

# Images satellites et intelligence artificielle au service de la cartographie des végétations sur le site Natura 2000 de Salses-Leucate

TERRE ET LAGUNE

18 / 10 / 2021

Benoit BEGUET - Chef de projet applications spatiales et biodiversité, I-SEA

Clara GRITTI & Olivier ARGAGNON - Conservatoire botanique national méditerranéen de Porquerolles

Julien ROBERT - Syndicat mixte RIVAGE



# Qui nous sommes

## Nos cœurs d'activité

Nous sommes des spécialistes de la transformation de la donnée satellitaire en données environnementales et en nouvelles connaissances pour une meilleure efficacité de gestion des enjeux environnementaux

Un métier historique sur le Littoral étendu à la Biodiversité

Nos clients      les acteurs gestionnaires du Littoral et de la Biodiversité (collectivités, établissements publics, Etat)  
                         les acteurs de la filière bleue (grands ports, énergies marines)

Précurseur en France dans le domaine des Applications Spatiales – nouvel entrant sur la scène européenne



**Water**



**Biodiversity**



**Coastal  
Areas**



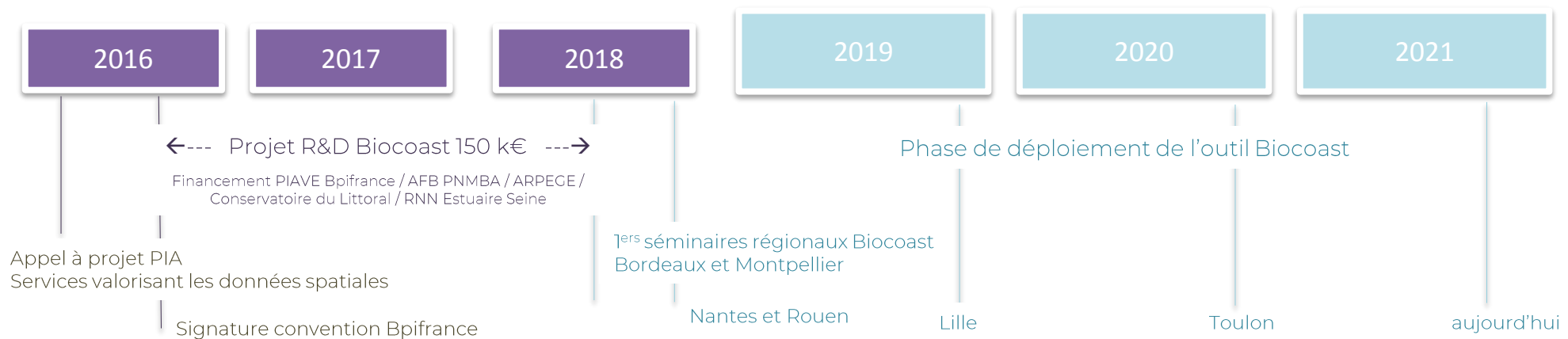
# Introduction – la démarche Biocoast

## Du projet à l'outil opérationnel

Développer une approche cartographique standardisée et reproductible exploitant la richesse des données satellitaires conjuguée à l'expertise naturaliste de terrain

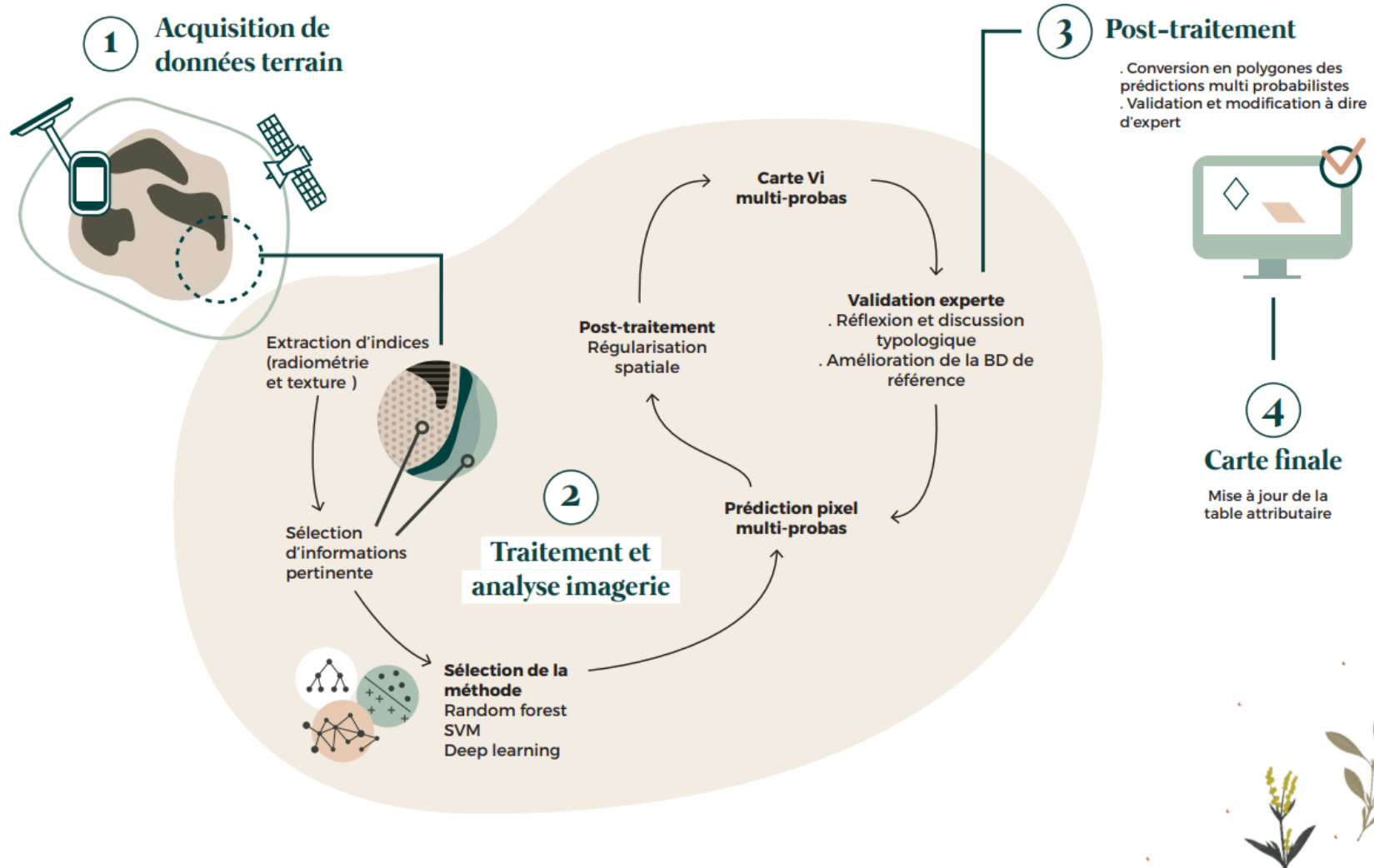
Les objectifs recherchés

- ✓ Couverture globale à haute résolution
- ✓ Réduction de l'effort terrain
- ✓ Baisse des coûts → plus forte récurrence temporelle → caractériser et suivre la trajectoire des milieux et espaces naturels



# Méthodologie

## The Big Picture



# Méthodologie

Le point de vue du satellite

Une radiométrie fine et maîtrisée (dans le domaine du visible et du proche infrarouge)

Des territoires à l'échelle des sites Natura 2000 et des Réserves Naturelles

Des objets de petite dimension

Une temporalité caractéristique de la phénologie des végétations



# Méthodologie

Intelligence Artificielle, Machine Learning, quésako ?

**A (entrées)**



**B (réponse)**



# Méthodologie

Intelligence Artificielle, Machine Learning, quésako ?

## **A (entrées)**

*email*

*image*

*anglais*

**pixel (spectro-temporel)**



## **B (réponse)**

*spam ? ( 0 / 1 )*

*objet ? (chien / chat / voiture...)*

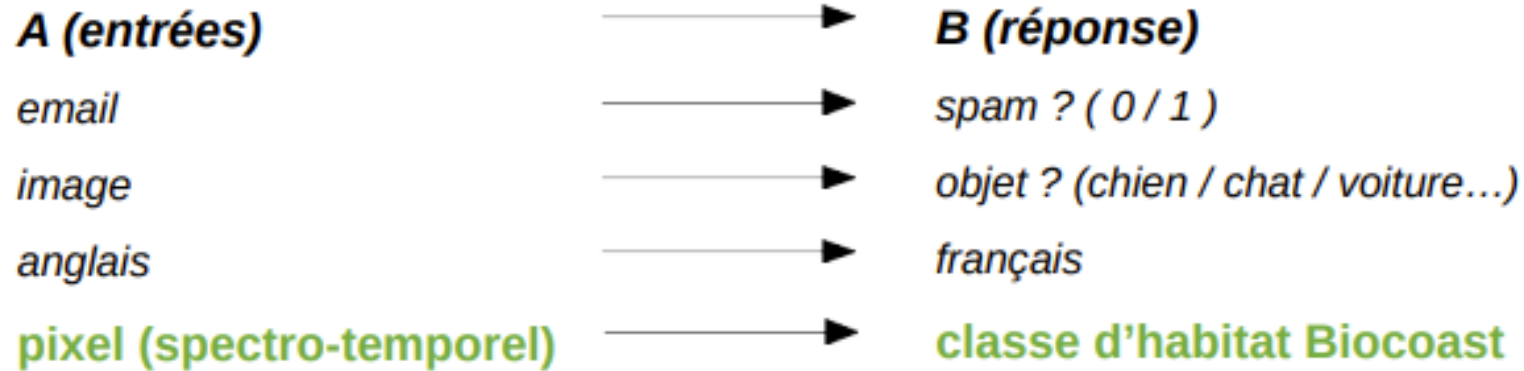
*français*

**classe d'habitat Biocoast**



# Méthodologie

Intelligence Artificielle, Machine Learning, quésako ?



- *Un ensemble de couples (A,B) constitue une base de donnée d'apprentissage*
- *Cette base de donnée permet d' « entrainer » l'algorithme d'apprentissage supervisé (ou classifieur supervisé)*
- *L'algorithme ainsi entrainé est capable de prédire pour une nouvelle entrée X sa réponse Y*





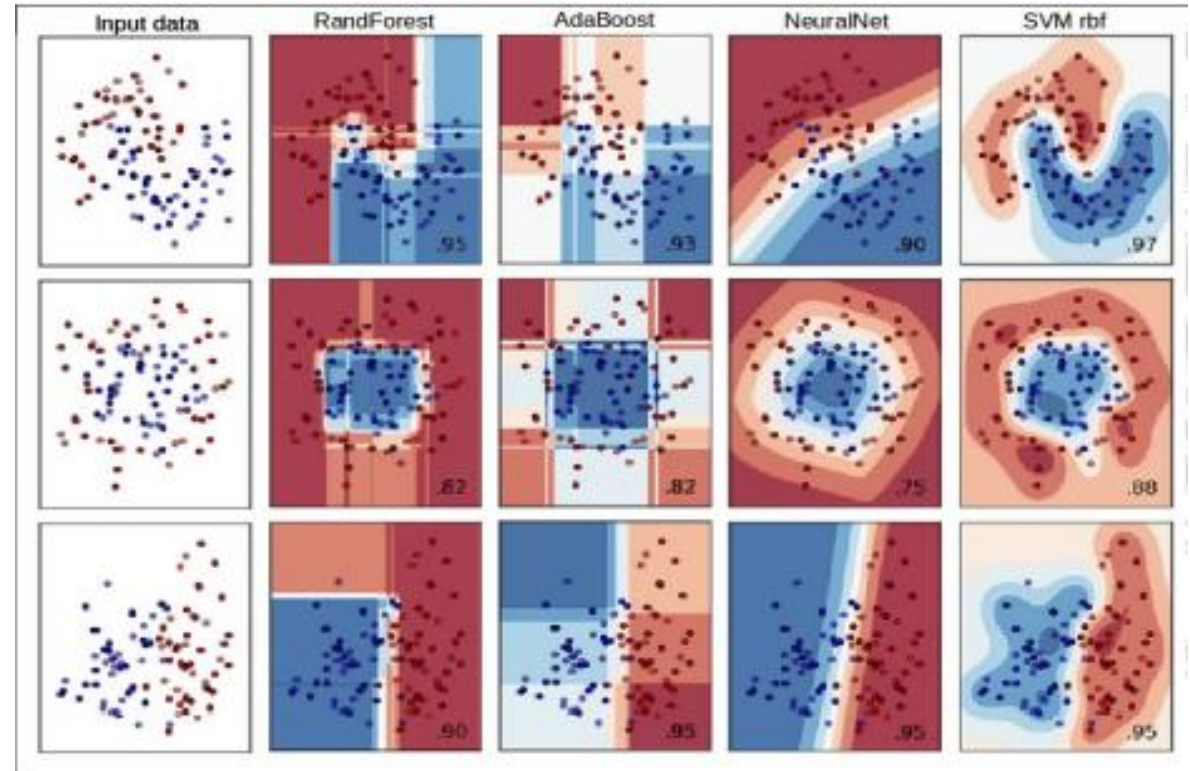
# Méthodologie

Intelligence Artificielle, Machine Learning, quésako ?

Il existe de nombreux algorithmes d'apprentissage

L'objectif de la phase d'apprentissage est de constituer un ensemble de règles de décisions optimisées à partir des d'échantillons de référence pour:

1. Regrouper les échantillons de la même classe (minimiser la variance intra-classe)
2. Séparer les échantillon de classes différentes (maximiser la variance inter-classe)



# Cartographie des végétations du site N2000 Salses-Leucate

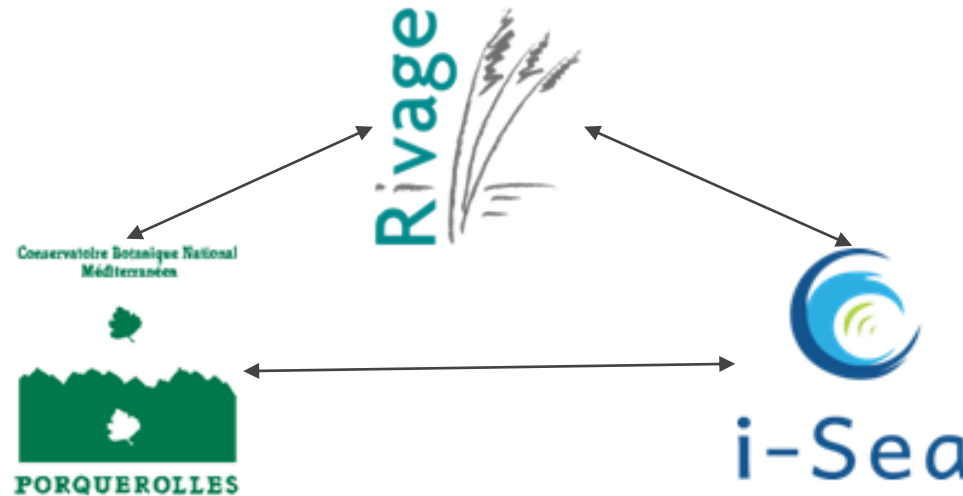
Une concertation active et continue

## Animation et gestion du site Natura 2000

Typologie

Récupération images Pleïades (programmation campagne)

Terrain pour données apprentissage complémentaires (hors hab. nat.)



### Sciences de la végétation

Prétypologie

Typologie finale

Terrain pour données d'apprentissage (hab. nat.)

### Télédétection

Calibrage de l'algorithme

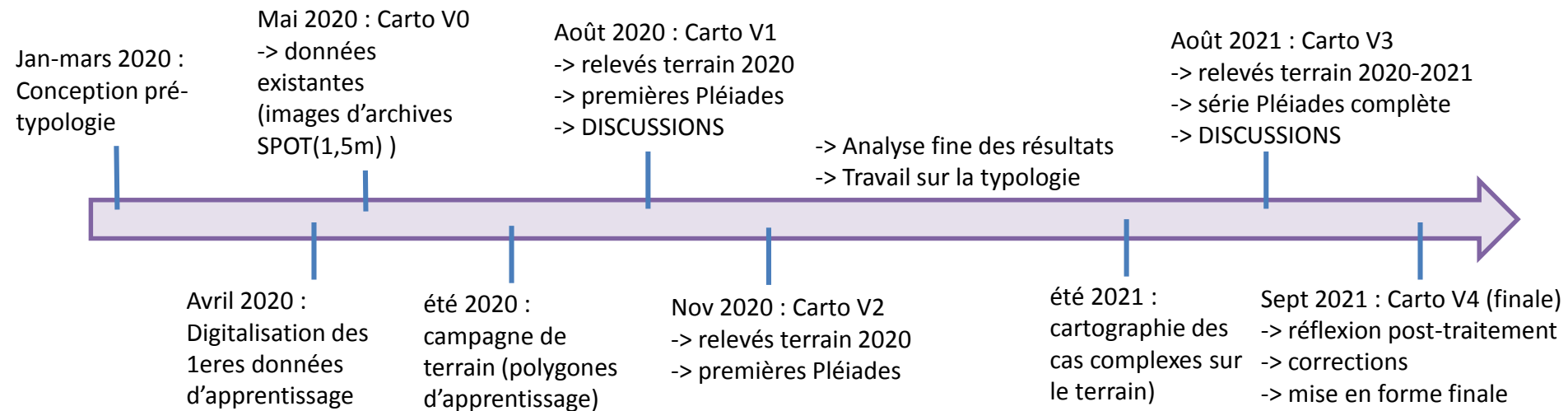
Traduction des règles de détection en SIG

Production des prédictions itératives



# Cartographie des végétations du site N2000 Salses-Leucate

## Le déroulement du projet



# Cartographie des végétations du site N2000 Salses-Leucate

Une série d'images Pléiades (0,5m) exceptionnelle



2020/03/11



2020/04/25



2020/05/22



2020/06/22



2020/07/19



2020/08/15



2020/11/21



2021/01/18



2021/03/09



2021/04/05

# Cartographie des végétations du site N2000 Salses-Leucate

L'expertise naturaliste de terrain, donnée d'entrée à la cartographie

## Données d'apprentissage

Couche vectorielle de polygones  
d'apprentissage

=

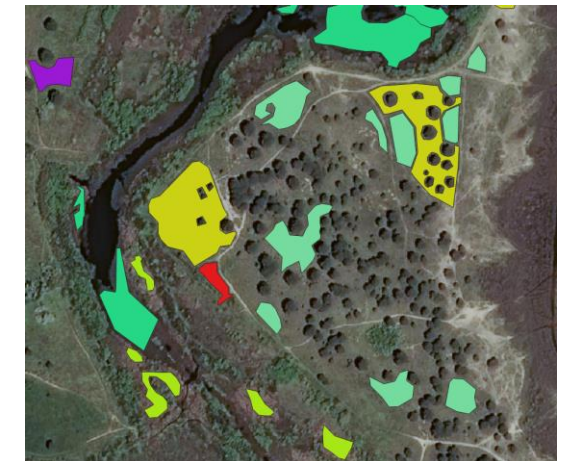
Données recueillies sur le terrain

## Typologie du site

Toutes les entités du paysage que  
l'on souhaite cartographier

=

Légende de la carte



# Cartographie des végétations du site N2000 Salses-Leucate

L'expertise naturaliste de terrain, donnée d'entrée à la cartographie



Répartition des échantillons d'apprentissage pour la réalisation de la cartographie des végétations littorales par télédétection multitemporelle Pléiades  
Complexe lagunaire de Salses Leucate - 2020



Éditée le : 17 / 9 / 2021



 Échantillons d'apprentissage



Réalisation : i-Sea 2021  
Sources :  
- i-Sea, Syndicat mixte Rivage, CBN Méditerranéen  
- Natural Earth  
- IGN  
Image : Pléiades du 18/01/2021  
Pléiades 2021 © AIRBUS DS, tous droits réservés  
Système de coordonnées : Lambert 93



TYPOLOGIE RETENUE	Nombre de polygones	Code UT
Artichaut	16	123
asphalte	74	139
baccharis	14	124
bati	105	114x118
canne_de_p	47	125
Diantho catalaunici-Corynephorum canescentis	13	38
digue	10	200
eau lagune	16	110
eau marine	11	111
eau temporaire	24	112
Echinophoro spinosae-Elymetum farcti	64	2a
Friche	66	702
Griffe de S	27	128
Groupement a Quercus coccifera	11	11c
Groupement a Alkanna matthioli et Campanula erinus	14	34
Groupement a Ephedra distachya de l'île de la Corrége	16	32
Groupement a Halimione portulacoides et Sarcocornia fruticosa	44	55
Groupement a Limonium virgatum et Plantago coronopus	19	62
Groupement a Phragmites australis et Juncus acutus	34	43a
Groupement a Phragmites australis et Juncus maritimus	10	46
Groupement a Sarcocornia fruticosa ou perennis	28	51
Groupement a Tamarix gallica et Convolvulus sepium	21	45b
Groupement a Tamarix gallica et Geranium rotundifolium	39	91a
Groupement de roseliere	29	41
Groupement de roseliere et Cladium mariscus en mosaïque	18	42
Lobulario maritimae-Ephedretum distachyae degrade	15	36
Lobulario maritimae-Ephedretum distachyae matthioletosum sinuatae	6	37
Lobulario maritimae-Ephedretum distachyae typicum	11	33
opuntia	25	130
Orchido palustris-Festucetum arundinaceae	46	96a
pampa	13	131
Phlomidio lychnitidis-Brachypodietum retusi	24	12b
Pinede	54	11bx134
Populetum albae	10	45a
roche	16	120
Sable nu	22	119
Sables coquilliers	11	201
Saccharum s	25	135
Salsolo kali-Cakiletum maritimae	9	2c
sol nu	27	138
Suaedo maritimae-Kochietum hirsutae	16	99
Vergers	106	140
vigne	186	137
<b>SOMME</b>	<b>1392</b>	

# Cartographie des végétations du site N2000 Salses-Leucate

Des innovations scientifiques et techniques pour améliorer les prédictions cartographiques

1

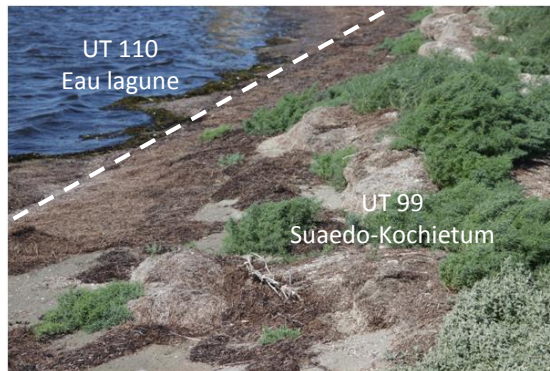
Amélioration de l'apprentissage du modèle

Améliorations possibles sur la typologie et les données d'apprentissage

Acquisition d'images satellites supplémentaires (meilleure prise en compte de la saisonnalité)

2

Critère de juxtaposition



3

Surfaces minimales

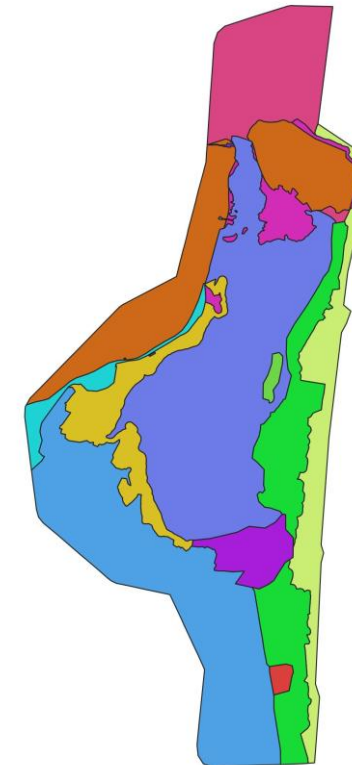
⇒ Surfaces utiles à la gestion

Milieux naturels : Aire minimale d'expression des communautés végétales concernées (d'après Chytrý & Otýpková, 2003)

Autres UT : Aires fixées en concertation entre les partenaires

4

Zonations

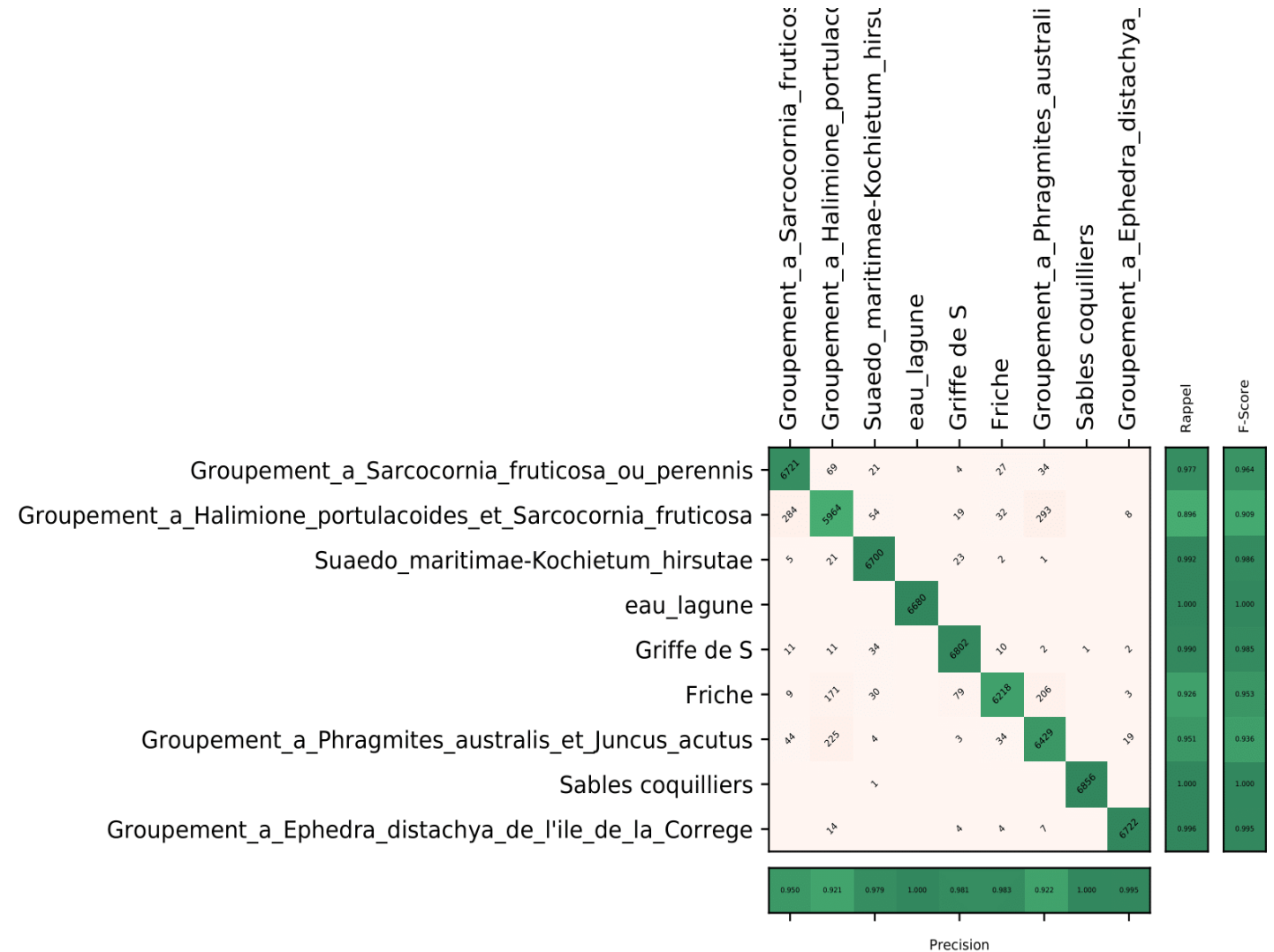


# Cartographie des végétations du site N2000 Salses-Leucate

Evaluation statistique des résultats, exemple d'une matrice de confusion

	nb classe	Précision Globale (mode équilibré)
<b>z1</b>	13	<b>97,90%</b>
<b>z1_za</b>	16	<b>97,70%</b>
<b>z2</b>	27	<b>97,70%</b>
<b>z2_za</b>	30	<b>97,70%</b>
<b>z12</b>	30	<b>96,80%</b>
<b>z5</b>	24	<b>97,40%</b>
<b>z3</b>	26	<b>95,20%</b>
<b>z35</b>	33	<b>96,90%</b>
<b>35_za</b>	36	<b>96,80%</b>
<b>z4</b>	29	<b>96,90%</b>
<b>HZ_za</b>	42	<b>93,70%</b>
<b>z35_1</b>	9	<b>97%</b>

- Pour chaque zone et donc chaque modèle, 50% des pixels pour l'entraînement 50% pour la validation
- **Classification RANDOM FOREST (ou forêts aléatoires)**
- Mode « équilibré » : sélection du même nombre de pixels par classe, celui de la plus petite classe
- Pour l'ensemble des zones, des évaluations très satisfaisantes, précision globale moyenne de 96,8%





# Cartographie des végétations du site N2000 Salses-Leucate



Cartographie des végétations littorales par télédétection multitemporelle  
 Pléiades  
 Complexe lagunaire de Salses Leucate - 2020

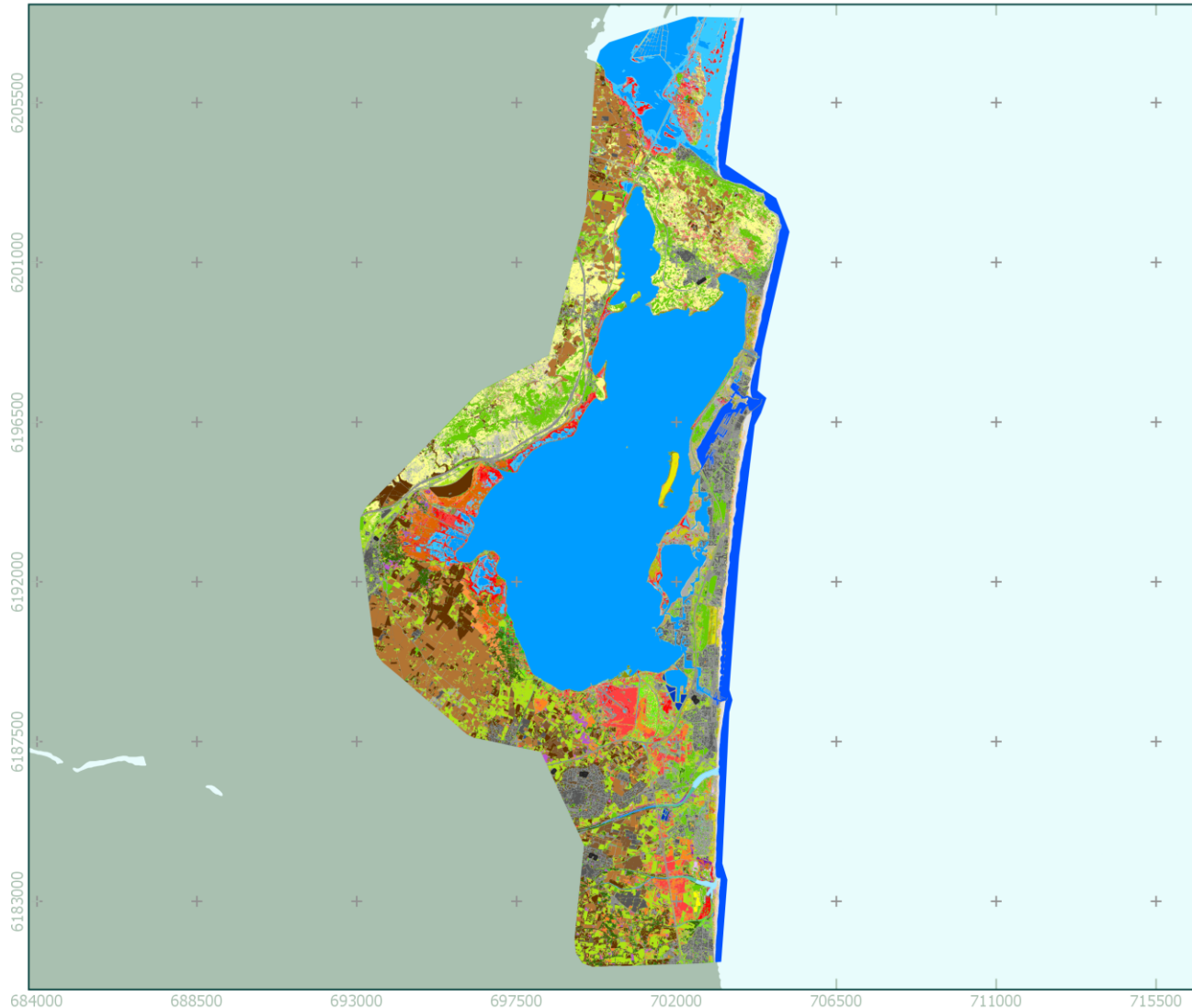


Editée le : 23 / 9 / 2021



## Typologie

- Populetum albae
- Groupement à Salix atrocinerea et Laurus nobilis
- Groupement à Tamarix gallica et Convolvulus sepium
- Groupement à Pinus halepensis
- Groupement à Tamarix gallica et Geranium rotundifolium
- Vergers
- Culture d'artichauts
- Vignes
- Station d'épuration
- Eau marine
- Eau lagunaire
- Eau temporaire
- Estuaire
- Surface homogène de Baccharis
- Surface homogène de Canne de Provence
- Surface homogène d'Herbe de la Pampa
- Surface homogène de Griffes de sorcière
- Surface homogène de Figuier de Barbarie
- Groupement à Limonium virgatum et Plantago coronopus
- Groupement à Salicornia europaea
- Suaedo maritima-Kochietum hirsutae
- Salsolo kali-Cakiletum maritima
- Diantho catalaunica-Corynephorietum canescens
- Lobulario maritima-Ephedretum distachyaie dégradé
- Lobulario maritima-Ephedretum distachyaie matthioletosum sinuatae
- Lobulario maritima-Ephedretum distachyaie typicum
- Groupement à Ephedra distachya de l'île de la Corrége
- Groupement à Corynephorus divaricatus et Filago pyramidata
- Groupement à Alkanna matthioli et Campanula erinus
- Phlomidio lychnitidis-Brachypodietum retusi
- Groupement de roselière
- Groupement à Cladium mariscus dominant
- Groupement de roselière et Cladium mariscus en mosaïque
- Groupement à Phragmites australis et Juncus maritimus
- Groupement à Phragmites australis et Juncus acutus
- Orchido palustris-Festucetum arundinaceae
- Lino biennis-Festucetum arundinaceae
- Groupement à Brachypodium phoenicoides et Phragmites australis
- Crucianelletum maritima
- Echinophoro spinosae-Elymetum farcti
- Groupement à Sarcocornia fruticosa ou S. perennis
- Groupement à Halimione portulacoides et Sarcocornia fruticosa
- Groupement à Quercus coccifera
- Stades de foot
- Bâtiment
- Digue
- Chaussée/Voie
- Sol nu
- Roche
- Sable coquillier
- Sable nu
- Groupement aquatique de rivière
- Groupement à Helosciadium nodiflorum et Nasturtium officinale
- Groupement rudéral de friche



Réalisation : i-Sea 2021

Sources :

- i-Sea, Syndicat mixte Rivage, CBN Méditerranéen
- Natural Earth
- IGN

Image (traitement) : série temporelle Pléiades du 11/03/2020 au 05/04/2021

Système de coordonnées : Lambert 93



# Cartographie des végétations du site N2000 Salses-Leucate



Cartographie des végétations littorales par télédétection multitemporelle  
Pléiades  
Complexe lagunaire de Salses Leucate - 2020

I2



Éditée le : 23 / 9 / 2021



## Typologie

- Populetum albae
- Groupement à Salix atrocinerea et Laurus nobilis
- Groupement à Tamarix gallica et Convolvulus sepium
- Groupement à Pinus halepensis
- Groupement à Tamarix gallica et Geranium rotundifolium
- Vergers
- Culture d'artichauts
- Vignes
- Station d'épuration
- Eau marine
- Eau lagunaire
- Eau temporaire
- Estuaire
- Surface homogène de Baccharis
- Surface homogène de Canne de Provence
- Surface homogène d'Herbe de la Pampa
- Surface homogène de Griffes de sorcière
- Surface homogène de Figuiers de Barbarie
- Groupement à Limonium virgatum et Plantago coronopus
- Groupement à Salicornia europaea
- Suaedo maritima-kochietum hirsutae
- Salsola kali-Cakiletum maritima
- Diantho catalaunici-Corynephorum canescens
- Lobulario maritima-Ephedretum distachyae dégradé
- Lobulario maritima-Ephedretum distachya matthioleum sinuatae
- Lobulario maritima-Ephedretum distachyae typicum
- Groupement à Ephedra distachya de l'île de la Corrège
- Groupement à Corynephorus divaricatus et Filago pyramidata
- Groupement à Alkanna matthioli et Campanula erinus
- Phlomis lychnitis-Brachypodium retusa
- Groupement de roselière
- Groupement à Cladium mariscus dominant
- Groupement de roselière et Cladium mariscus en mosaïque
- Groupement à Phragmites australis et Juncus maritimus
- Groupement à Phragmites australis et Juncus acutus
- Orchido palustris-Festucetum arundinaceae
- Lino biennis-Festucetum arundinaceae
- Groupement à Brachypodium phoenicoides et Phragmites australis
- Crucianellum maritima
- Echinophoro spinosae-Elymetum farcti
- Groupement à Sarcocornia fruticosa ou S. perennis
- Groupement à Halimione portulacoides et Sarcocornia fruticosa
- Groupement à Quercus coccifera
- Stades de foot
- Bâtiment
- Digue
- Chaussée/Voie
- Sol nu
- Roche
- Sable coquillier
- Sable nu
- Groupement aquatique de rivière
- Groupement à Helosciadium nodiflorum et Nasturtium officinale
- Groupement rudéral de friche

0 100 200 m



Réalisation : i-Sea 2021

Sources :

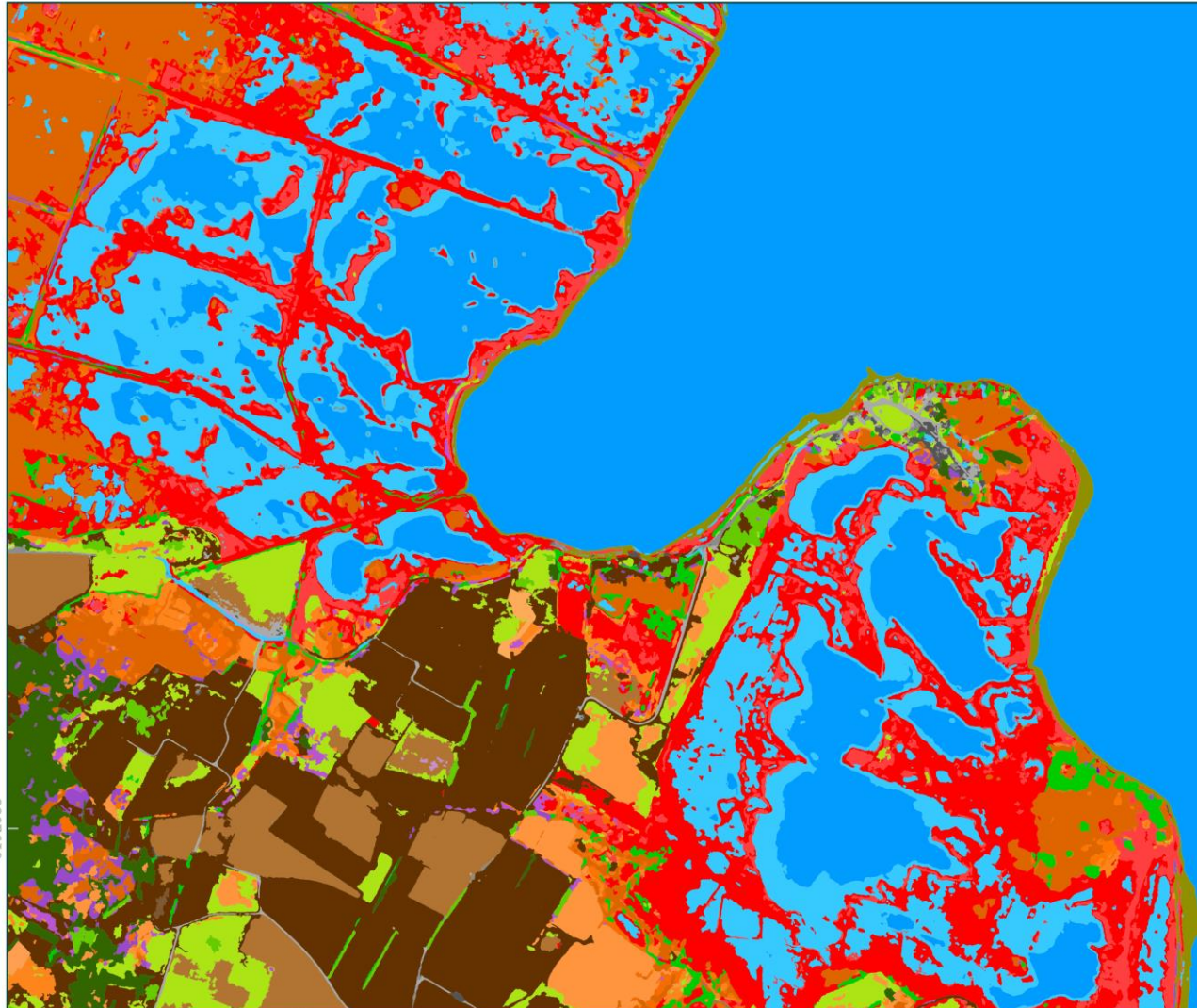
- i-Sea, Syndicat mixte Rivage, CBN Méditerranéen
- Natural Earth
- IGN

Image (traitement) : série temporelle Pléiades du 11/03/2020 au 05/04/2021

Système de coordonnées : Lambert 93



6192000



# Cartographie des végétations du site N2000 Salses-Leucate

## Retour d'expérience

Les retours de RIVAGE :



- Cartographie **précise**, y compris zones inaccessibles
- **Diminution du biais observateur dans l'interprétation des habitats**
- Facilite les décisions pour le « placement du trait » par rapport aux cartos de terrain
- **Différenciation des faciès d'HIC**
- **Clarification typologique** pour toutes les futures études sur le site

et du CBN Med :

- Typologie robuste pouvant être utilisée pour toutes les études futures sur le site
- Clarification de l'interprétation des HIC, utile à toute la région
- **Cartographie très précise, impossible à faire manuellement**
- Cartographie très complète, **même dans les zones inaccessibles**
- Méthode intéressante pour les **grandes surfaces**

Le point de vue d'i-Sea :

- **Une méthodologie standardisée et reproductible**
- Automatisation des traitements
- Délais de livraison de la cartographie très court
  
- **Indépendance de la méthode:**
  - À la **typologie** visée
  - À l'**échelle** du site d'étude
  - Au type et à la **résolution** du capteur
  
- Possibilité de **mise à jour** de la cartographie à **moindre coût**



Temps de travail très important :

- acquisition de connaissances
  - améliorations cartographiques : identification, compréhension et correction des erreurs
  - terrain → acquisition des données d'apprentissage
- cartographie des cas complexes

Toujours quelques erreurs cartographiques

Temps de calculs très lourds :

- N zonations = N modèles
- Travail à 50cm
- Post-traitements complexes

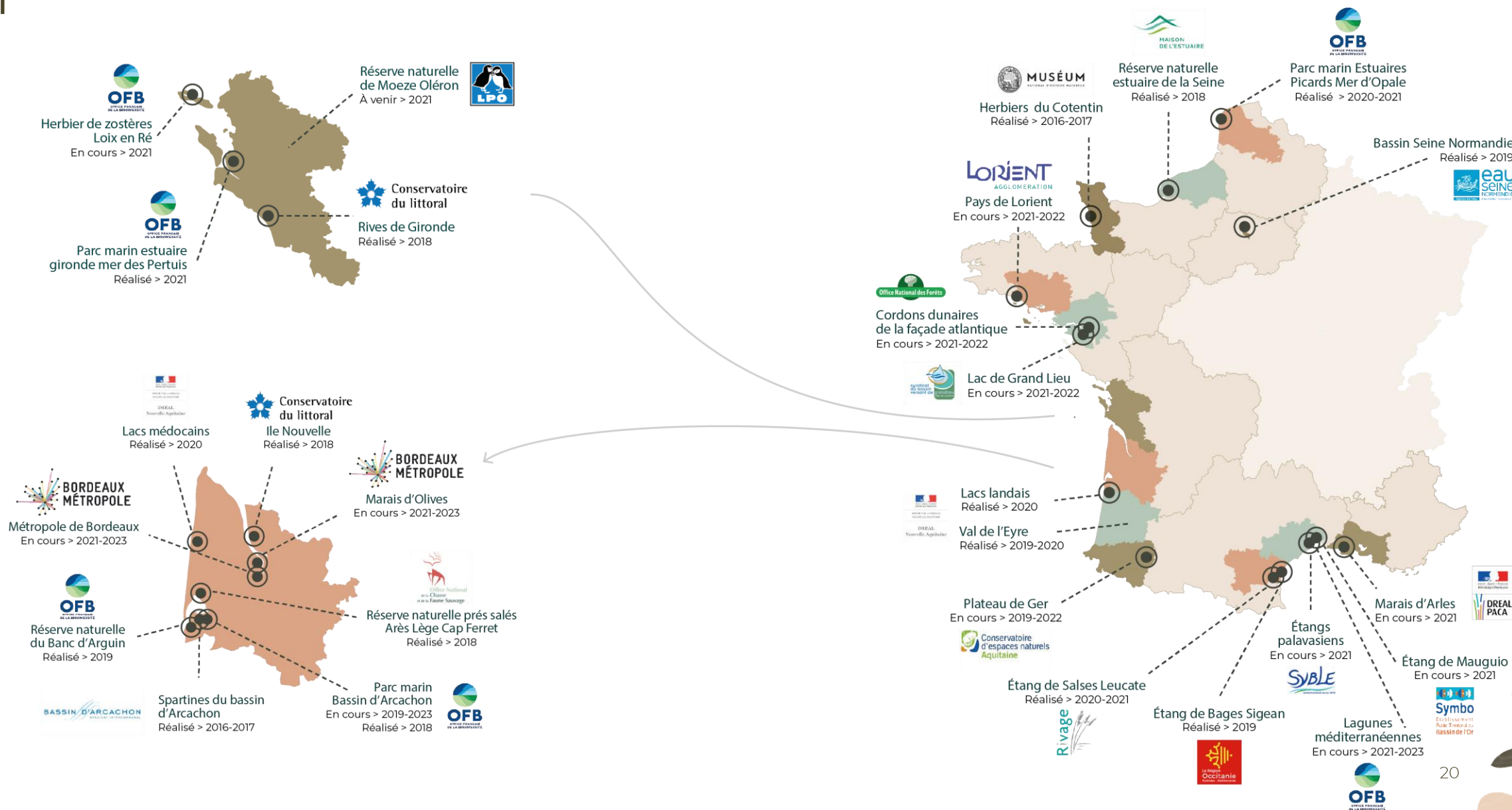
Certains milieux non accessibles :

- Sous échantillonnés / trop rares
- Milieux non visibles (sous-bois)

Disponibilité des images, nébulosité  
(pas le cas dans cette étude)

# MERCI DE VOTRE ATTENTION !

Les sites cartographiés par la méthode Biocoast, i-Sea





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

