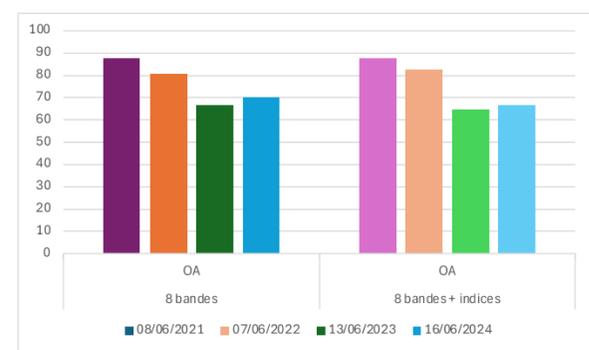
2024-06-16



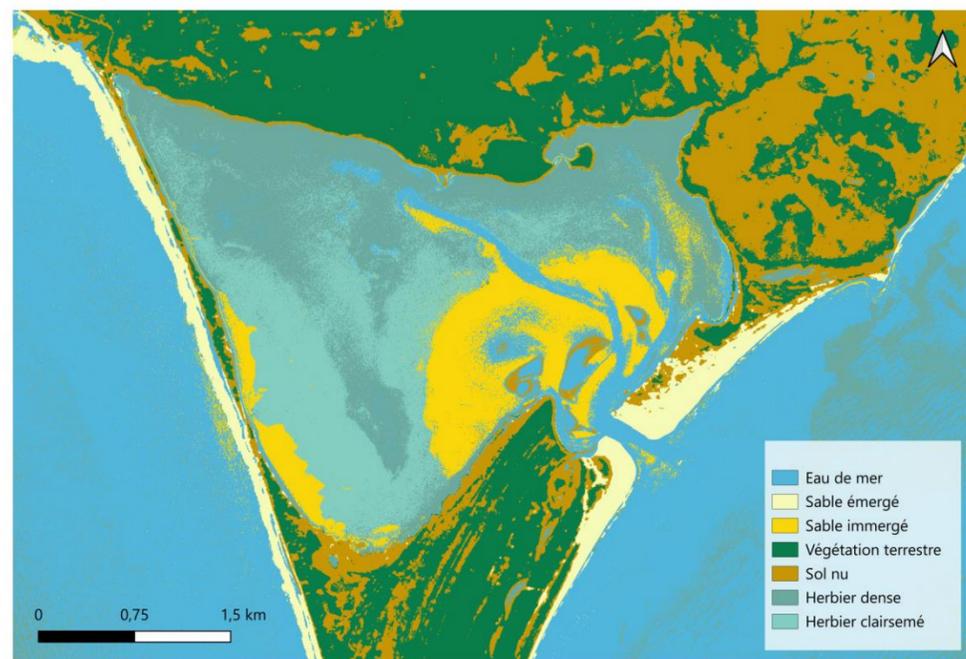
OA: 70,10%

Résultats

Classification bandes spectrales + Indices (modèle 2021)

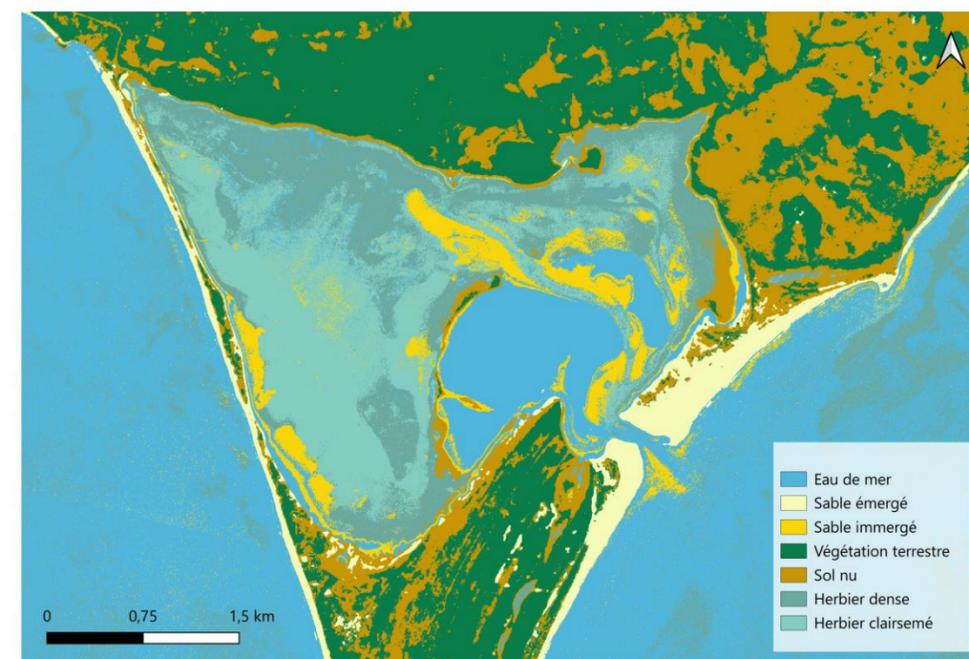


2021-06-08



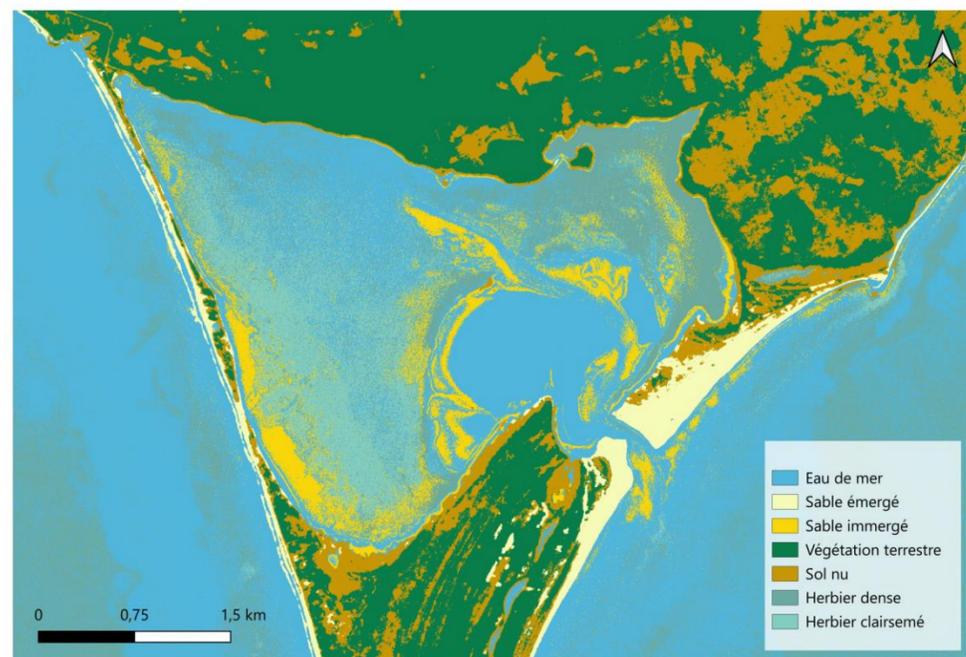
OA: 87,70%

2022-06-07



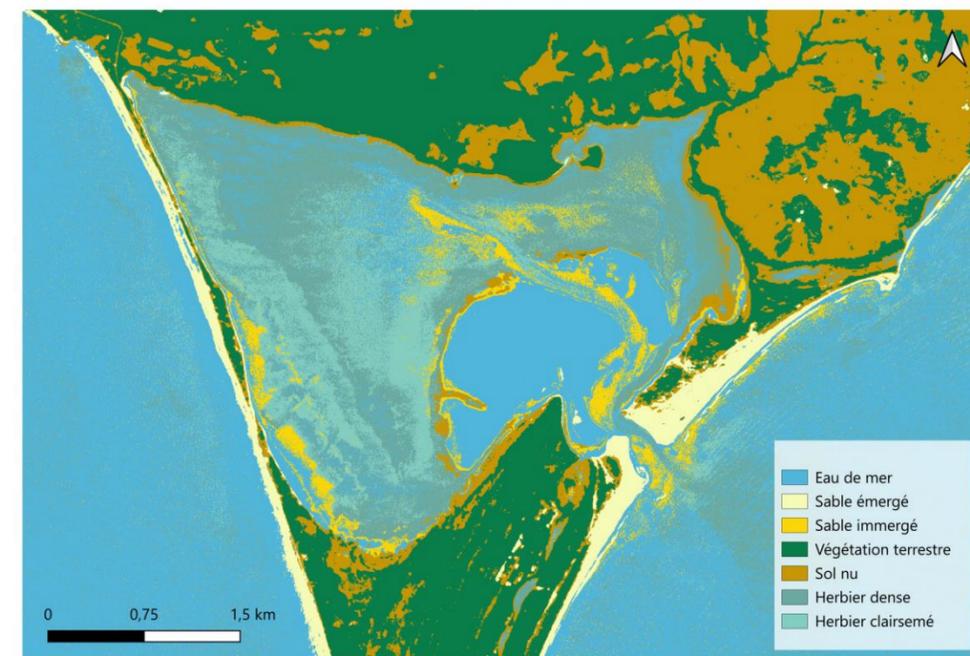
OA: 82,40%

2023-06-13



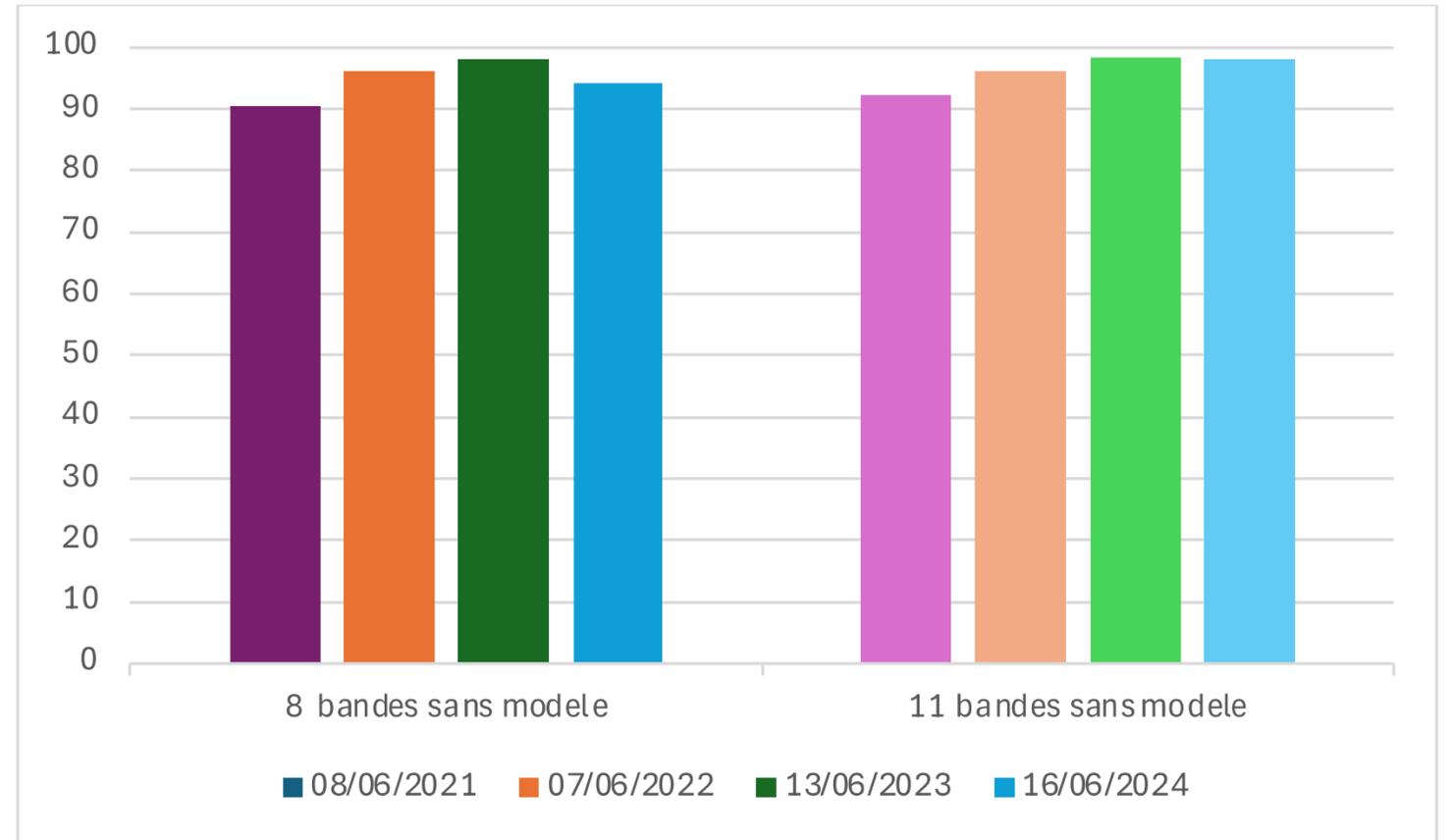
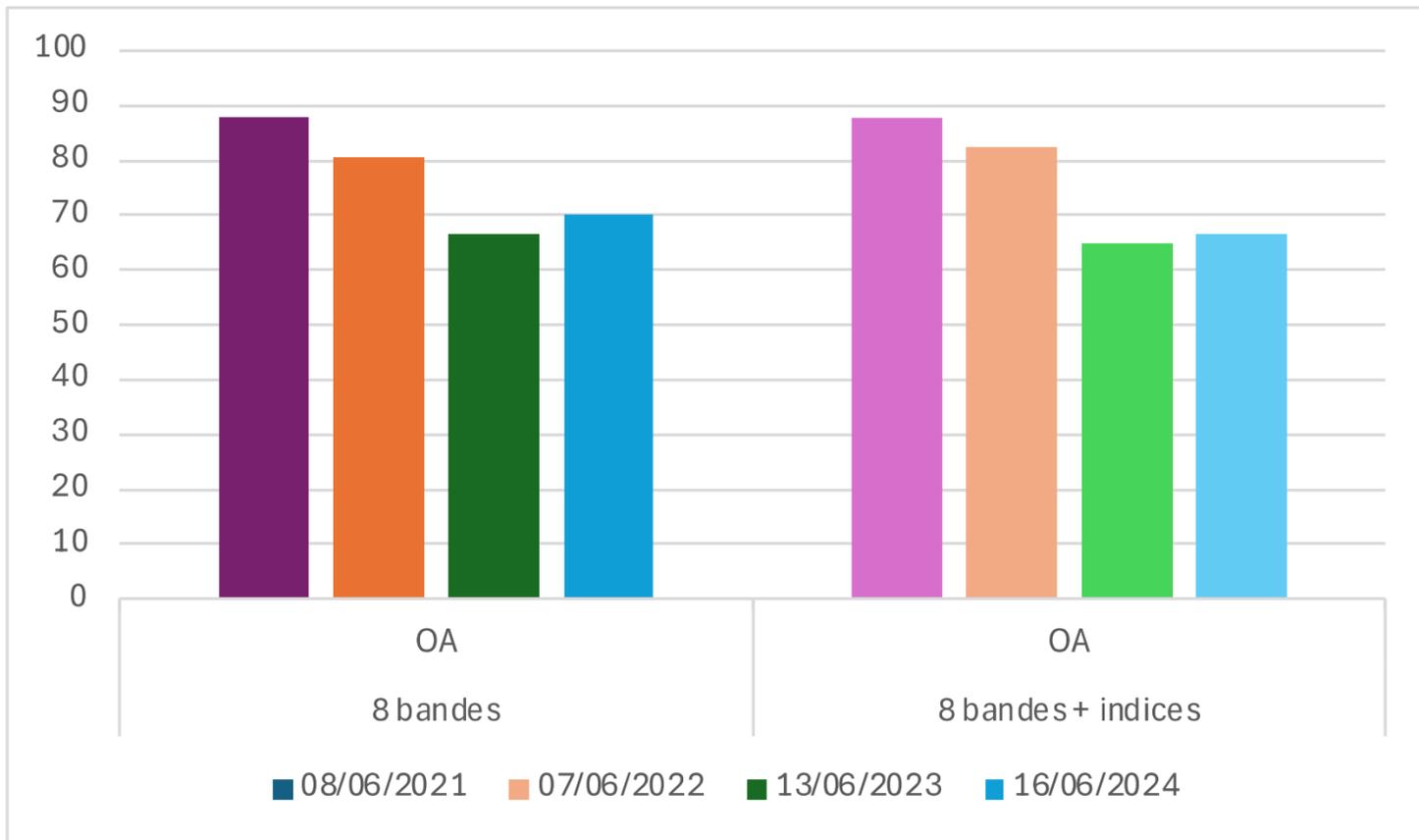
OA: 64,90%

2024-06-16



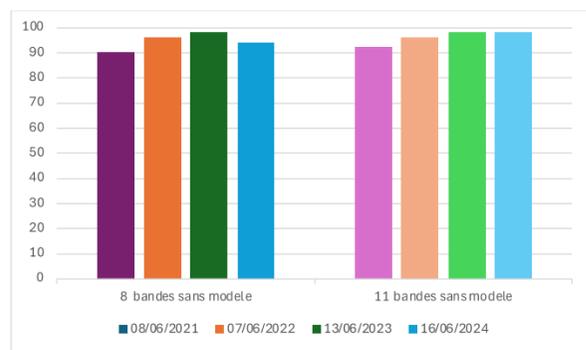
OA: 66,10%

Résultats

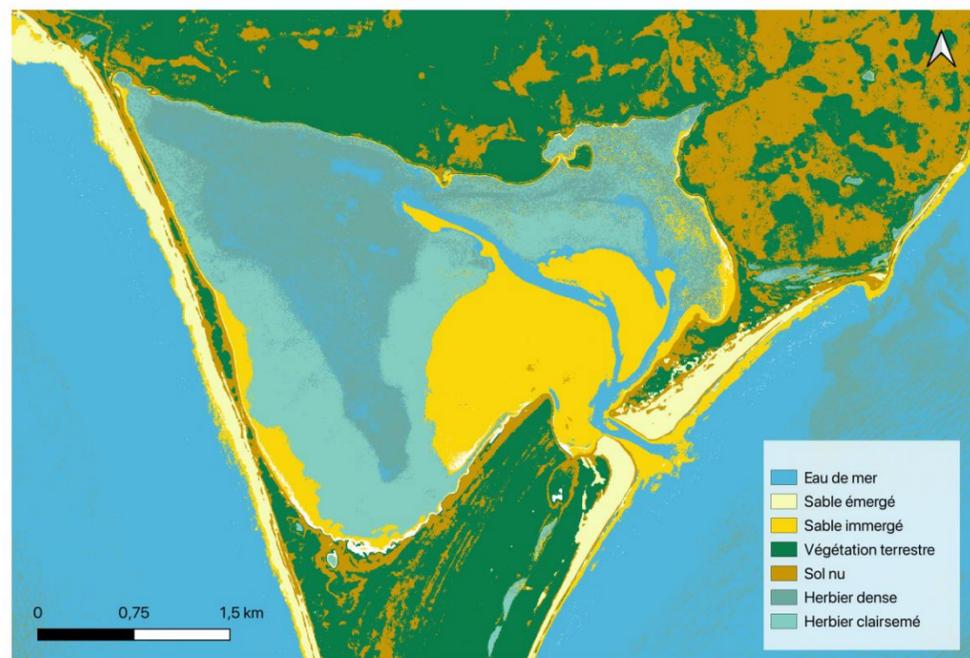


Résultats

Classification bandes spectrales (Sans modèle)

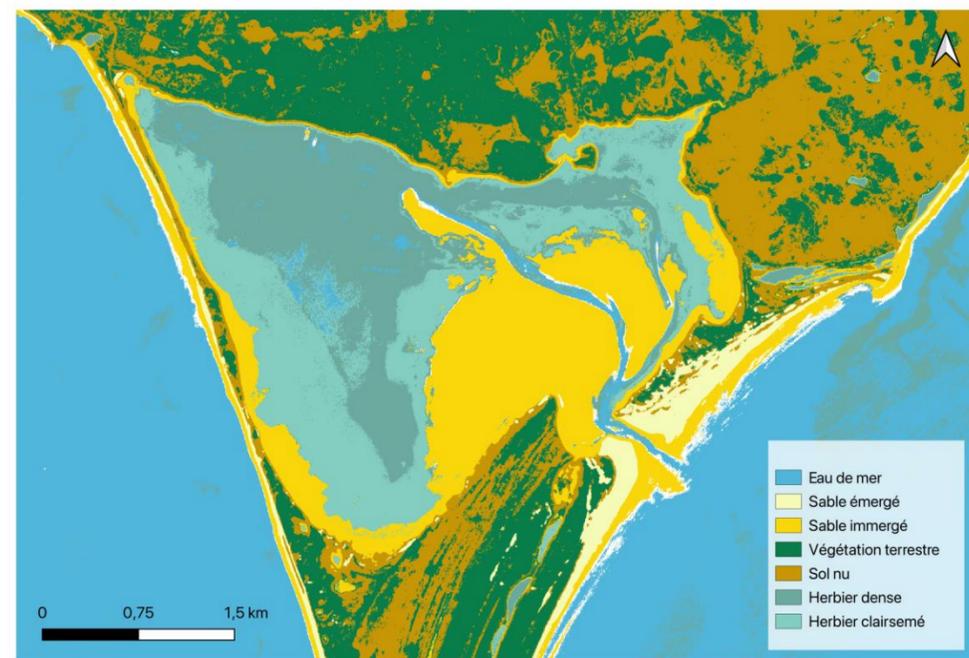


2021-06-08



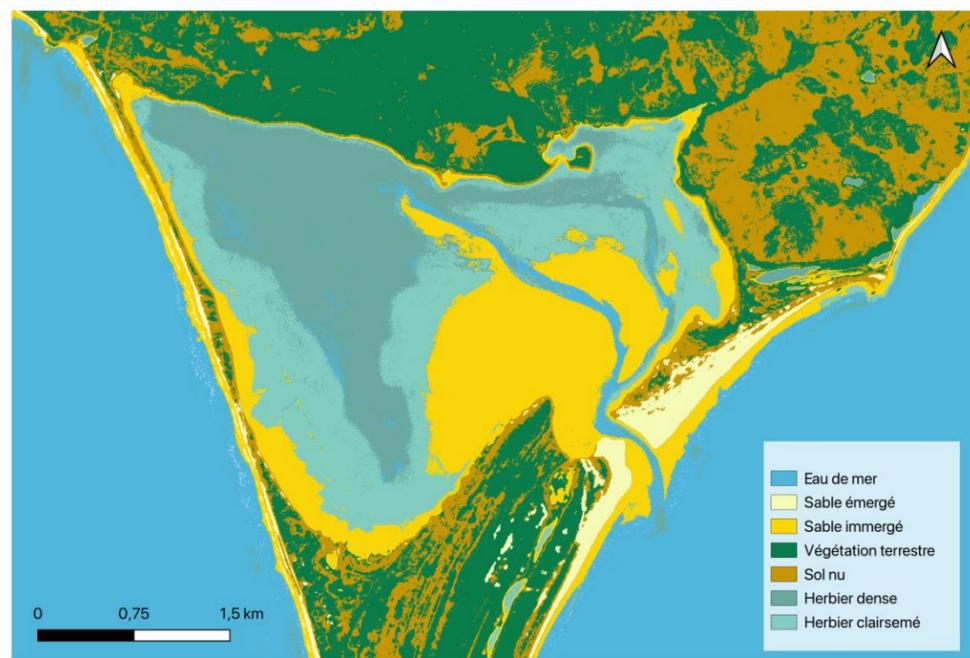
OA: 90,38%

2022-06-07



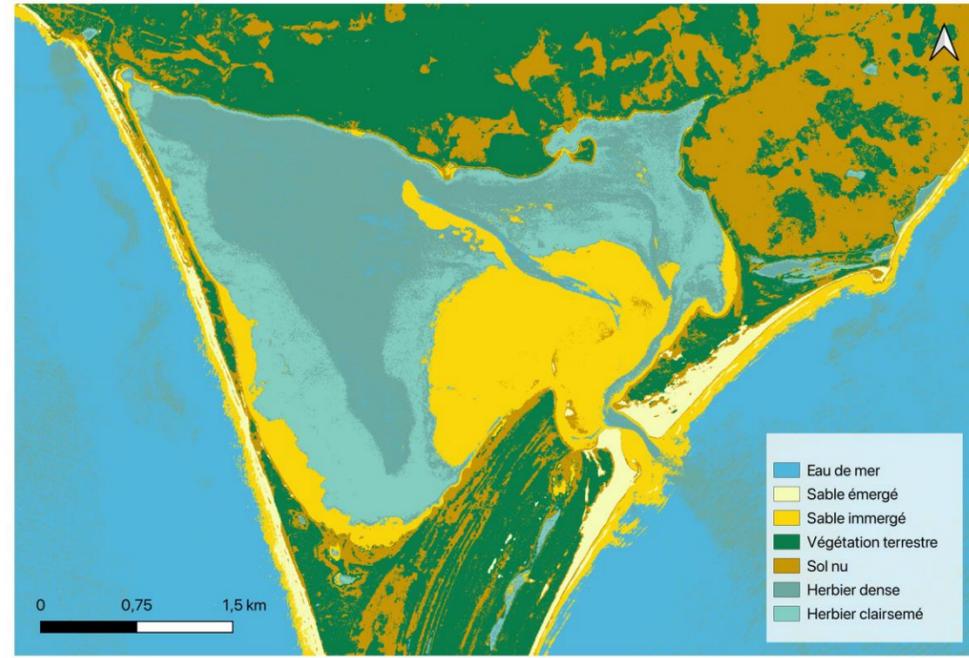
OA: 96,15%

2023-06-13



OA: 98,07%

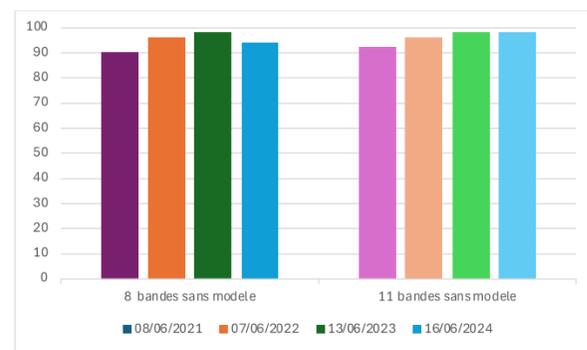
2024-06-16



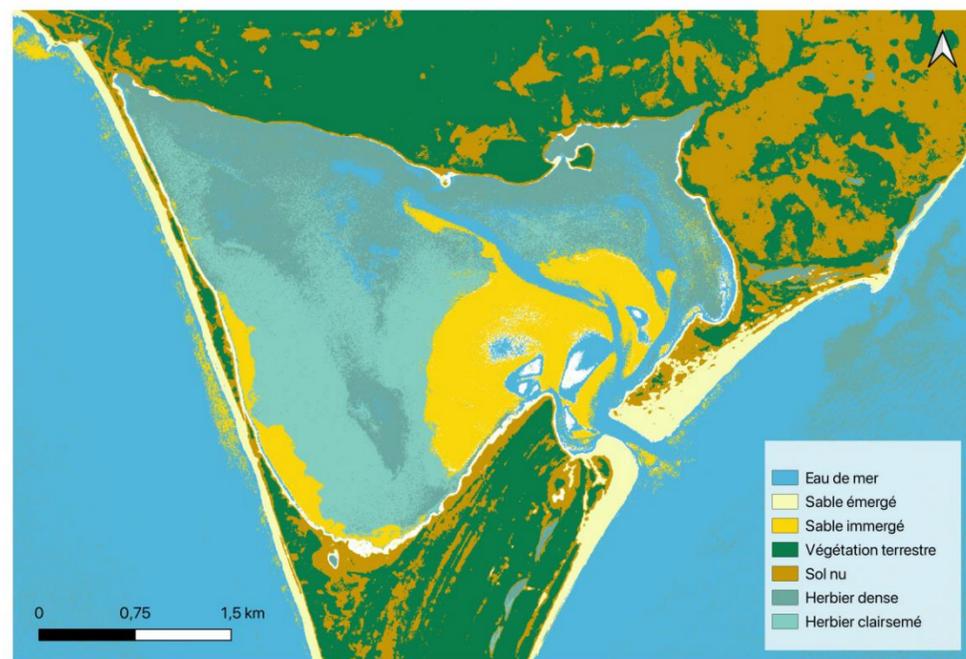
OA: 94,23%

Résultats

Classification bandes spectrales + Indices (Sans modèle)

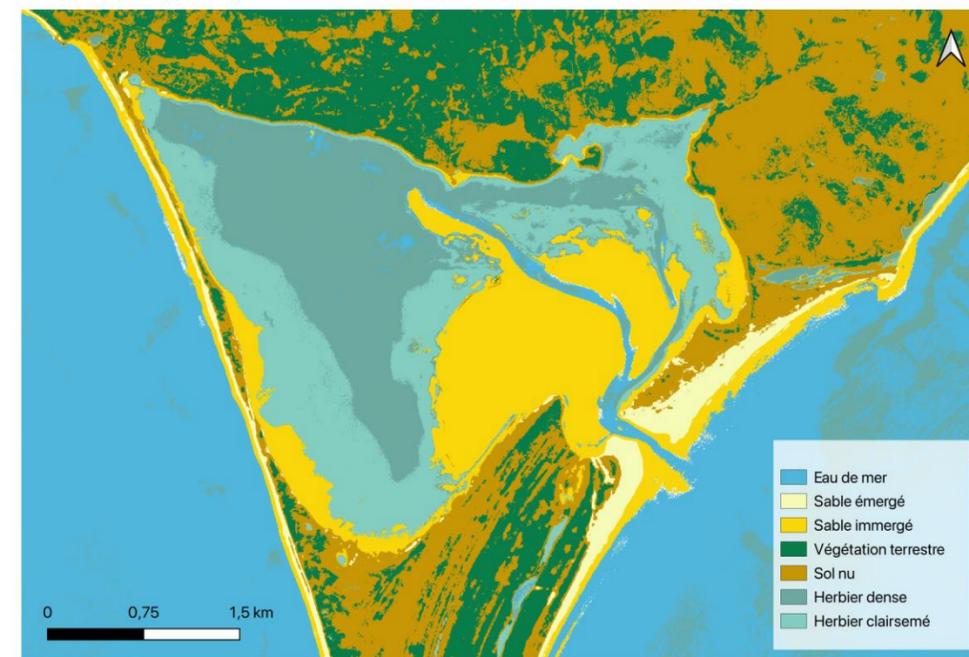


2021-06-08



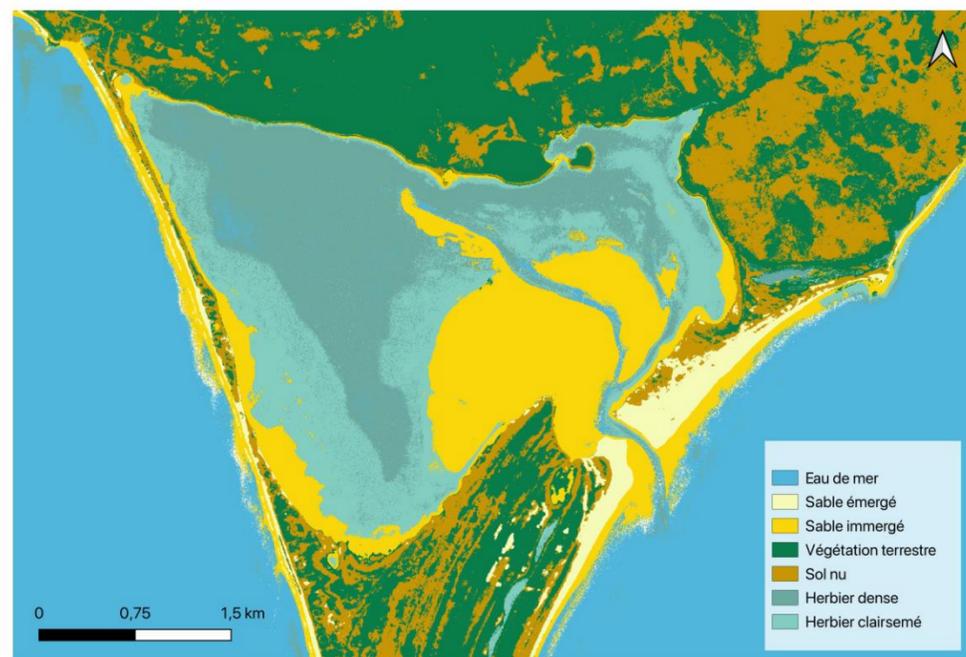
OA: 92,30%

2022-06-07



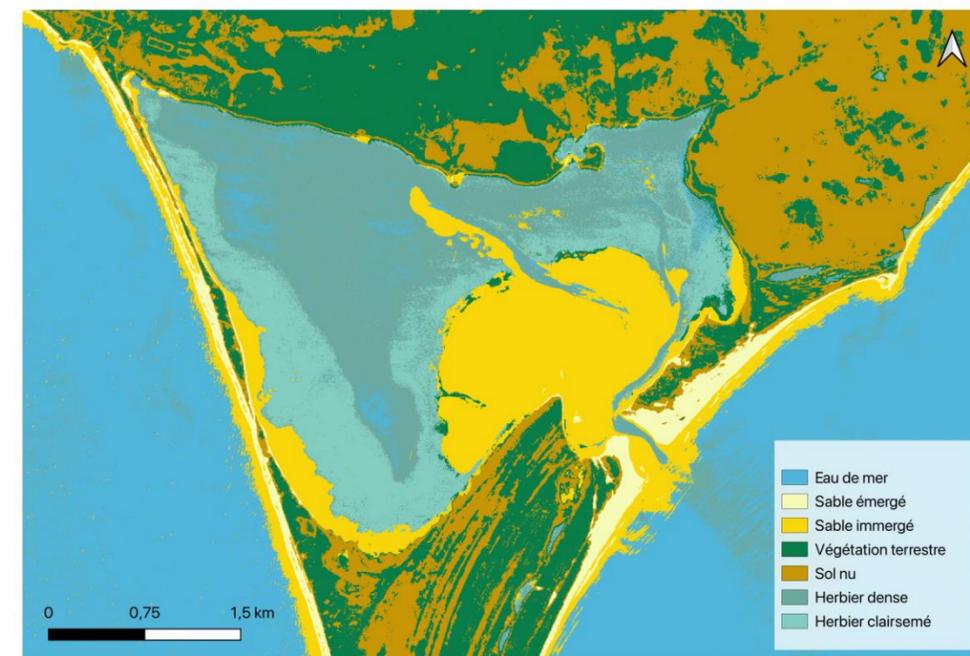
OA: 96,15%

2023-06-13



OA: 98,27%

2024-06-16

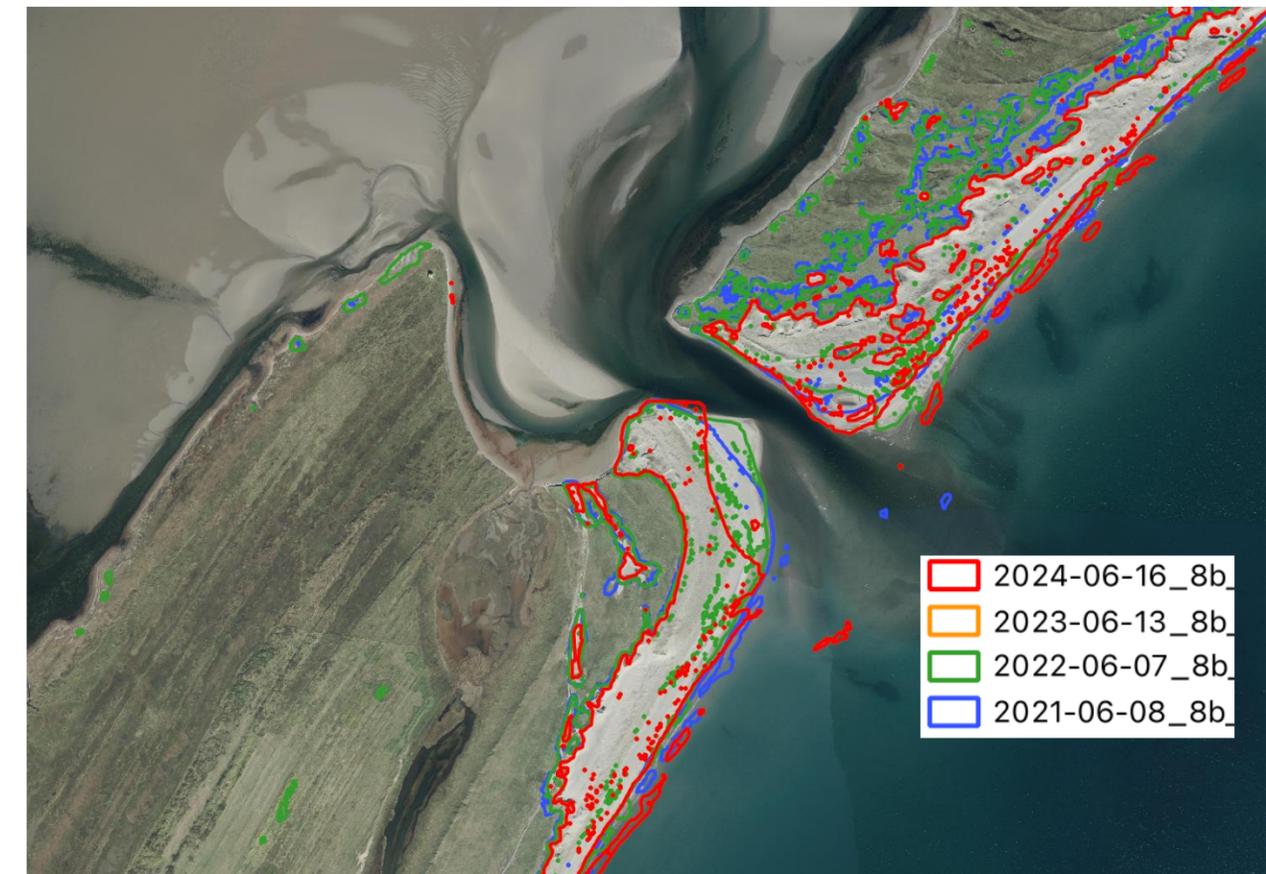
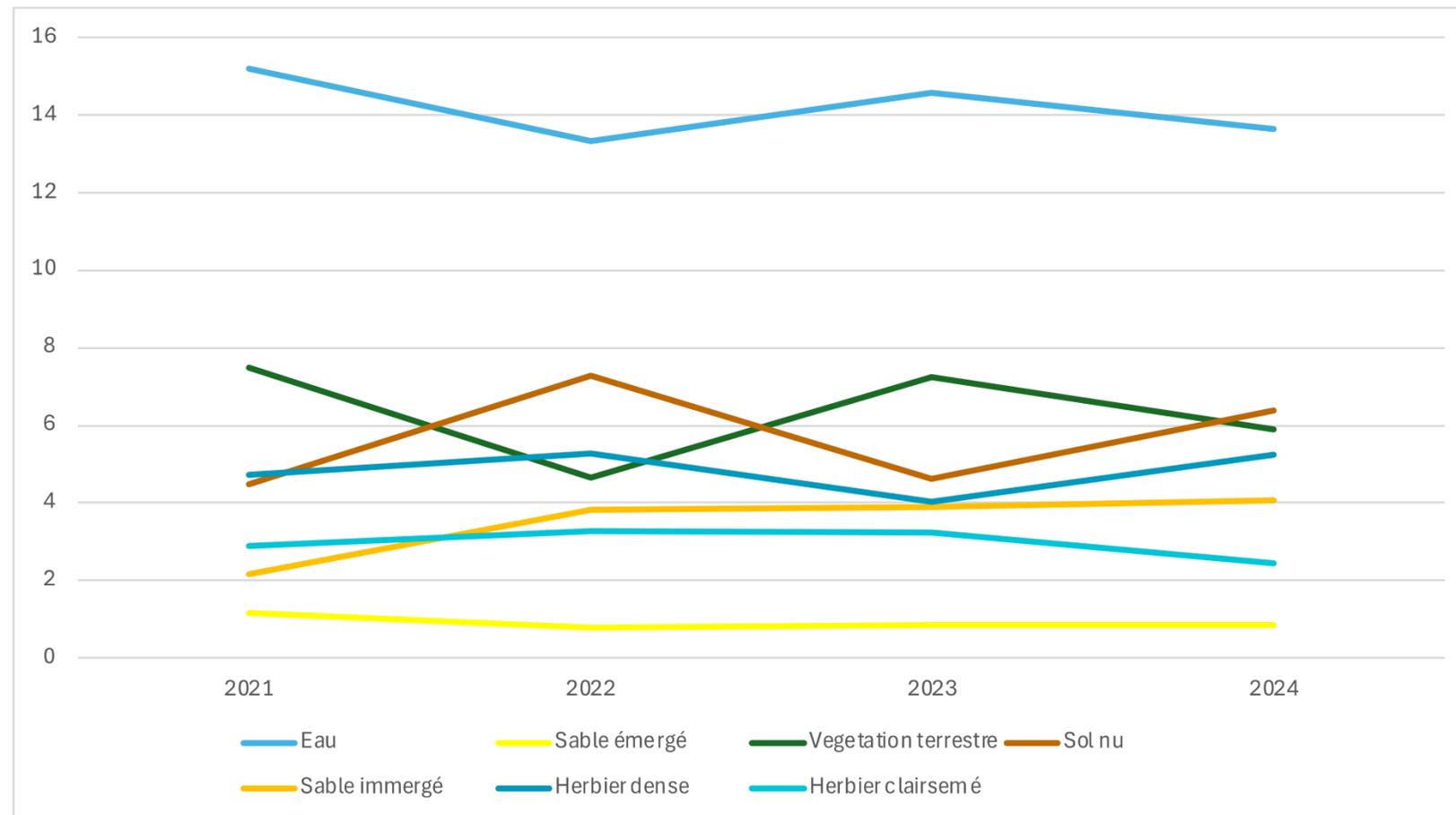


OA: 98,07%

Analyse des dynamiques spatiales et temporelles

Changements observés dans la répartition des habitats

Comparaison des tendances sur 4 ans (juin)



Focus sur la mobilité des bancs de sable à l'intérieur de la lagune

Améliorations et perspectives

Étendre l'analyse à d'autres périodes temporelles
(Changement de l'occupation du sol rapide selon les saisons: neige, sol nu puis végétalisé)

Tester d'autres indices et prédicteurs pour améliorer la classification et détecter des objets omis dans cette étude (ex: détection des algues)

Approfondir l'étude des dynamiques environnementales du site

Visite du site et récolter de données terrain => rejouer les modèles à partir des vérités terrain (juin/juillet 2024)

Conclusion

- L'algorithme de Random Forest est peu transférable sur ce site
- L'imagerie PlanetScope et l'apprentissage automatique permettent un suivi détaillé des habitats avec une acquisition quasi quotidienne
- Les premiers résultats permettent d'étudier l'évolution du continuum terre-mer
- Nécessité de poursuivre l'analyse pour une meilleure compréhension des processus côtiers



Merci pour votre attention

Dorothee JAMES*, Antoine COLLIN, Fabrice TELECHEA, Nicolas ROBIN et Eric FEUNTEUN

19 mars 2025