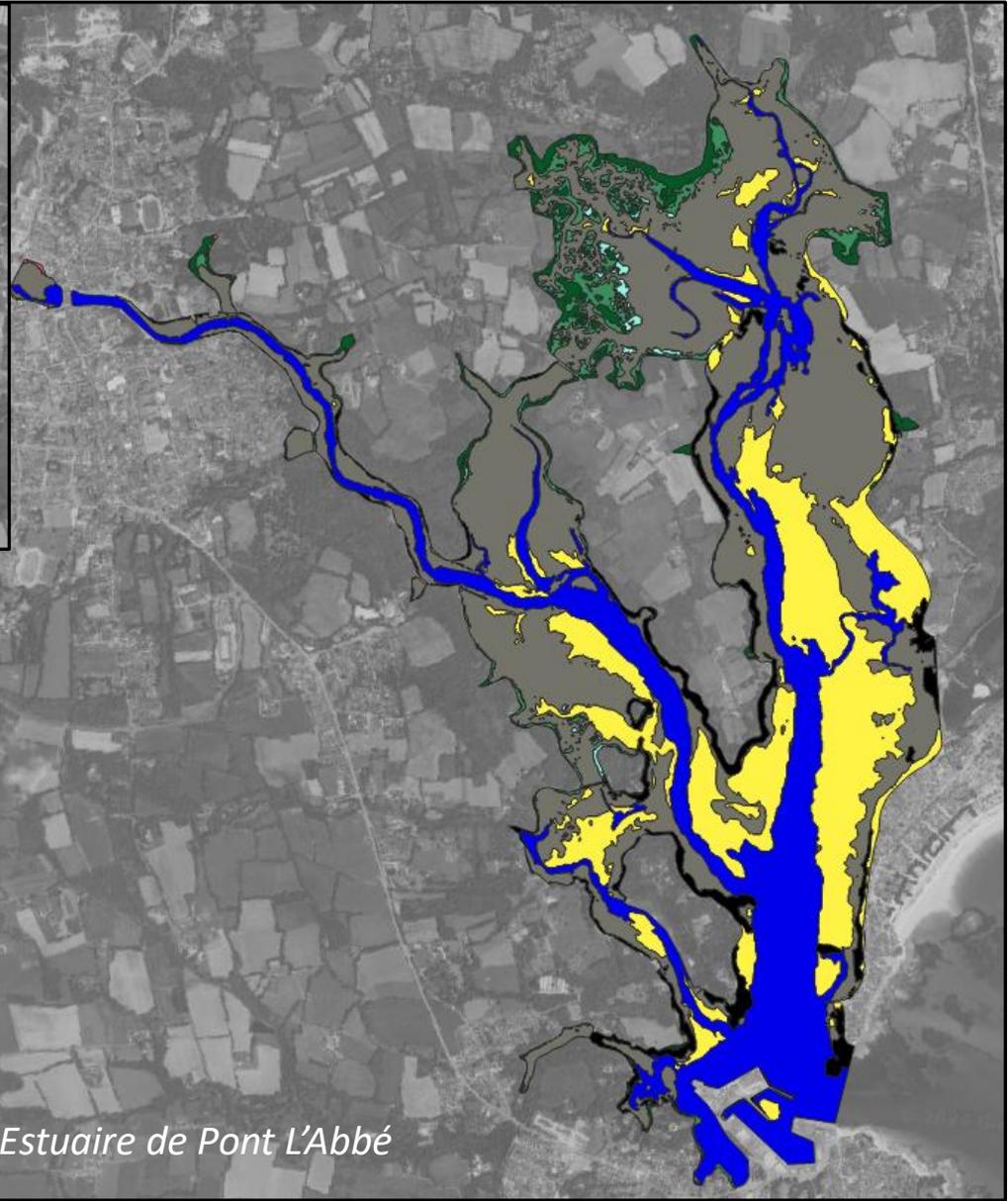
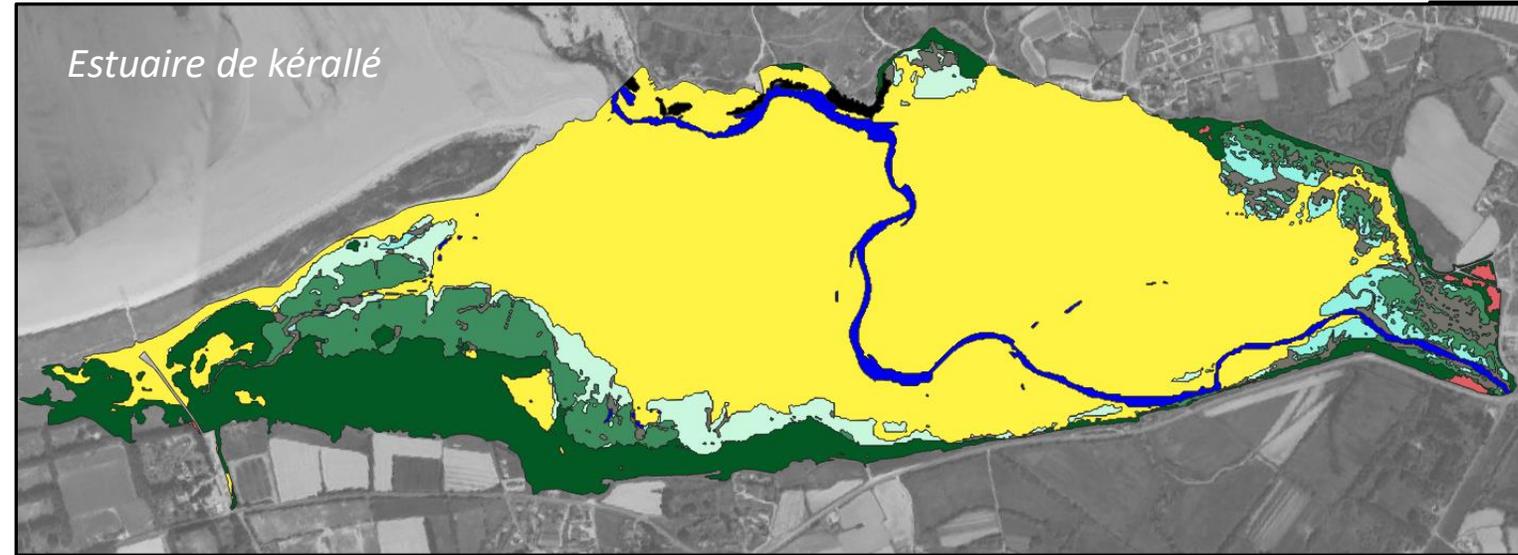
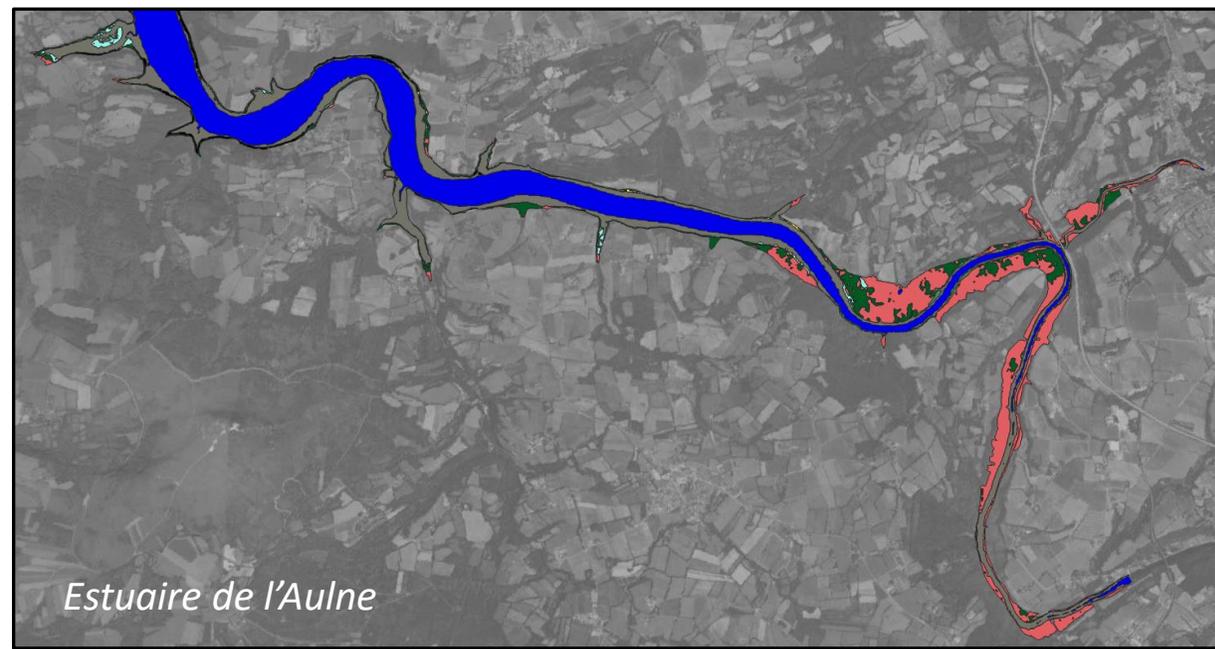


# Pré-localisation des zones humides estuariennes du Finistère

Estuaire de Kérallé

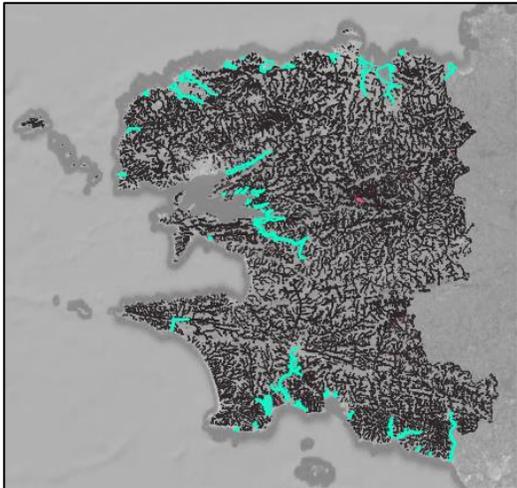


Estuaire de l'Aulne



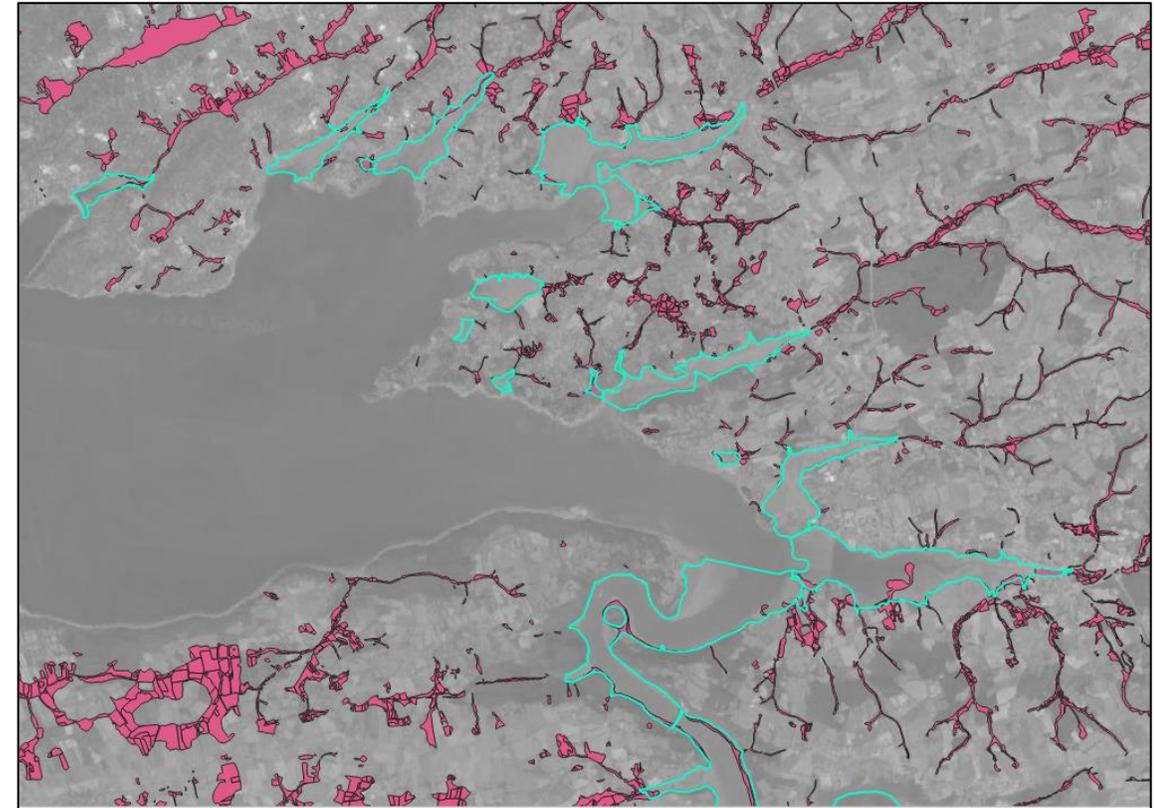
- Eau
- Slikke sableuse
- Slikke vaseuse
- Gazons à Salicorne
- Près à Spartine
- Moyen schorre
- Haut schorre
- Roselières
- Mégaphorbiaie
- Saulaie
- Roche

Estuaire de Pont L'Abbé



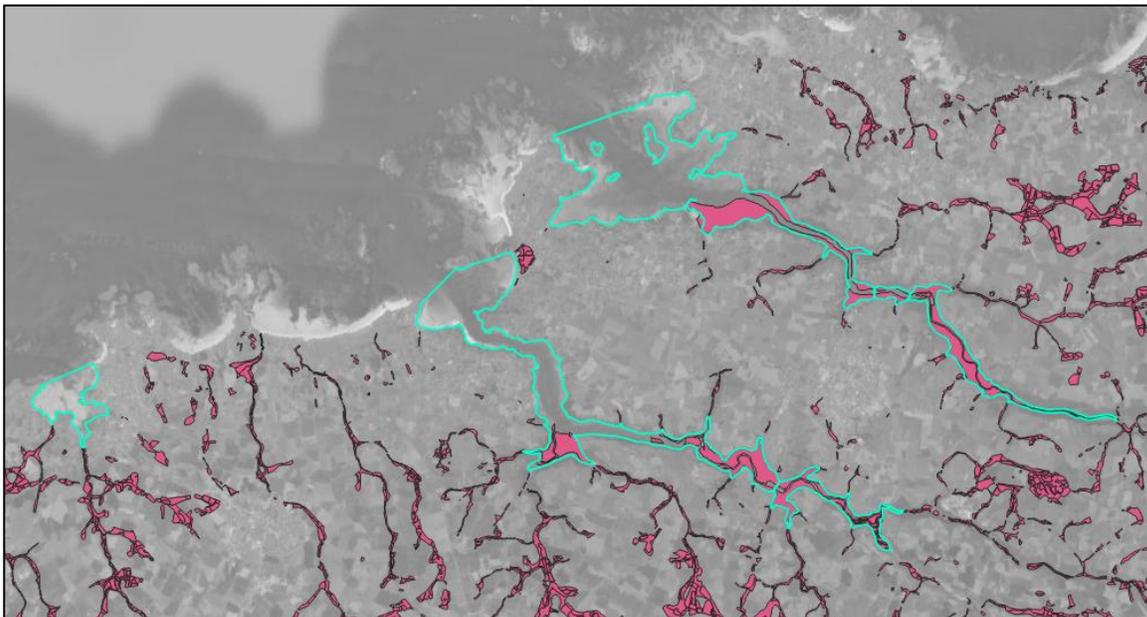
Les zones humides sont bien délimitées dans les limites cadastrales. Peu ou pas sur le DPM.

Quand elle le sont, les données sont anciennes et peu fiables.



En l'absence de connaissance, les zones humides estuariennes ne sont pas prise en compte dans les projets d'aménagements et sont donc menacées.

Des sollicitations d'acteur locaux allais dans le sens d'un besoin d'amélioration des connaissances sur ces milieux...



# Moyens humains et matériels



**camab**

Cellule d'animation  
sur les milieux aquatiques  
et la biodiversité



FORUM  
DES MARAIS  
ATLANTIQUES



**Anaëlle MAGUEUR**  
Responsable de l'antenne de  
Brest



**Matthieu Jaymes**  
Master mention Géographie, aménagement,  
environnement et développement, parcours  
Télédétection-environnement  
(Université Rennes2)



**Jérôme FERNANDEZ**  
Qgiste



**Loïc DELASSUS**  
Référent habitats  
Conservatoire botanique de Brest



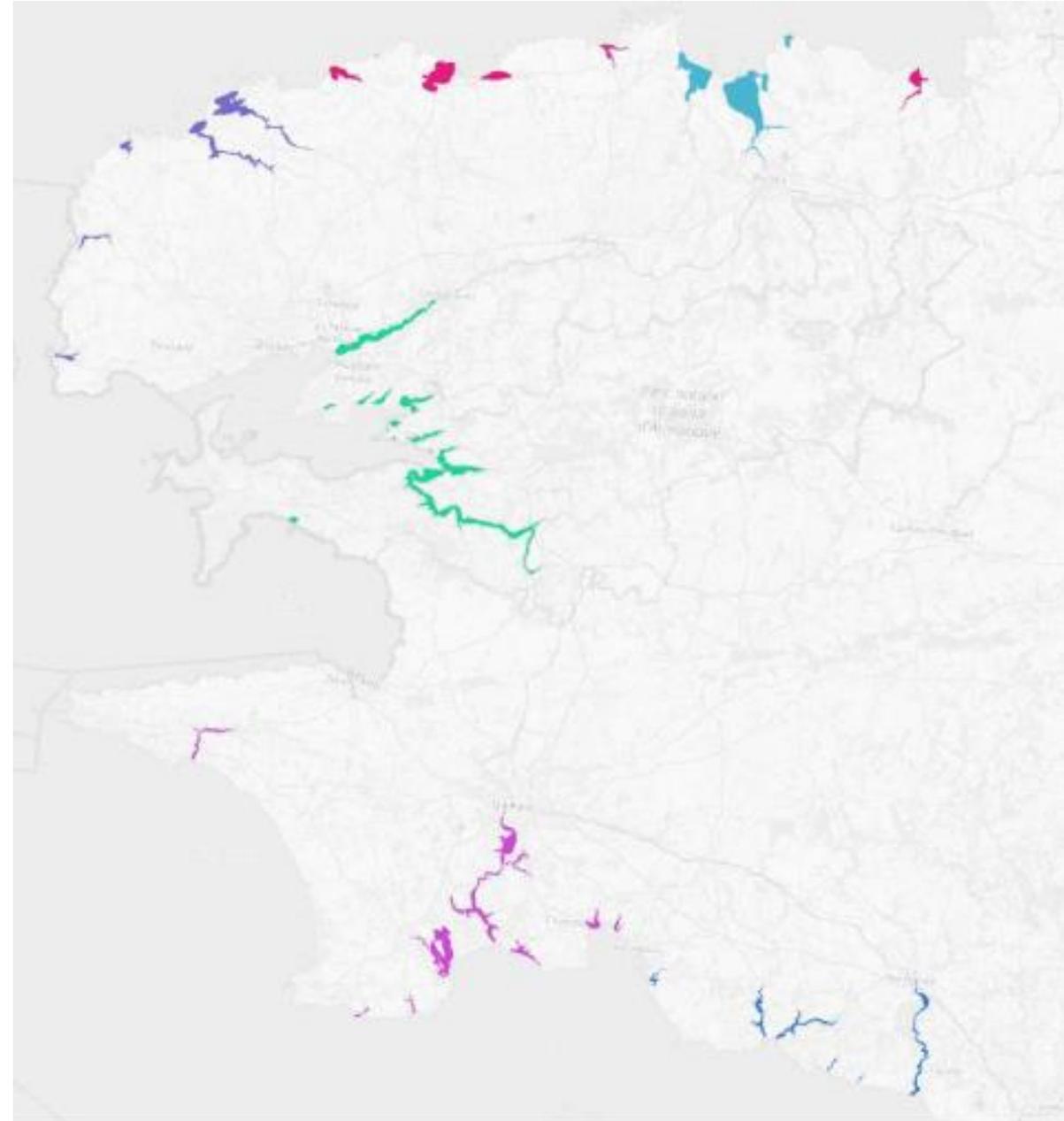
## Production d'une donnée délimitant les estuaires

principalement basée sur la donnée «limite terre-mer » produite par le SHOM.

Affiné par photo-interprétation

Retrait de certaines zones comme les infrastructures portuaires qu'il était inutile de soumettre à la télédétection.

43 estuaires répartis dans six groupes en fonction du positionnement géographique ou de leur similitude. Cela représente 113 km<sup>2</sup> de surface étudiée.



## Les images sentinelles 2A et 2B

Large fauchée (290 km)

Repasse tout les 5 jours

Site pour rechercher les images selon ses critères :

<https://browser.dataspace.copernicus.eu>

- Zoomer sur son secteur
- Choisir les satellites
- Paramétrer le seuil de nébulosité admissible (facteur très limitant dans le Finistère)
- Définir la plage de date
- Et lancer la recherche pour avoir une liste d'image correspondant aux critères

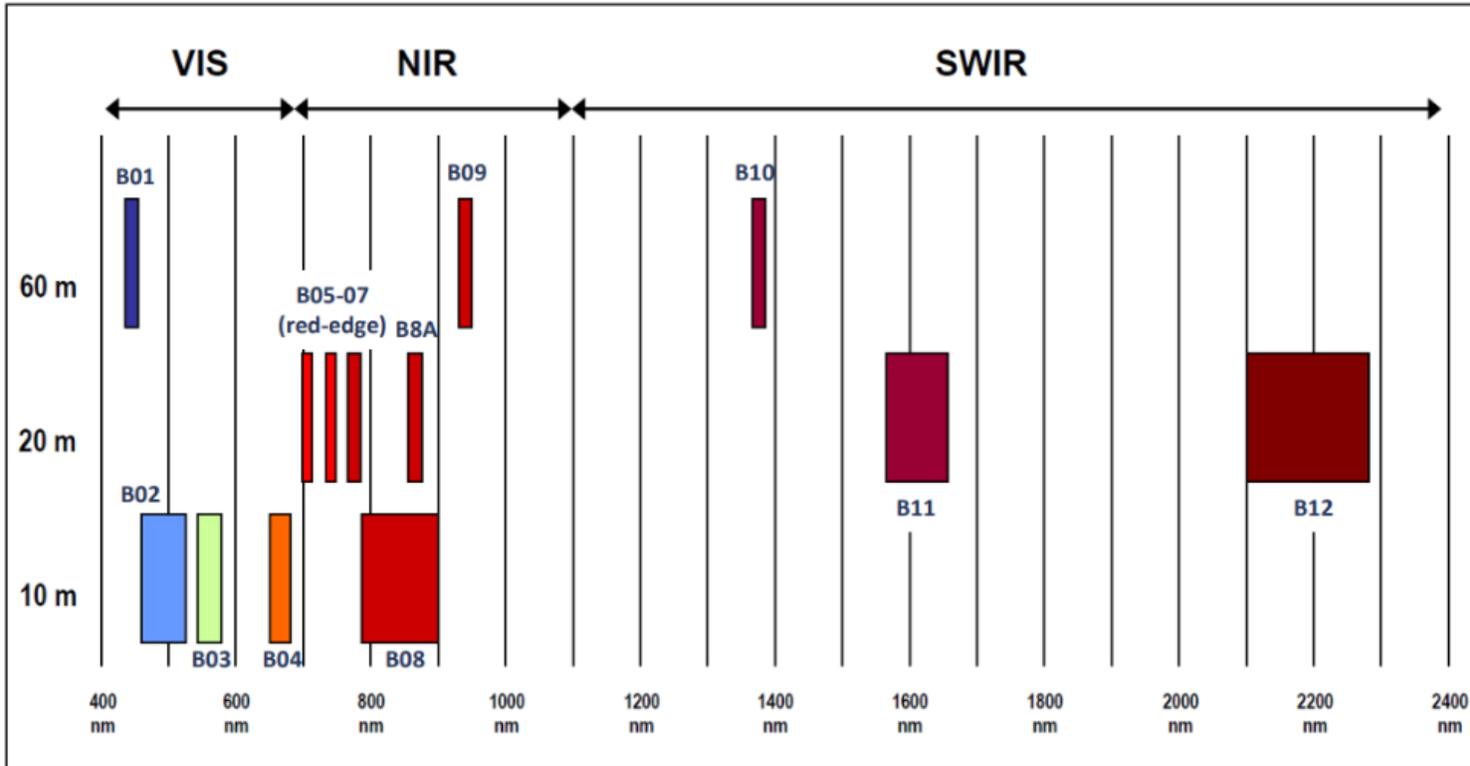
Possibilité de visualiser avant de télécharger

**Critères bonus spécifique aux études sur le littoral: trouver des dates de prise de vue à marée basse et reparties dans l'année**

**Seulement 4 dates correspondaient à nos critères**

The screenshot displays the Copernicus Browser interface. The top navigation bar includes the Copernicus logo, language selection (EN), and a Login button. Below the navigation bar, there are two main sections: 'VISUALIZE' and 'SEARCH'. The 'SEARCH' section is active, showing a list of 'DATA SOURCES' with checkboxes for SENTINEL-1, SENTINEL-2 (checked), SENTINEL-3, SENTINEL-5P, SENTINEL-6, and CCM Optical. Under SENTINEL-2, there are sub-options for MSI (checked), L1C, L2A (checked), and Auxiliary Data File. A cloud cover slider is set to 36%. The 'TIME RANGE' section shows a search for data from 2024-04-18 to 2024-05-17. A green 'Search' button is at the bottom of the search panel. On the right, a satellite image of the coast is shown with a 'SENTINEL-2' overlay. The overlay includes filters for 'SATELLITE PLATFORM' (S2A, S2B), 'RELATIVE ORBIT NUMBER' (1-143), 'PROCESSED BY' (ESA, CloudFerro), 'COLLECTION' (Collection 1), and 'PRODUCT AVAILABILITY' (Immediate, To order). A 'RESET FILTERS' button is also present. The bottom of the page features logos for the European Union, Copernicus, and ESA, along with links for 'About' and 'Support'.

# Collecte des données



Dates	Production	Résolution	Bandes spectrales	Fauchée
28/02/2021	Sentinel-2 A et B	10 m, 20 m et 60 m	4 bandes à 10m 6 bandes à 10m 3 bandes à 60m	290 km
14/04/2021				
13/06/2021				
06/09/2021				
2021	BD ORTHO RVB/IRC	0.20 m	4 pseudo-bandes	Variable

# Calcul des indices

## Indices de végétation NDVI – DVI – RVI - GNDVI

**NDVI** (Normalized Difference Vegetation Index)

Sensible à l'activité chlorophyllienne

$$(B08 - B04) / (B08 + B04)$$

**GNDVI** (Green Normalized Difference Vegetation Index)

L'utilisation de la bande spectrale verte est plus efficace que la bande spectrale rouge pour discriminer l'azote.

$$(B08 - B03) / (B08 + B03)$$

**DVI** (Différence Vegetation Index)

$$B08 - B04$$

**RVI** (Ratio Vegetation Index)

$$B08 / B04$$

B08 – PIR (proche infra rouge)

B04 – Rouge

B03 – Vert

## Indices d'eau

### **NDWI** (Normalized Difference Water Index)

Le NDWI est sensible aux changements de la teneur en eau liquide des couverts végétaux

$$(B03 - B08) / (B03 + B08)$$

**MNDWI** (Modified Normalized Difference Water Index)  
discrimination plus précise de l'eau libre

$$(B03 - B11) / (B03 + B11)$$

**NDTI** (Normalized Difference Turbidity Index)  
Il permet de mesurer la turbidité de l'eau

$$(B03 - B02) / (B03 + B02)$$

**NDMI** (Normalized Difference Moisture Index)  
utilisé pour déterminer la teneur en eau de la végétation

$$(B08 - B11) / (B08 + B11)$$

# Calcul des indices

## Indice de sol

### **BSI** (Bare Soil Index)

Les bandes infrarouge à ondes courtes et rouges sont utilisées pour quantifier la composition minérale du sol, tandis que les bandes spectrales bleues et proche infrarouge sont utilisées pour mettre en valeur la présence de végétation

$$\frac{[(B11 + B04) - (B08 + B02)]}{[(B11 + B04) + (B08 + B02)]}$$

B11 – SWIR (Short-Wave Infrared )

B08 – PIR (proche infra rouge)

B04 – Rouge

B03 – Vert

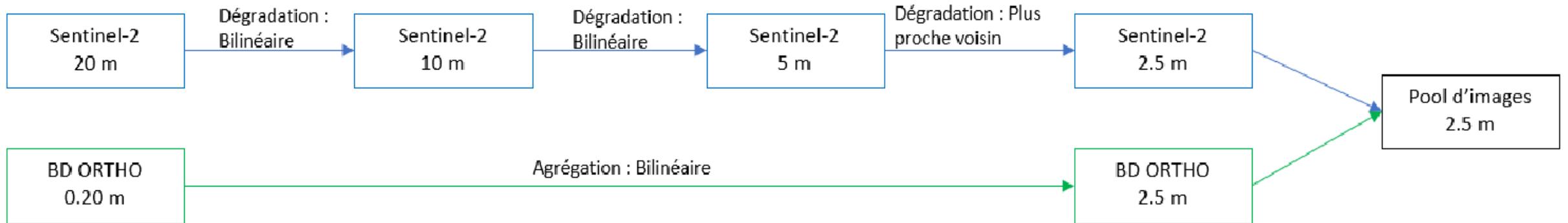
B02 – Bleu

# Création du stack

## Rééchantillonnage et empilement de toutes les bandes et indices dans un seul fichier

L'orthophoto IGN et les bandes sentinelles n'ont pas les mêmes résolutions et ne sont pas alignées

Il faut donc faire converger les résolutions et aligner toutes les bandes avant de les empiler



# Création du stack

## **Rééchantillonnage et empilement de toutes les bandes et indices dans un seul fichier**

Rééchantillonnage bilinéaire :

utilise une moyenne pondérée des centres des quatre cellules les plus proches. Plus le centre d'une cellule en entrée est proche du centre d'une cellule en sortie, plus l'influence de sa valeur sur la valeur de la cellule en sortie est élevée

Rééchantillonnage plus proche voisin:

La valeur de la cellule en sortie est déterminée par le centre de la cellule la plus proche de la grille en entrée



Ré-échantillonnage au plus proche voisin



Ré-échantillonnage bilinéaire

Et le pansharpening alors?

## K-means (K-moyennes)

Classification non supervisée

L'utilisateur spécifie en entrée le nombre de classe à différencier.

L'algorithme K-means va chercher à regrouper les pixels en classe en fonction de leur homogénéité.

**Inconvénient** : ne donne pas deux fois le même résultat, car les pixels échantillons(1 par classe) de départ sont choisis au hasard.

**Avantage** : C'est rapide et ça permet de voir facilement si des milieux particulier sont 'classifiables'. C'est une aide à la détermination des classes qui seront à appliquer à la classification supervisée.

La classe eau été correctement déterminé par k-means, cela à permis de récupérer cette classe eau pour masquer le stack et réduire la quantité de donnée a traiter par la suite.

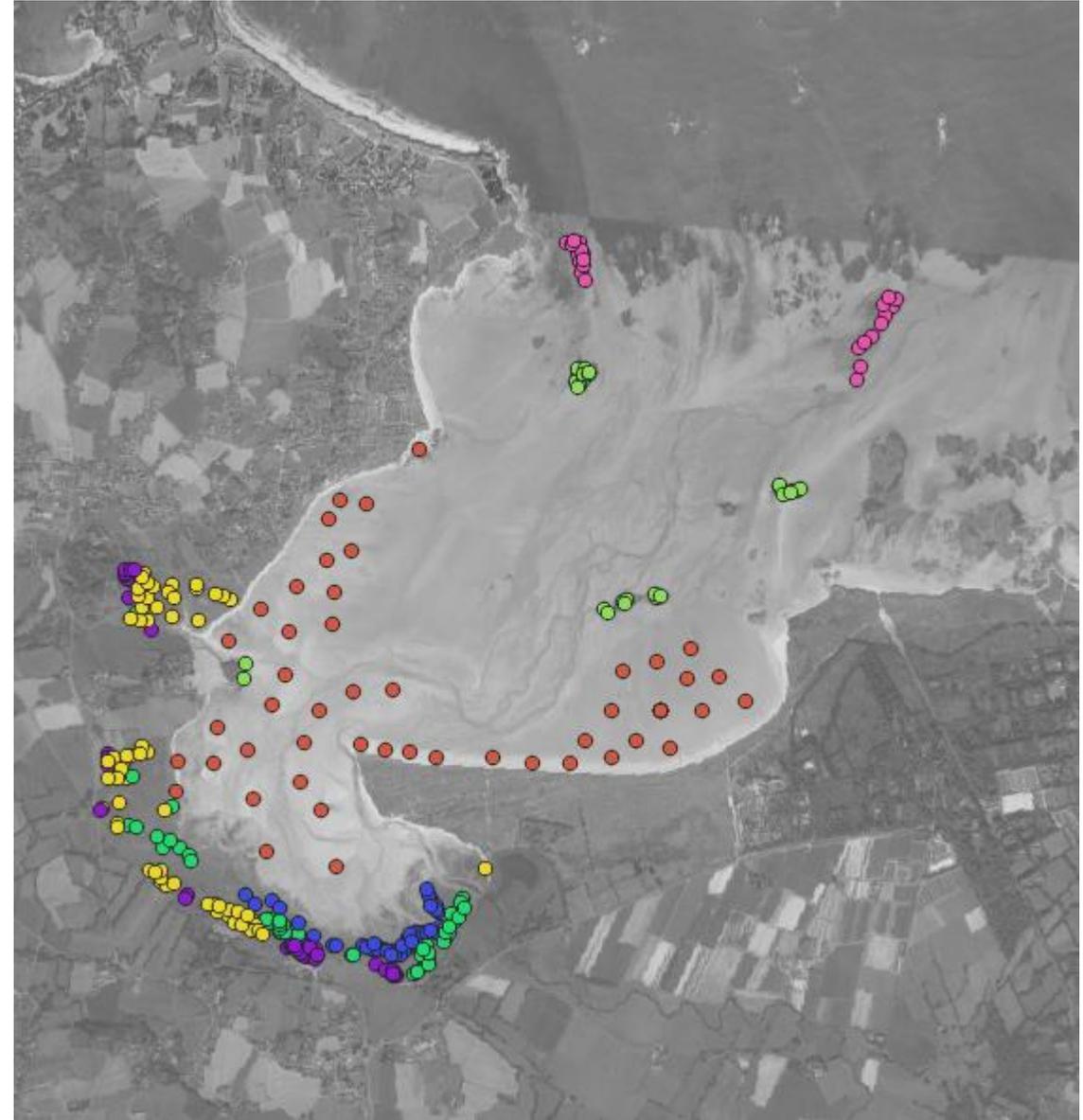
# Détermination des classes à télédétecer

Habitats télédétectés	Valeur pixel	Equivalence CORINE Biotope	Libellé(s) équivalence CORINE Biotope	Classes retenues dans la pré-localisation des zones humides
Eau	1	13	Estuaires et rivières tidales (soumises à marées)	NON
Slikke (sableuse)	2	14.A	Bancs de sable sans végétations vasculaires (slikke, recouverte ou non d'algues vertes ou brunes. Adaptation de l'équivalence CORINE Biotope)	OUI
Slikke (vaseuses)	3	14.B	Vasières sans végétations vasculaires (slikke, recouverte ou non d'algues vertes ou brunes. Adaptation de l'équivalence CORINE Biotope)	OUI
Gazons à Salicorne	4	15.111	Gazons atlantiques à salicorne	OUI
Prés à Spartine	5	15.2	Prairies à Spartine	OUI
Moyen schorre	6	15.32	Groupements à <i>Puccinellia maritima</i> des prés salés (complément d'une partie des espèces pris en compte : <i>Aster marin</i> , <i>Halimione portulacoïdes</i> , ...)	OUI
Haut schorre	7	15.33 15.35	Communautés du schorre supérieur (complément d'une partie des espèces pris en compte : <i>Juncus gerardii</i> , <i>Plantago maritima</i> , <i>Ameria maritima</i> , <i>Limonium vulgare</i> , <i>Juncus maritimus</i> , ...)  Végétation à <i>Elymus pycnanthus</i>	OUI
Roselière	8	53.1	Roselières	OUI
Mégaphorbiaie	9	37.1	Communautés à Reine des prés et communautés associées	OUI
Saulaie	10	44.92	Saussaies marécageuses	OUI
Roche	11	A	Roches	NON
Algues brunes	12	B	Algues brunes	NON
Algues vertes	13	C	Algues vertes	NON

# Production d'une donnée d'entraînement

Phase terrain accompagné d'un botaniste

Photo-interpretation pour densifier la donnée produite sur le terrain



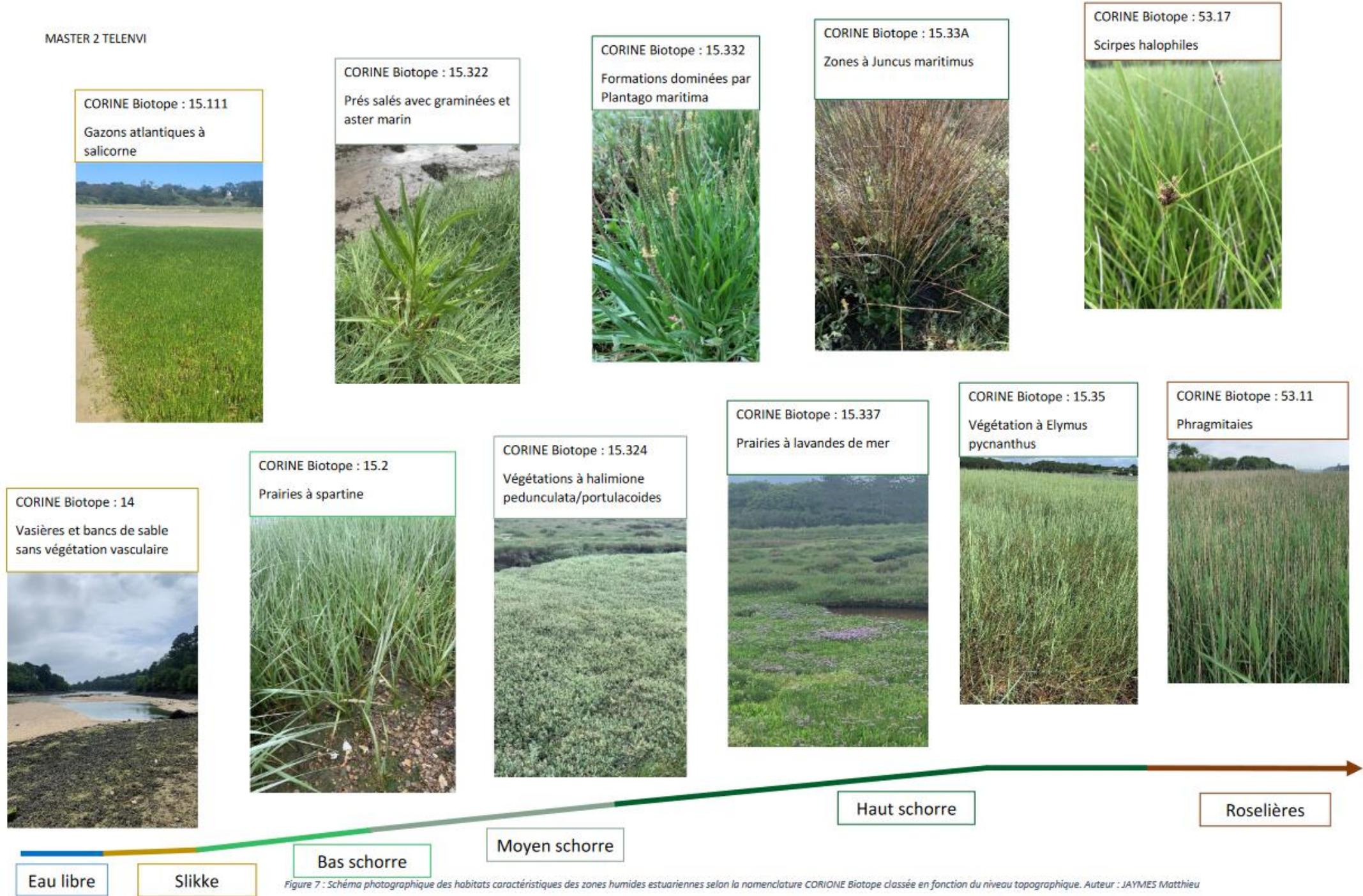


Figure 7 : Schéma photographique des habitats caractéristiques des zones humides estuariennes selon la nomenclature CORINE Biotope classée en fonction du niveau topographique. Auteur : JAYMES Matthieu

# Classification

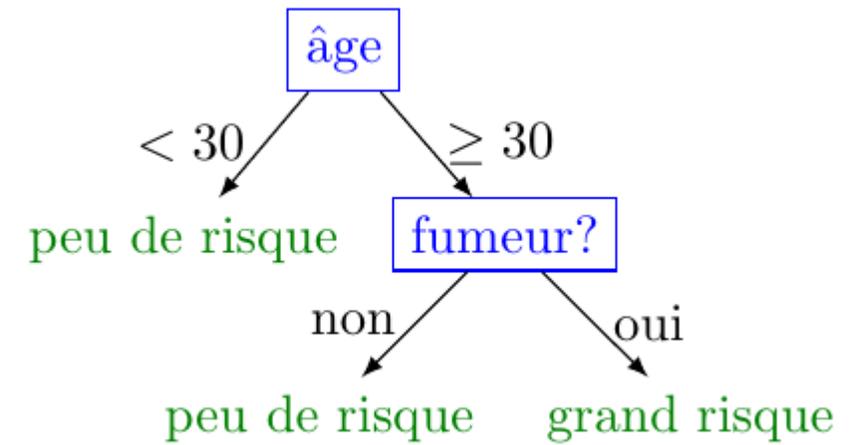
## Random Forest Forêt d'arbres décisionnels

Classification supervisée basée sur la sagesse des foules

Lancement d'une multitude d'arbres de décisions:

- Entraînement par l'échantillon de données prise sur le terrain
- Choix aléatoire d'un sous ensemble de bande

Vote majoritaire final



# Analyse/Evaluation

Confusion Matrix and Statistics

		Reference										
Prediction		1	2	3	4	5	6	7	8	11	12	13
1	162	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1	81	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	3	2	128	0	0	3	0	0	2	1	0	0
4	0	0	0	39	0	1	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	41	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	1	1	0	102	5	0	0	1	0	0
7	0	0	0	0	0	8	156	7	1	3	0	0
8	0	0	0	0	0	0	2	27	0	0	0	0
11	0	3	3	0	0	0	1	0	75	1	1	0
12	0	0	1	0	1	0	0	0	0	82	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	62

Overall Statistics

Accuracy : 0.9418  
95% CI : (0.9256, 0.9554)  
No Information Rate : 0.1637  
P-Value [Acc > NIR] : < 2.2e-16  
  
Kappa : 0.9343

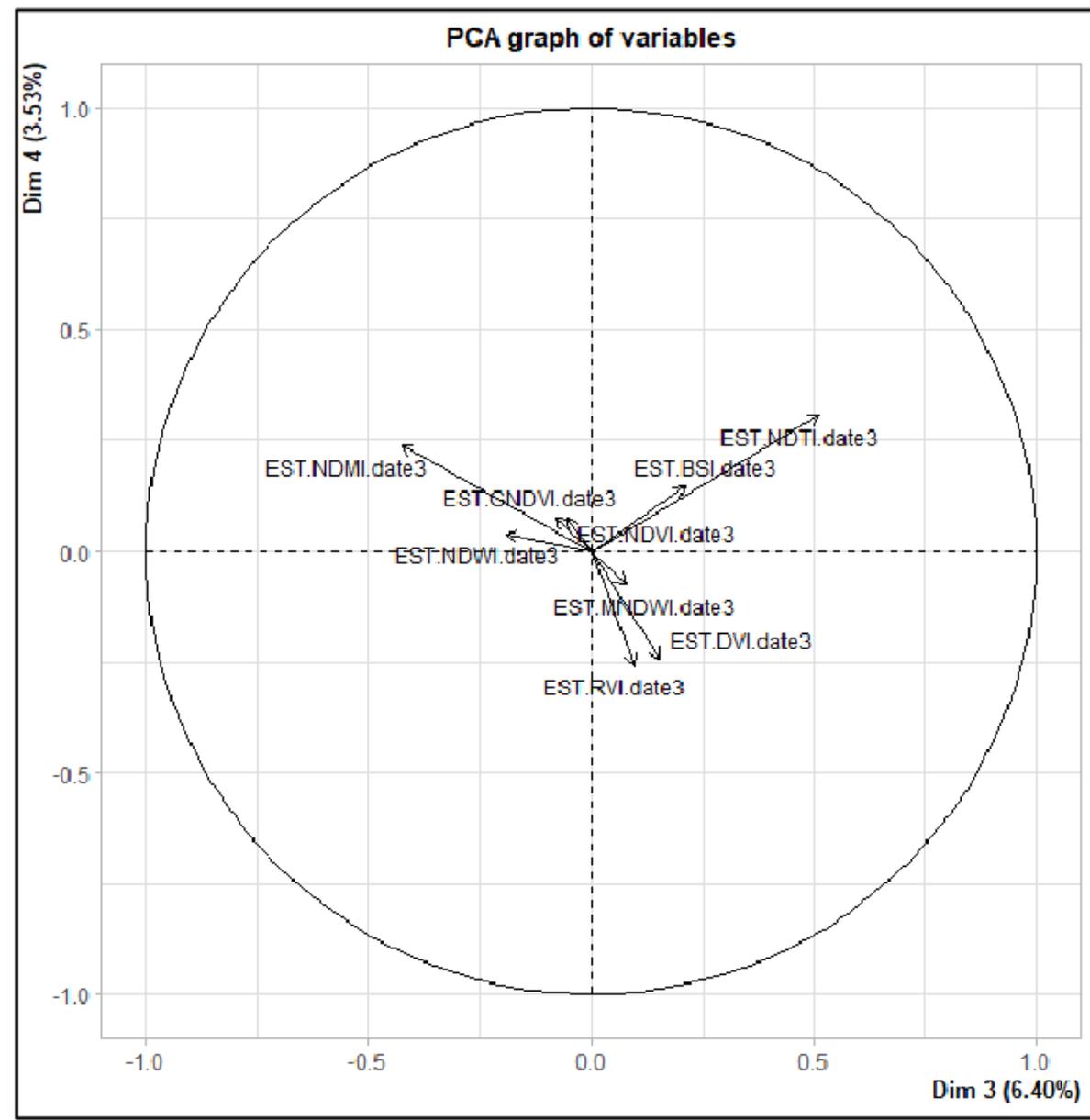
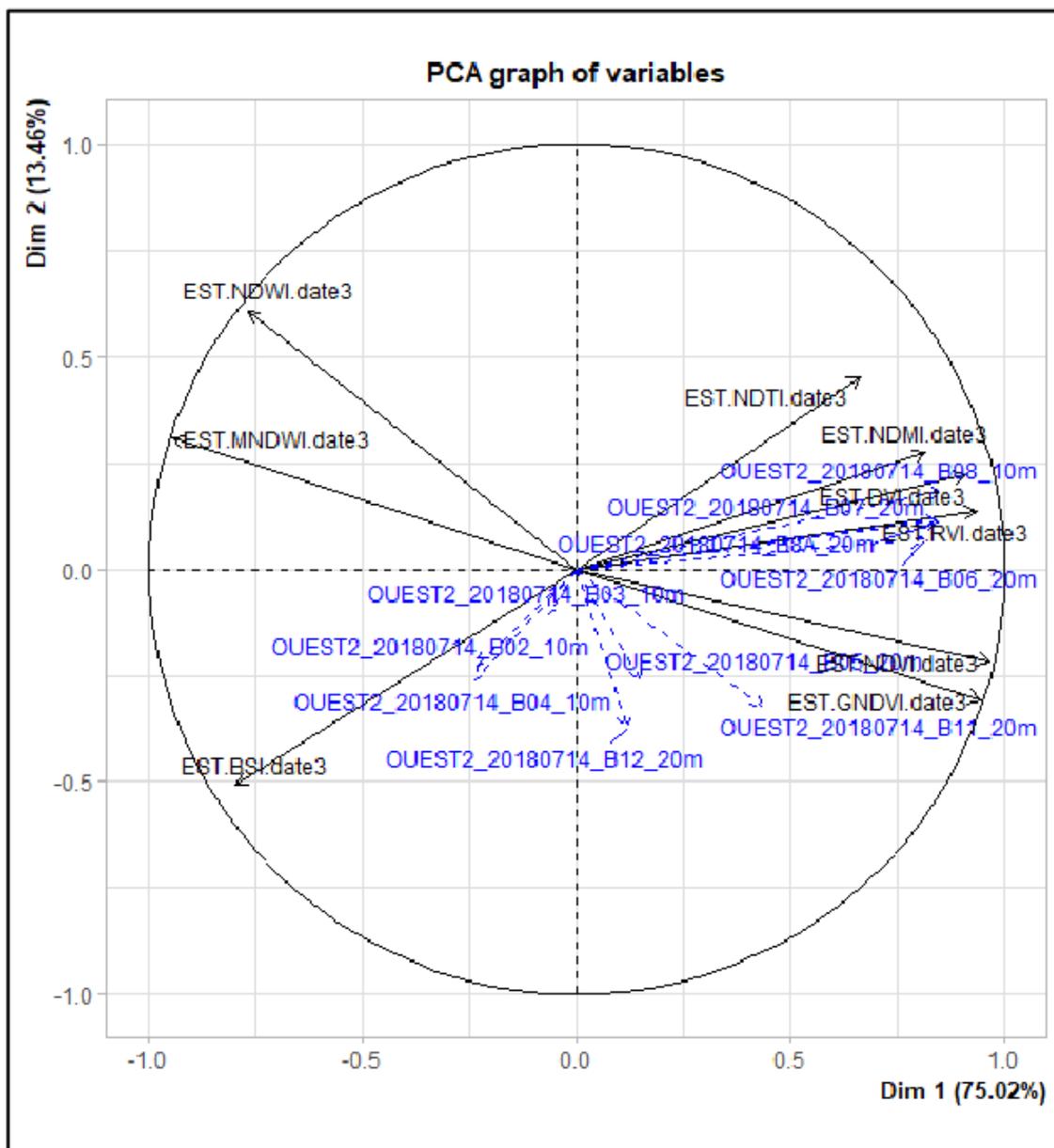
Confusion Matrix and Statistics

		Reference										
Prediction		1	2	3	4	5	6	7	8	11	12	13
1	39	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1	22	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
3	1	0	31	0	0	1	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	24	1	0	0	0	0	0
7	1	0	0	0	0	3	40	3	1	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0
11	0	0	1	0	0	0	0	0	19	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16

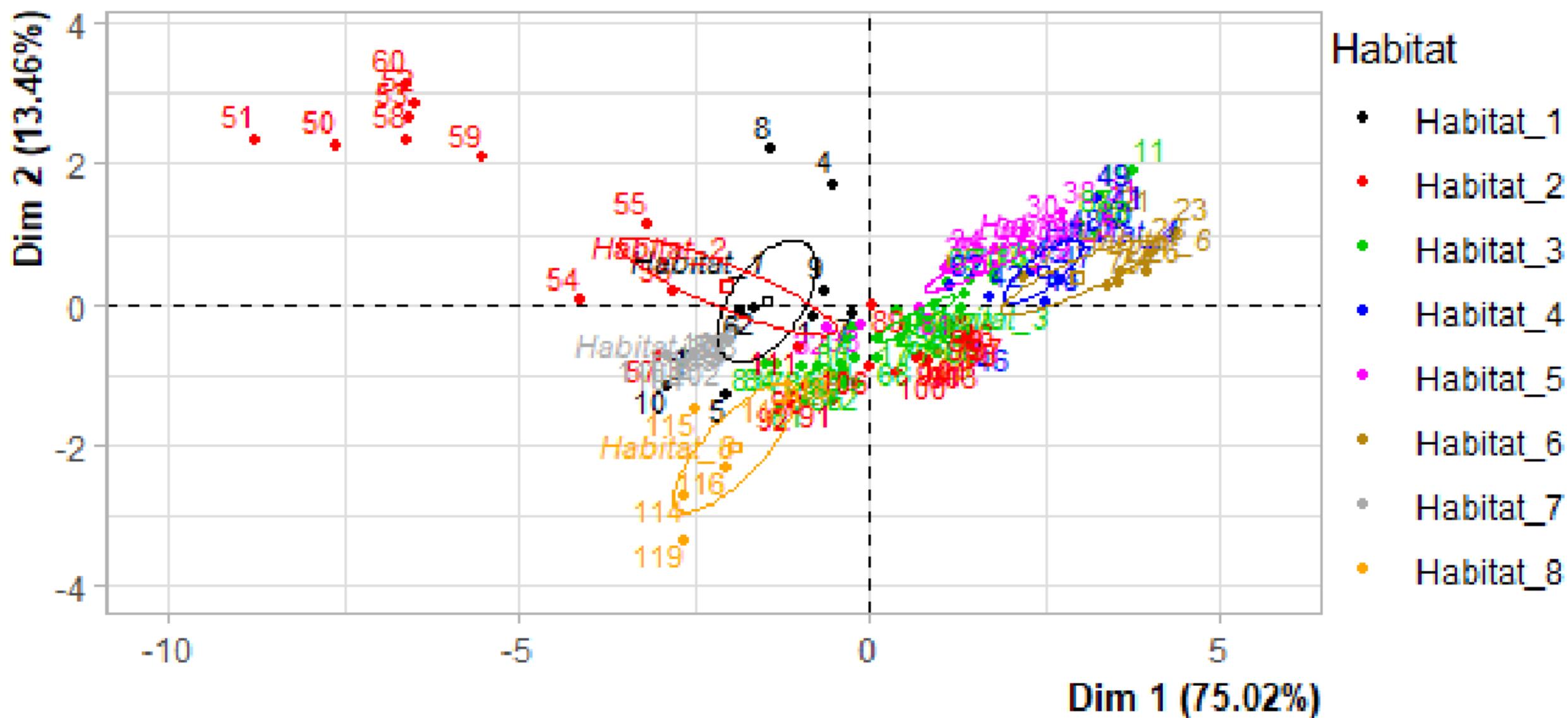
Overall Statistics

Accuracy : 0.9368  
95% CI : (0.8993, 0.9634)  
No Information Rate : 0.166  
P-Value [Acc > NIR] : < 2.2e-16  
  
Kappa : 0.9285

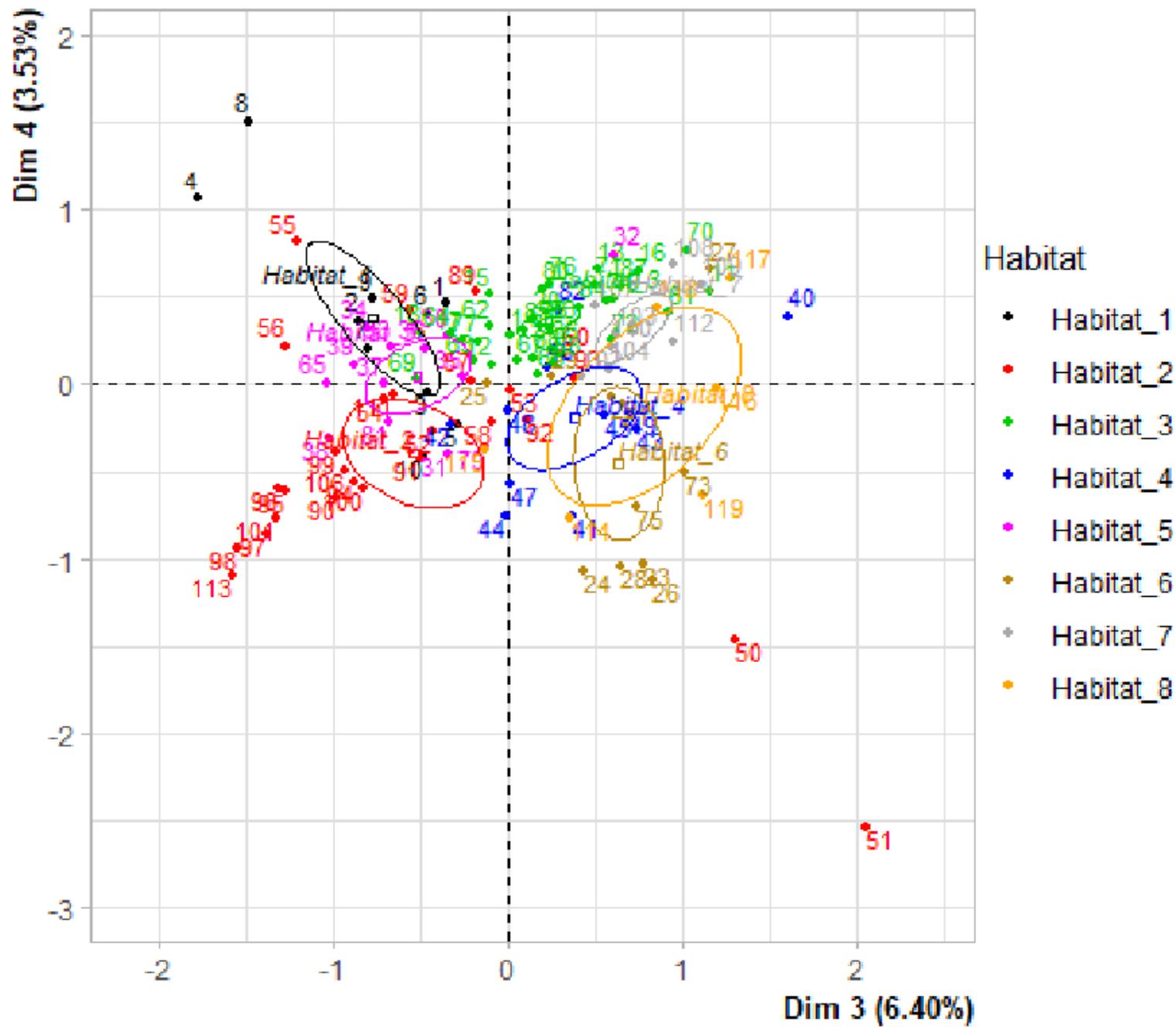
	Variables	Overall
72	OR_IR	100.0000000
69	OR_BLEU	74.7048893
71	OR_ROUGE	74.6031327
70	OR_VERT	68.0188592
73	OR_P_NDVI	62.6031673
76	OR_P_NDWI	60.4896622
4	S2_B08_20210228	59.8641185
75	OR_P_GNDVI	59.6437274
77	OR_P_NDTI	45.3827369
74	OR_P_ARVI	43.5136376
48	S2_NDWI_20210613	36.1667112
27	S2_B12_20210414	35.0906819
47	S2_GNDVI_20210613	34.9905486
12	S2_ARVI_20210228	32.3186929
11	S2_NDVI_20210228	29.1723119



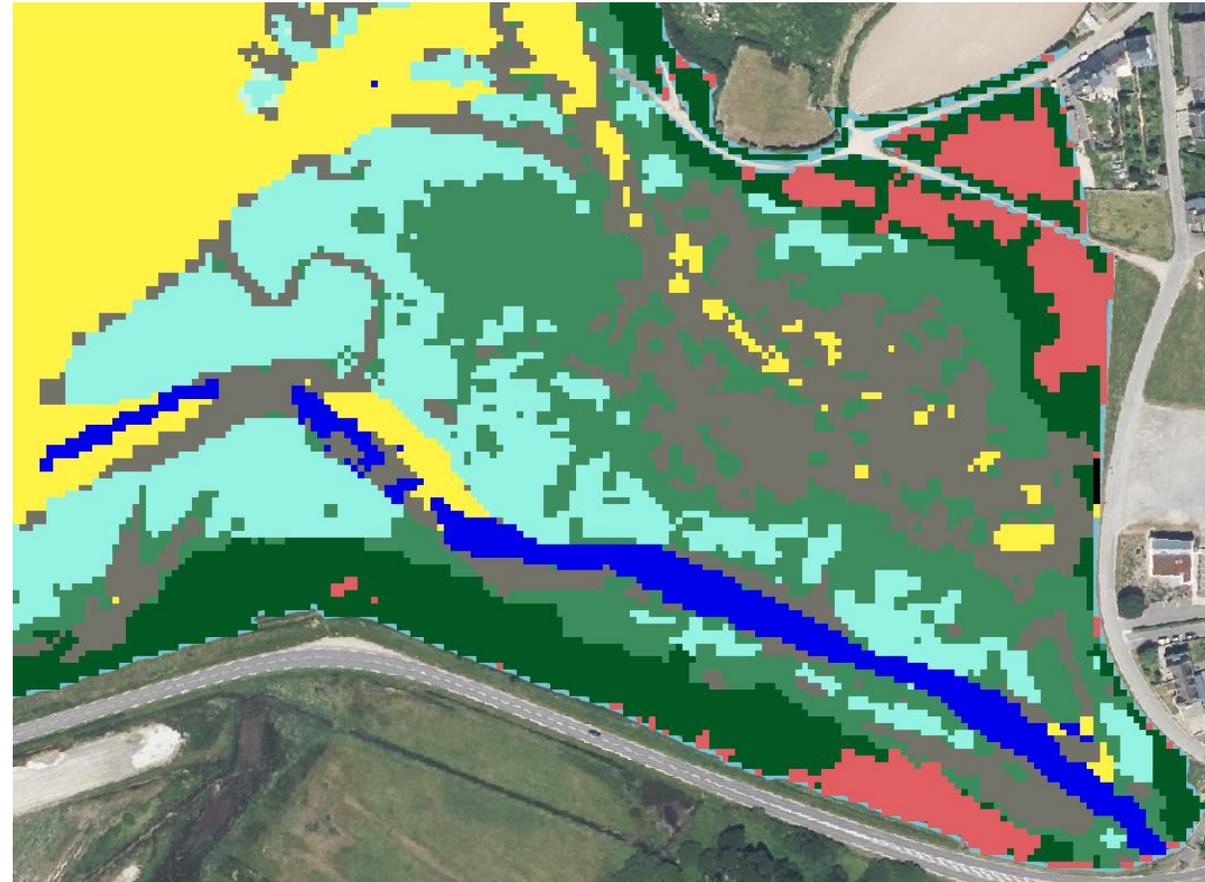
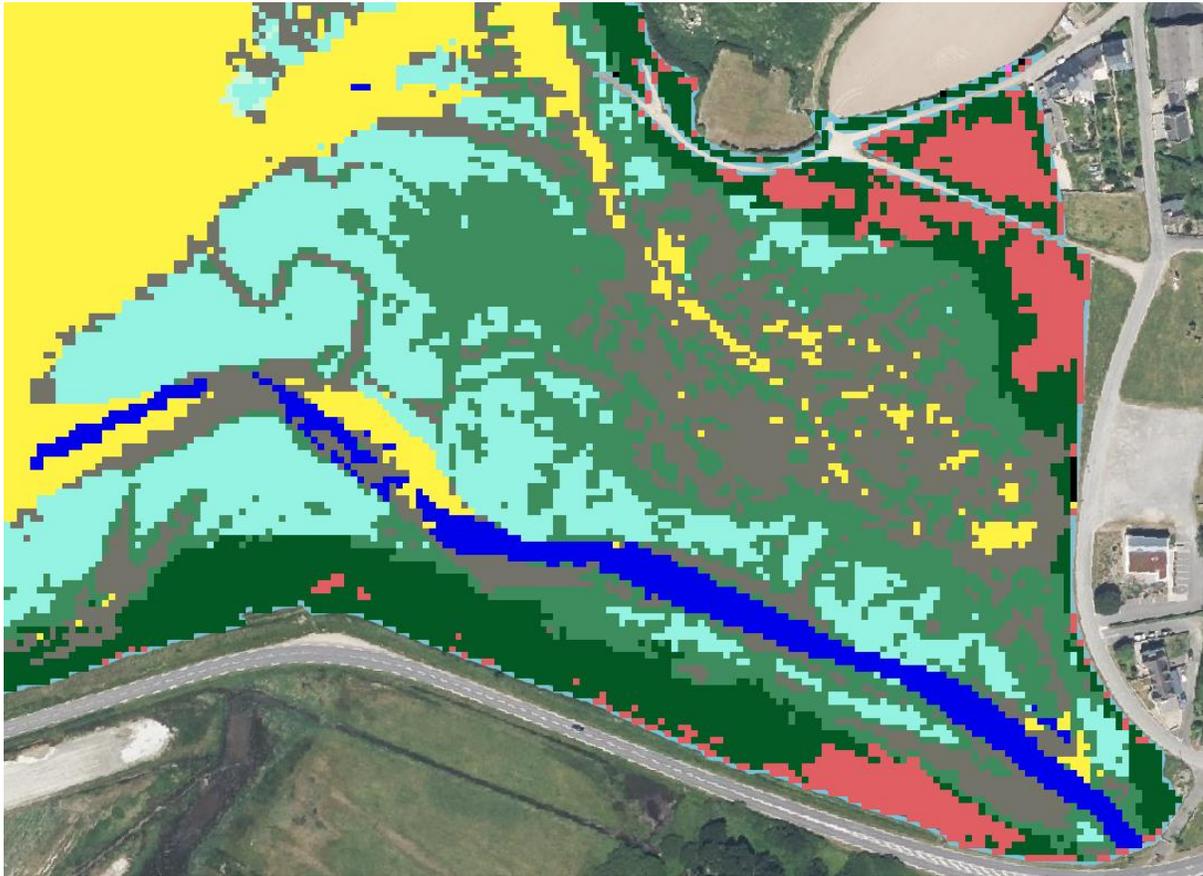
# Confidence ellipses around the categories of Habitat



Confidence ellipses around the categories of Habitat



- GRASS r.neighbours (boite à outils de traitement de QGIS)
- GDAL tamiser (menu vecteur de QGIS)
- SAGA Majority Filter (boite à outils de traitement de QGIS)

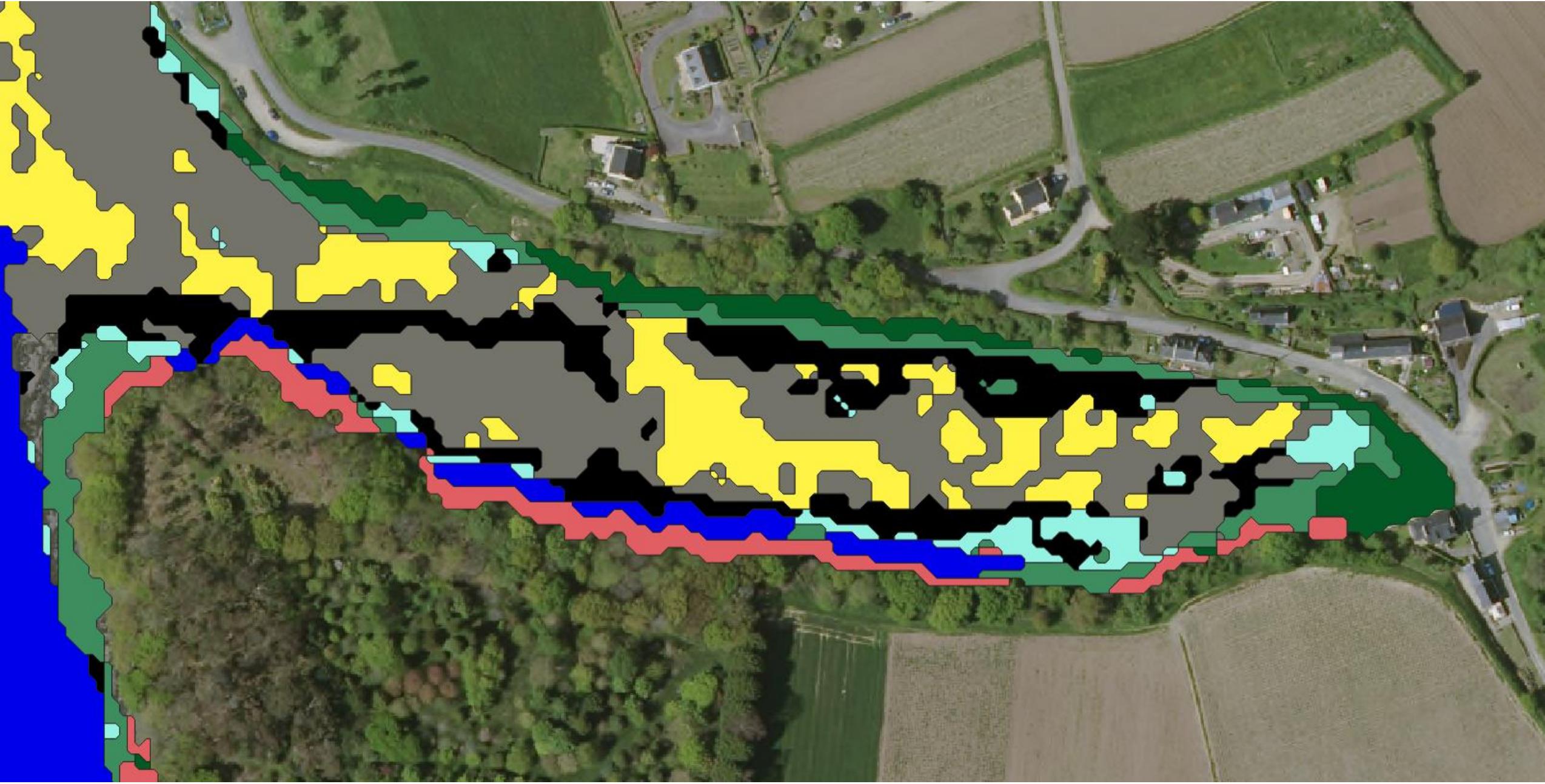


Résultat avec r.neighbours

# Photo-interprétation



# Photo-interprétation



# Photo-interprétation



# Consultation des structures locales

## Comparaison cartographie habitats de prés salés par télédétection (FMA) et par relevés de terrain (mairie de Guissény, méthode CBNB)

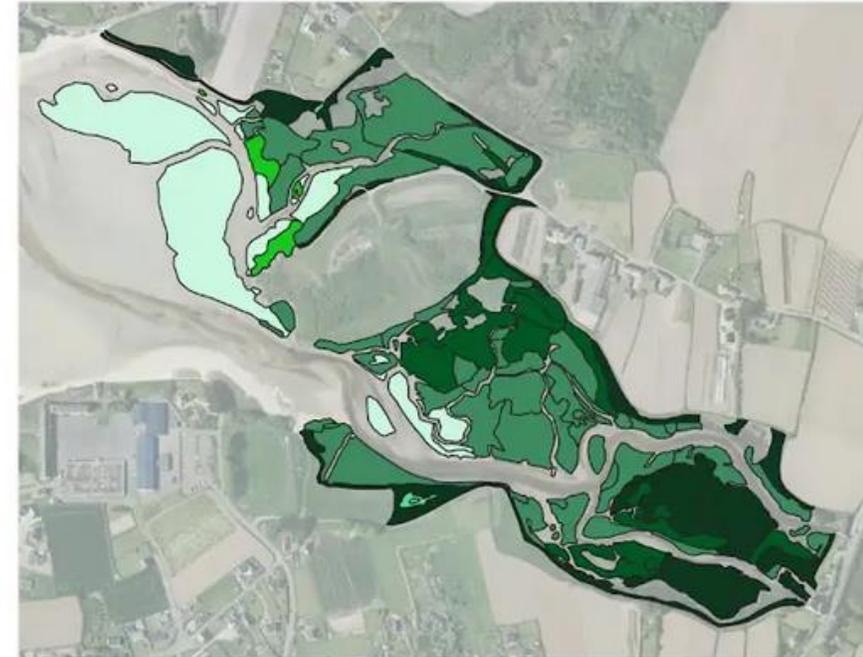
Remarques :

- Relevés de terrain en 2020 par Marie CHEVALIER (Mairie de Guissény). Supervision scientifique, Elise LAURENT (CBNB)
- La cartographie est en cours de finalisation (symbolologie, analyse, etc.) ET IL SUBSITE QUELQUES PROBLEMES DE TABLE ATTRIBUTAIRE en cours de réglage et certains habitats n'apparaissent pas mais sont d'intérêt communautaire
- Sur cette mise en forme, seuls sont figurés les habitats ayant un rattachement à un habitat d'intérêt communautaire Eur27.
- Certains habitats non rattachés à un HIC s'inscrivent toutefois dans le complexe de prés salés et ne figurent pas dans cette déclinaison ; c'est notamment le cas des roselières à Scirpe maritime
- Support terrain, orthophotographie 2018.



ZHEstuarienneTeledetection — NORD2

- Slikke vaseuse
- Gazons à Salicorne
- Prés à Spartine
- Moyen schorre
- Haut schorre
- Roselières
- Mégaphorbiaie



legende\_eunis\_n2000\_guiss PRES SALES Cahier Habitats

- 1310-1 : Salicorniaies des bas niveaux (haute slikke atlantique)
- 1310-2 : Salicorniaies des hauts niveaux (schorre atlantique)
- 1330-1 : Prés salés du bas schorre
- 1330-2 : Prés salés du schorre moyen
- 1330-3 : Prés salés du haut schorre
- 1330-5 : Prairies hautes des niveaux supérieurs atteints par la marée

# Consultation des structures locales

- Fusion haut et moyen schorre
- Fusion Sable et vase

# Facteurs limitants

- Débordement des houpiers et ombres des arbres en bordures d'estuaire (diffèrent selon les saisons)



- Exigences en terme de nébulosité et de marée limite le nombre d'image disponible, et n'offre pas forcément la meilleur répartition des dates dans l'année

- La résolution des images sentinelles fait que beaucoup de pixels sont à cheval entre deux milieux.



- Le temps :  
Il y aurait énormément de chose à objectiver par des tests et pas assez de temps pour le faire.  
On est parfois obligé de faire confiance à nos intuitions.

# Facteurs limitants

- La puissance machine / poids des images

Oblige à trouver des astuces pour compenser le temps de traitement (maquer les rasters, travailler par groupe d'estuaires, lancer les traitements à la fin de la journée de travail)

# Pistes à creuser

- tester le pansharpening
- Lancer les classifs pour un seul milieu puis fusionner les résultats -> carte des pixels confus.
- Intégrer au stack une donnée altimétrique, et une donnée de position topographique qui en découle
- Ajouter une classe arbre et une classe ombre?