

Classification des hermelles, dunes et schorres en baie du Mont-Saint-Michel via l'imagerie satellite à très haute résolution temporelle PlanetScope et l'intelligence artificielle

Nogue, L.^{1 2}; Collin, A.^{1 2}; James, D.^{1 2}; Lesacher, M.^{1 2}

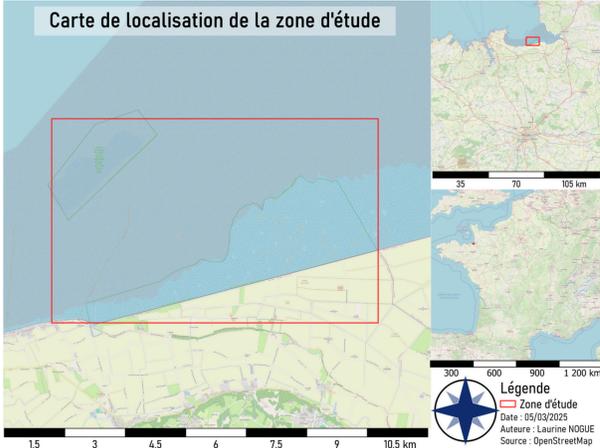
¹Centre de GéoÉcologie Littorale, EPHE-PSL, 35800 Dinard ²Laboratoire de Biologie des Organismes et Écosystèmes Aquatiques, MNHN, 35800 Dinard

La baie du Mont-Saint-Michel

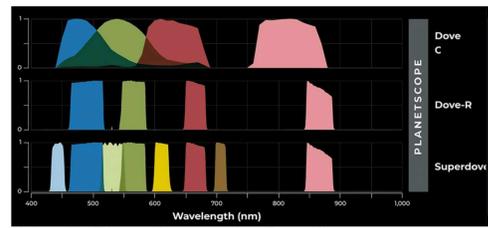
Un site de biodiversité en constante évolution

Les **prés salés, vasières et récifs d'hermelles** présentent de nombreux intérêts écologiques. La morphologie de ces habitats **évolue au cours du temps**, il est donc intéressant de l'étudier.

La **baie du Mont-Saint-Michel**, au large de Cherrueix, abrite **le plus grand récif d'hermelles du monde** : 1km de large et 3km de long. On y retrouve également la formation de **dunes de sables** dont on peut observer sur plusieurs années le déplacement jusqu'au pré salé (**Schorre**) (Collin et al., 2018).



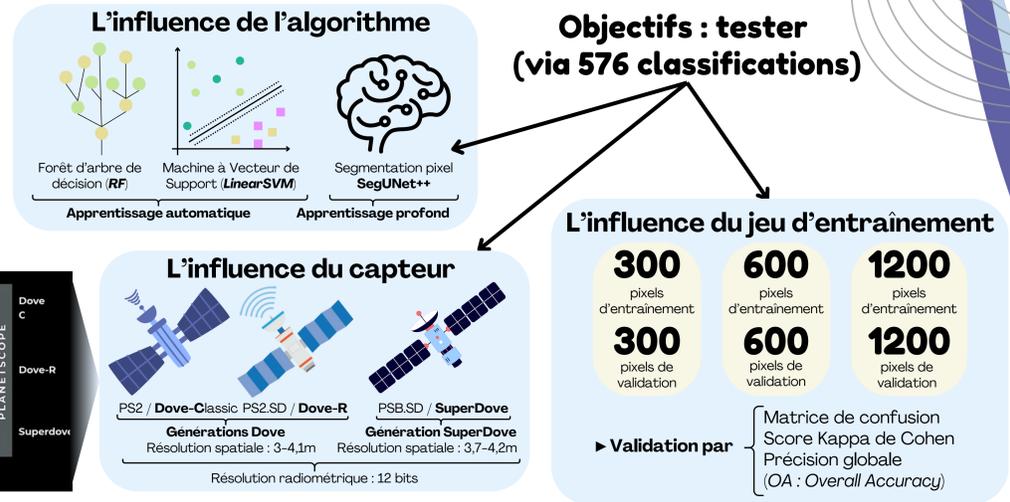
Ce site de **40km²** est survolé quotidiennement depuis plusieurs années par des satellites de la compagnie **PlanetLabs**, ce qui en fait une zone d'étude par télédétection.



Suivi de l'évolution du complexe écosystémique Via des modèles d'apprentissage automatique

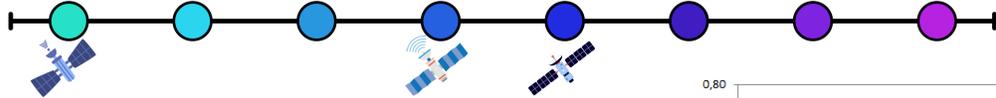
Hypothèse :

L'utilisation de modèles **d'apprentissage automatique superficiel et profond** nous permettent de **suivre l'évolution** de l'occupation du sol de la **baie du Mont-Saint-Michel** au cours du temps à partir de données **PlanetScope**.



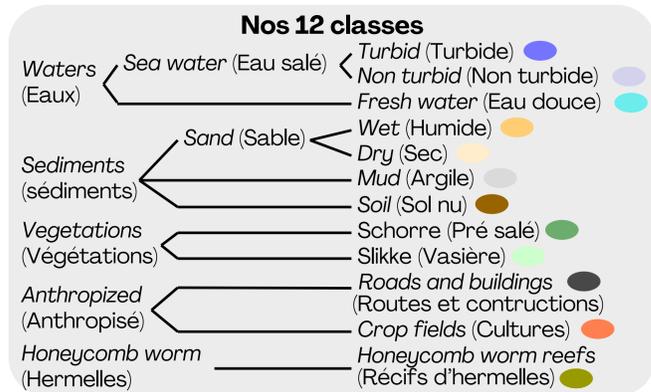
Matériel et méthode

23/09/2017 26/09/2018 18/09/2019 02/09/2020 06/09/2021 19/09/2022 15/09/2023 18/09/2024



Choix du mois de Septembre

Au mois de septembre, la végétation est plus facile à identifier sur image satellite.



Intelligence artificielle (IA)

Apprentissage automatique Machine learning

Random Forest

Modèle basé sur des arbres de décisions.

✓ Supporte les données hétérogènes

✓ Robuste

✗ Ignore la structure spatiale des pixels → Précision limitée

Linear SVM

Modèle basé sur la séparation linéaire des classes.

✓ Efficace

✓ Mémoire optimisée

✗ Ne capture pas les motifs spatiaux sensibles

Apprentissage profond Deep learning

SegUNet++

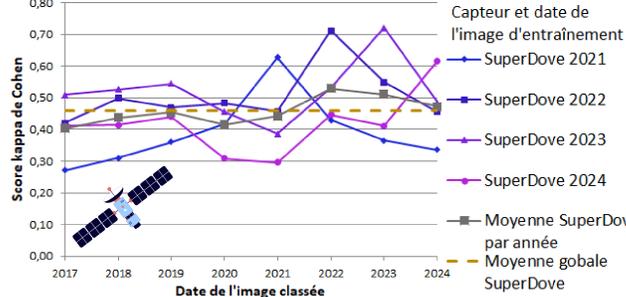
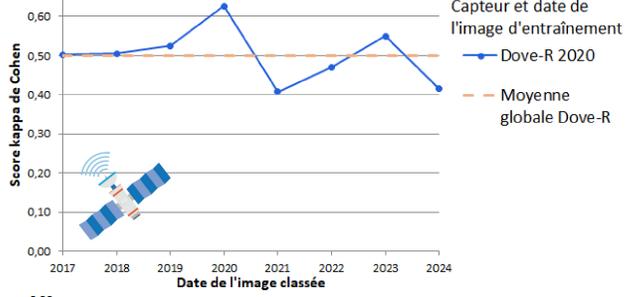
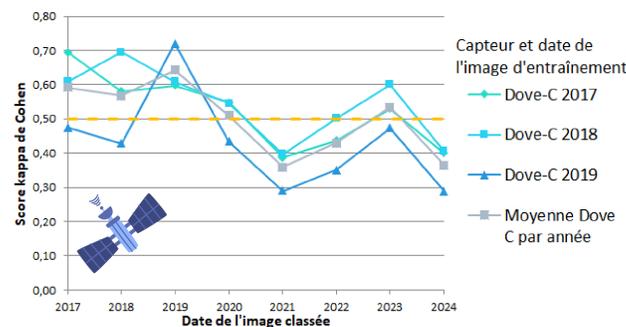
Dérivé de SegUNet, modèle de segmentation pixel dont l'architecture est en U.

✓ Relation spatiale des pixels

✓ Segmentation performante

✗ Nécessite un grand jeu d'entraînement

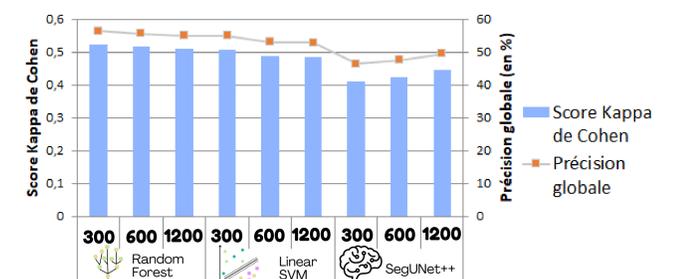
✗ Calcul lourd



Principaux résultats Évaluation de la performance des modèles

Diagramme linéaire de la performance des modèles tout algorithme confondu selon le capteur et l'année de capture

- Une **meilleure performance** moyenne sur les modèles entraînés sur **Dove-C ou Dove-R**.
- Tout capteur confondu :
 - Meilleure performance globale sur l'année **d'entraînement**.
 - **Meilleure** classification de l'image SuperDove **2023**.
 - **Moins bonne** classification de l'image SuperDove **2021**.



Histogramme de la performance de chaque modèle selon l'algorithme utilisé et la taille du jeu d'entraînement

- **Dégradation** des performances de **RF et LinearSVM** avec l'**agrandissement** du jeu de données d'entraînement.
- **Amélioration** des performances de **SegUNet++** avec l'**agrandissement** du jeu de données d'entraînement.
- **Meilleures performances globales de Random Forest**.
- Moyenne des **écarts types standards** sur chaque algorithme :
 - **Random Forest** : 0,1525
 - **Linear SVM** : 0,1167 (-23,47% par rapport à RF)
 - **SegUNet++** : 0,1138 (-25,38% par rapport à RF)

Perspectives

8 bandes spectrales

Entraîner des modèles **exclusivement** sur les images SuperDove avec les 8 bandes spectrales.

Entraînement multidate

Entraîner les modèles sur **plusieurs dates** en même temps.
► Combien de dates ? Quelles dates ?

Autres sources de données

Tester d'autres sources de données, tels que les **capteurs Spot 6, Spot 7 ou encore Pléiades**.

Suivi de la morphodynamique

Voir quels modèles sont les **plus performants** pour **chaque type de milieu** : récifs d'hermelles, dunes de sable, schorre...

Conclusion

Avec un **faible jeu** de données d'entraînement le modèle le plus performant semble être celui de **Random Forest**. En revanche, pour un même jeu d'entraînement, celui-ci semble moins bon que le **LinearSVM** en terme de **transférabilité** du modèle à une autre date que celle utilisée lors de l'entraînement. Le modèle **le plus transférable** reste celui du **Deep Learning** (apprentissage profond), **SegUNet++** dans cette étude, seulement pour obtenir des résultats satisfaisant, celui-ci nécessite un **grand jeu** de données d'entraînement

Sources

- Antoine Collin, Stanislas Dubois, Dorothée James, Camille Ramambason, Hélène Gloria, et al. Complexité structurale des récifs biogéniques d'hermelles (Sabellaria alveolata) par drone aérien. 2ème colloque merigéo, Mar 2018, Aix-en-Provence, France. fffal-01812540f