

Suivi opérationnel des Activités Conchylicoles par imagerie SATellitaire et réseaux de neurones convolutifs (projet SACSAT).

MERIGEO 2023

B.Beguet^{1*}, R.Budin¹, N.Debonnaire¹, C.Curti¹, C.Carteron¹, K.Leleu², K.Dedieu², F.Desmazes³, I.Gailhard-Rocher², J.Charmasson², V.Lafon¹, A.Dehouck¹

¹ i-Sea, Pessac, France.

² OFB, Office Français de la Biodiversité.

³ BRGM, Orléans, France

* benoit.beguet@i-sea.fr



Plan de la présentation:

Contexte et motivations du projet SACSAT

Méthodologies

Présentation des travaux et résultats « Pléiades – Cotentin »

Potentiel de généralisation du modèle « DeepLearning Pléiades »

Démo : Cartographie des types d'activités conchylicoles à partir de l'ortho du ROL

Conclusions et perspectives

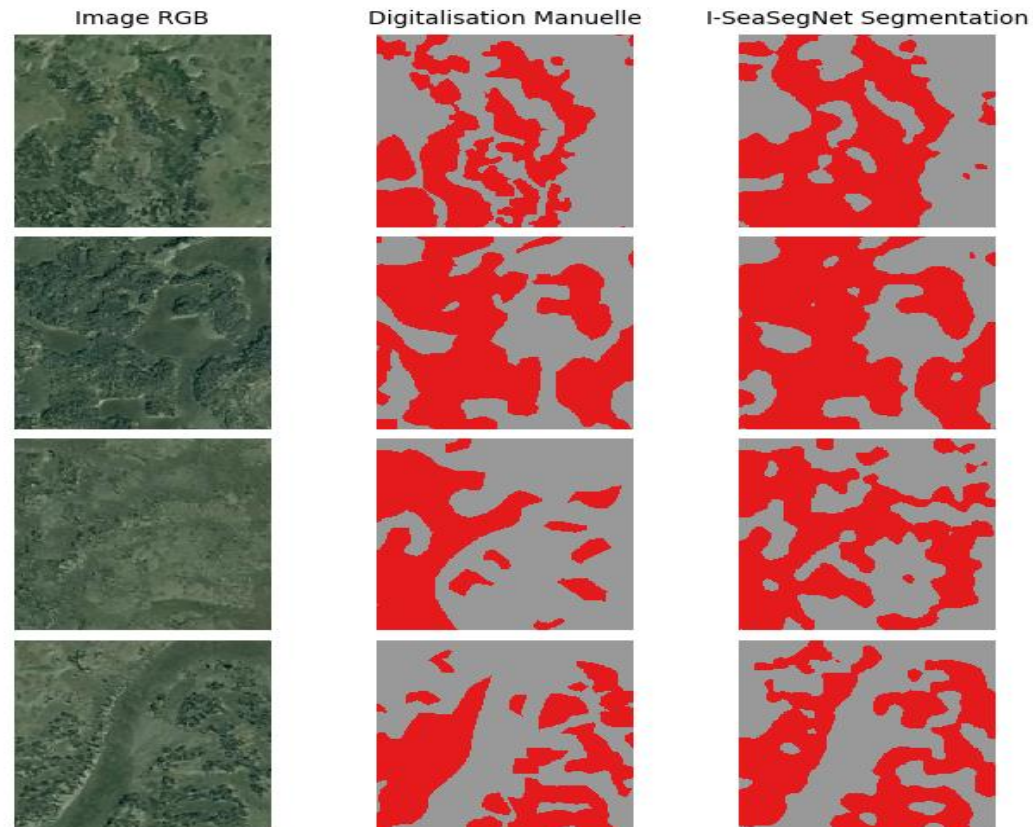


Contexte et motivations du projet SACSAT

Des premiers travaux avec le PNMBA

- Développement d'une méthodologie pour la cartographie des friches ostréicoles (début des travaux en 2018)
 - Application d'approches avancées de traitement d'images (réseaux de neurones convolutifs)
- > une R&D i-Sea entamée en 2016 pour la cartographie des habitats naturels

Des premiers résultats encourageants...

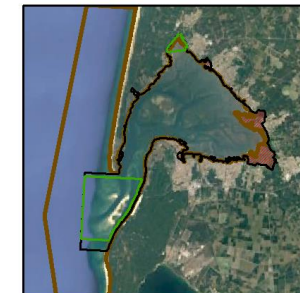


Contexte et motivations du projet SACSAT

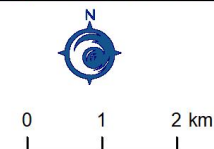
Des premiers travaux avec le PNMBA

... à la première cartographie des friches ostréicoles à l'échelle du Bassin d'Arcachon !

Cartographie des friches ostréicoles du Bassin d'Arcachon (2018) reclassées en 3 niveaux de densité potentielle
Deep Learning - Contrat PNMBA / i-Sea



Editée le 17/07/2020



L'information présentée est un indicateur surfacique de la densité potentielle des friches ostréicoles.

Il est déterminé en calculant la probabilité moyenne d'appartenir à la classe friche ostréicole sur une maille de 17*17 pixels.

L'indicateur est ensuite reclassé en 3 niveaux de densité selon les seuils suivants :

- Densité potentielle ≤ 0.15
- $0.15 < \text{Densité potentielle} \leq 0.45$
- $0.45 < \text{Densité potentielle}$

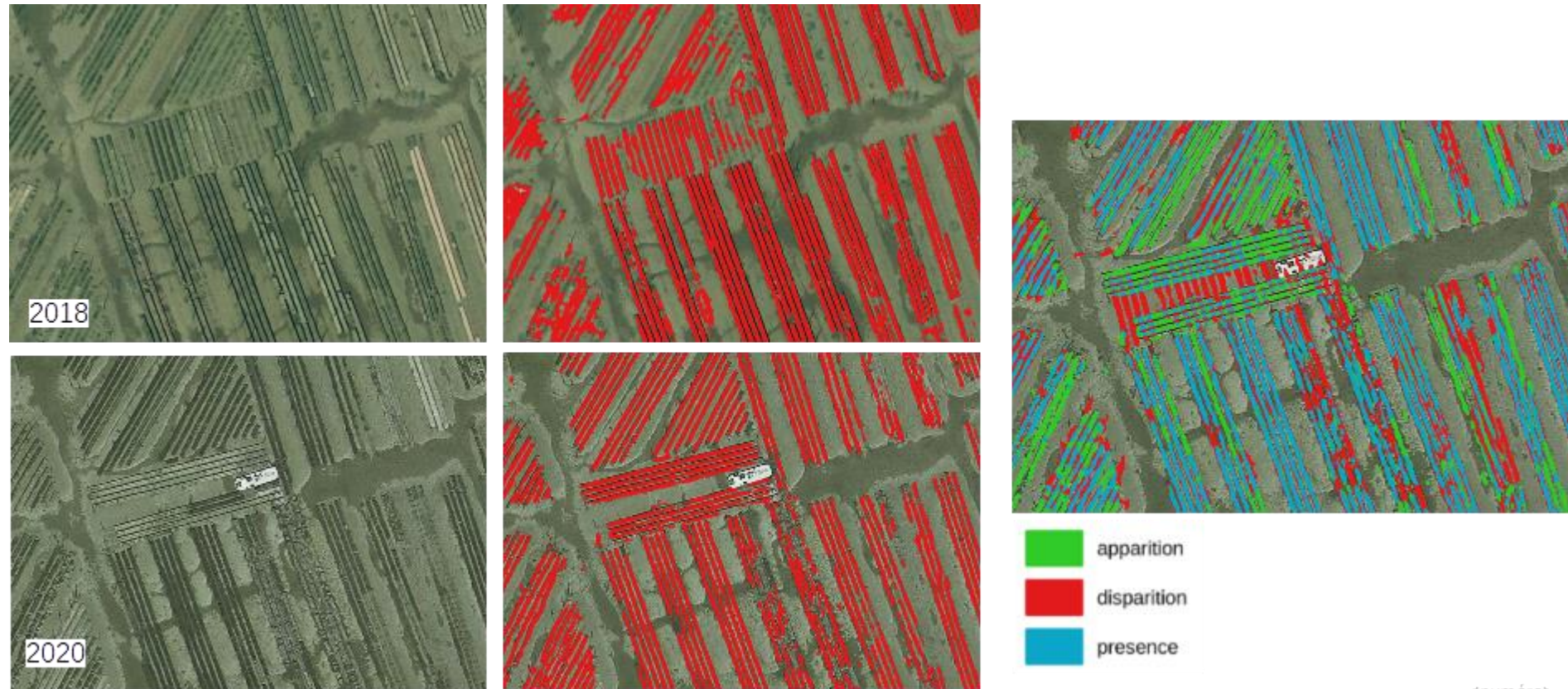
Réalisation : i-Sea 2020
Image : orthophotographie SIBA 2018
Système de coordonnées : Lambert 93

Contexte et motivations du projet SACSAT

Des premiers travaux avec le PNMBA

Application de l'approche pour d'autres thématiques, plus particulièrement les tables ostréicoles et le couvert végétal sur vasière

-> Cartographie et suivi des tables ostréicoles à l'échelle du Bassin d'Arcachon



Contexte et motivations du projet SACSAT

Changement d'échelle et potentiel satellitaire : la motivation du projet SACSAT !

On ne « voit » pas la même chose avec une résolution de 5-15cm qu'avec une résolution de 50cm

Peut-on cartographier les activités conchylicoles avec Pléiades ?

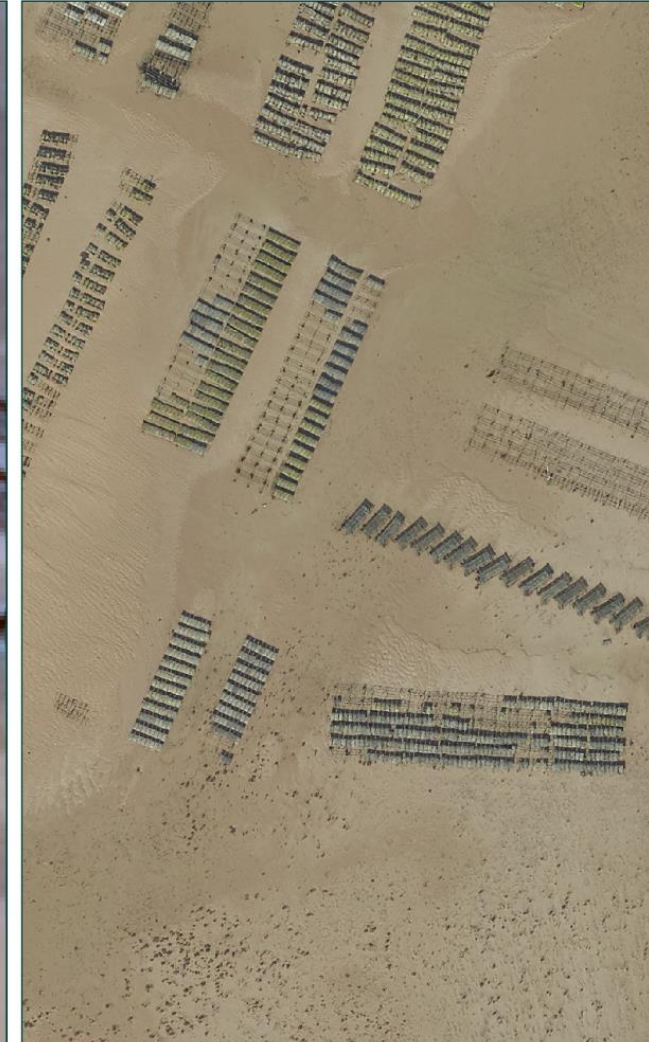
Peut-on adapter notre méthode « Deep learning » à ces images ?

Peut-on envisager un service opérationnel de cartographie des activités conchylicoles à grande échelle ?

Granville - Scène Pléiades du 14/01/2022



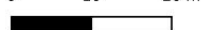
Granville - Ortho-photographie du ROL



N

i-Sea

0 10 20 m



Contexte et motivations du projet SACSAT

Développer un outil opérationnel pour répondre aux besoins utilisateurs

- Informations spatialisées de précision essentielles pour une bonne gestion des zones intertidales sous pression anthropique
- Enjeux économiques (conchyliculture, portuaire, plaisance,...) et patrimoniaux (habitats marins et littoraux remarquables)
- Besoin de suivi à plusieurs échelles : de l'unité de gestion à la façade maritime
- Plus précisément, besoin d'indicateurs de pression physique sur le milieu :
 - Carto des cultures marines (tables ostréicoles, bouchots sur pieux) (D6)
 - Rugosité des estrans vaso-sableux (restes d'aménagements aquacoles) (D6-D7)
 - Modification des conditions environnementales
 - faciès sédimentaires / végétalisés dans l'environnement proche des activités (D6, D1)
 - Turbidité (D7)

Méthodologie

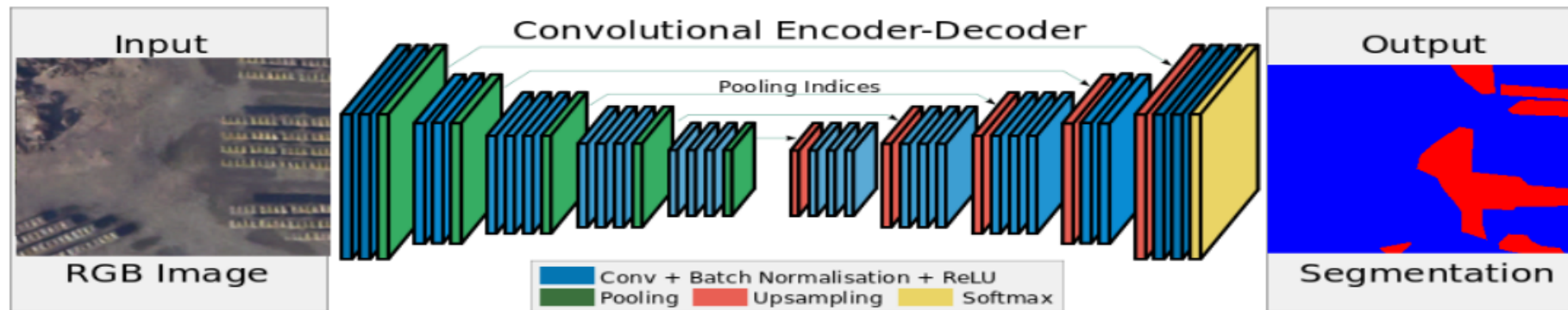
L'approche « Cartographie fine », réseaux de neurones convolutifs (DeepLearning)

→ DeepLearning = réseaux de neurones profonds (multi-couches)

→ Théorie machine learning des 80's qui s'impose depuis ~2014 et l'ère du BIGDATA (et des calculs sur GPU)

→ Réseau de neurones convolutif (ConvNet, Yan LeCun), un outil inspiré des mécanismes de notre vision et spécialement adapté au traitement d'images : reconnaissance de formes et de textures.

→ Pour notre problème, une architecture maison inspirée de SegNet :



Exemple : Architecture SegNet, V.Badrinarayanan, A.Kendall and R.Cipolla, PAMI 2017

→ Un processus de cartographie par raffinements successifs, basé sur des aller-retours homme-machine.

Présentation des travaux et résultats « Pléiades – Cotentin »

Bilan images Pléiades



Zone géographique	Sous site	Date	Image	Usage
Cotentin	Granville - Chausey	14/09/2019	ORT_2019091440751569_LA93	Non utilisée, niveau d'eau élevé et emprise incomplète
		04/04/2020	ORT_2020040440000706_LA93	Non utilisée, niveau d'eau élevé et nuages
		05/10/2021	ORT_2021100541649845_LA93	Non utilisée, niveau d'eau élevé et nuages
		14/01/2022	ORT_2022011440058319_LA93	Utilisée
		14/01/2022	ORT_2022011440066217_LA93	Utilisée
	Côte est	16/03/2020	ORT_2020031639787524_LA93	Utilisée pour le modèle général
		13/01/2022	ORT_2022011340469336_LA93	Utilisée
	Pointe d'Agon - Portbail	04/04/2020	ORT_2020040439995297_LA93	Utilisée
		26/02/2022	ORT_2022022641136569_LA93	Non utilisée, niveau d'eau élevé
		26/02/2022	ORT_2022022641139329_LA93	Non utilisée, niveau d'eau élevé
Bassin d'Arcachon		05/11/2021	ORT_2021110539414371_LA93	Utilisée pour le modèle général
		14/07/2022	ORT_2022071440540719_LA93	Utilisée pour le modèle général



Présentation des travaux et résultats « Pléiades – Cotentin »

Approche « Deep Learning » : Raffinements successifs du modèle de prédiction

Projet SACSAT - Exemple de digitalisation manuelle

Cote Est - Scène Pléiades du 13/01/2022



-> Point de départ :
le modèle « détection des tables ostréicoles » PNMBA 2020.

-> pas le même milieu, pas la même résolution, mais un modèle performant avec un entraînement poussé.

-> effort de digitalisation d'images pour le raffinement du modèle de prédiction.:

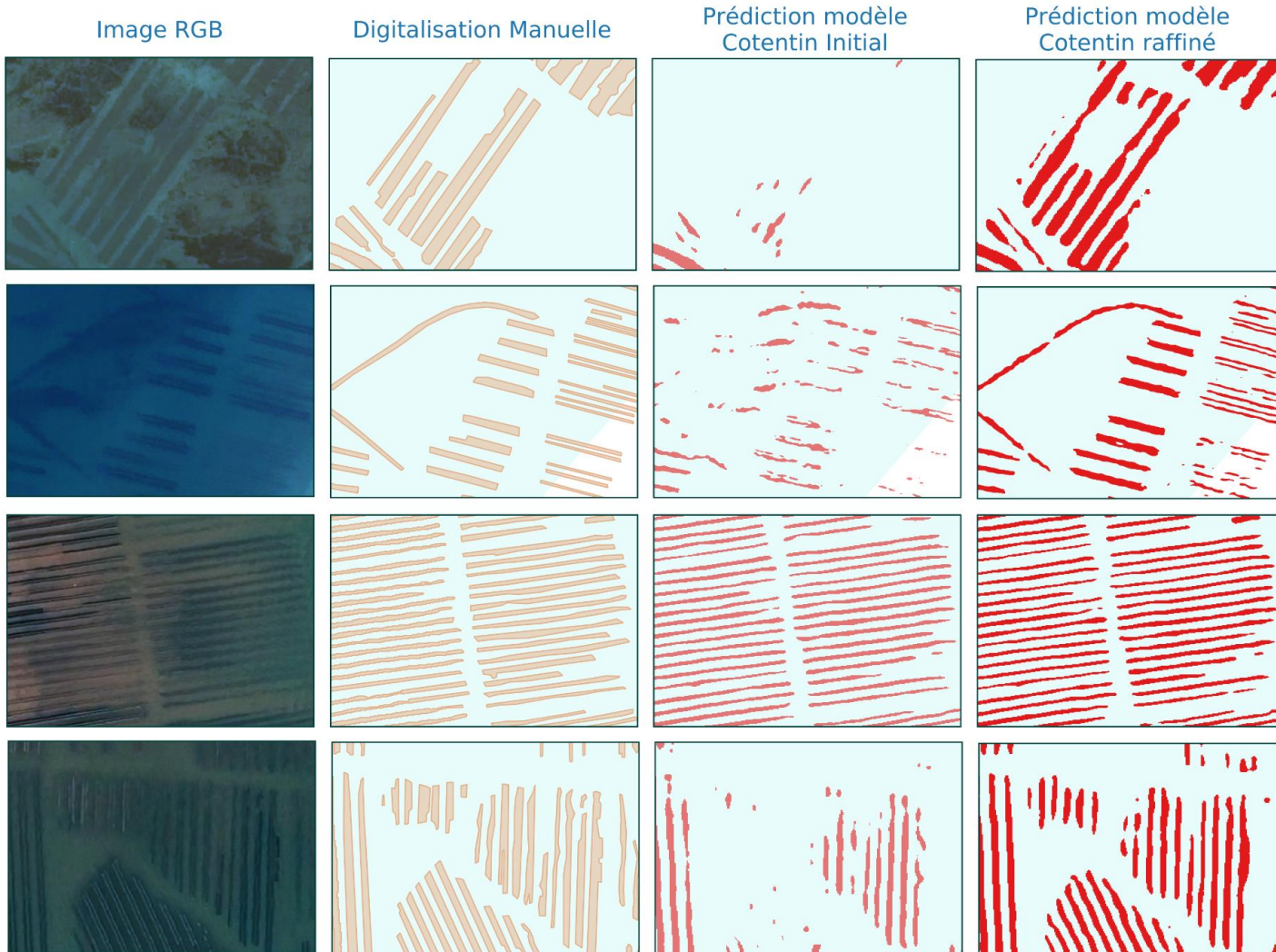
- 680ha (~4 000 polygones)

-> un maximum de variabilité en termes de :

- types d'activités conchylicoles
- milieux environnants
- profondeur

Présentation des travaux et résultats « Pléiades – Cotentin »

Approche « Deep Learning » : Raffinements successifs du modèle de prédiction



i-Sea

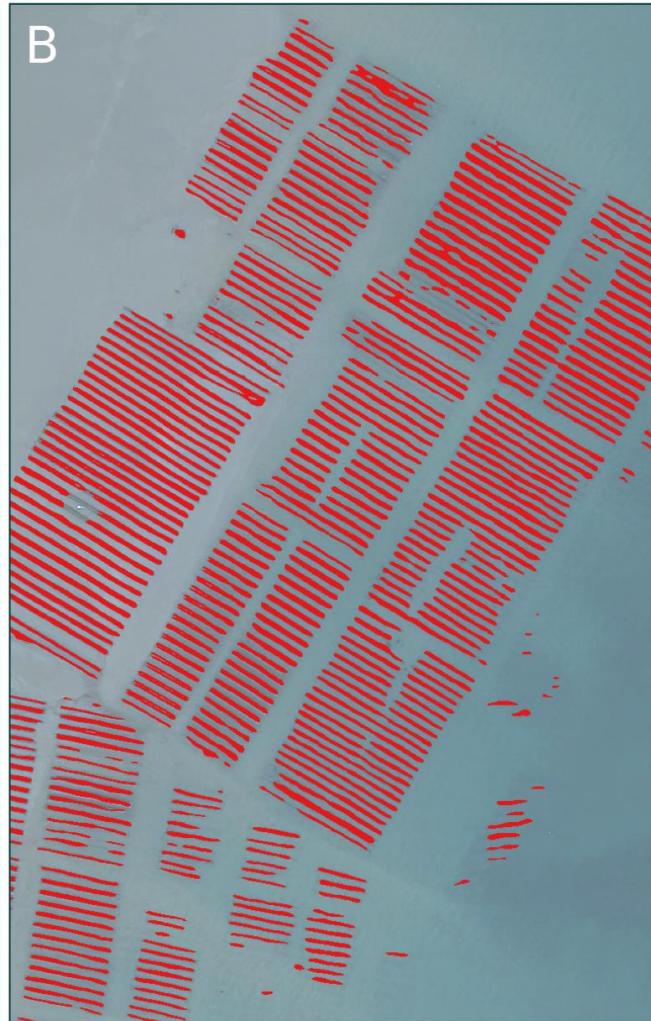
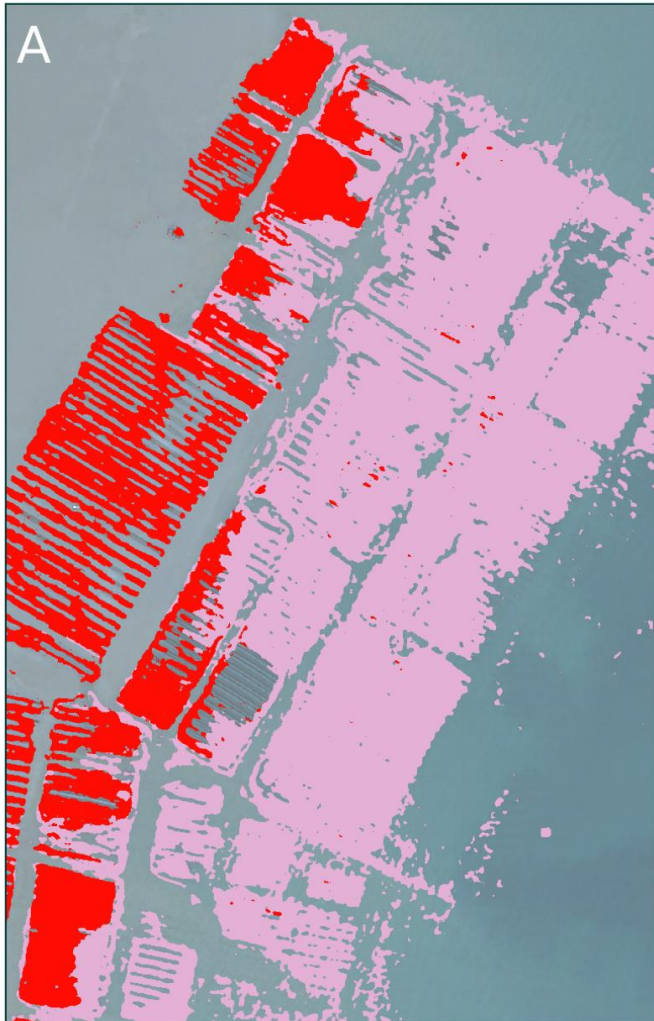
-> une nette amélioration des prédictions après un raffinement grâce à la base de donnée d'images digitalisées.

-> Un ensemble d'images de validation sélectionnées au hasard pour évaluer l'amélioration progressive du modèle.

Présentation des travaux et résultats « Pléiades – Cotentin »

Projet SACSAT - Comparaison de l'approche Random Forest et de l'approche Deep Learning

Cote Est - Scène Pléiades du 13/01/2022



Légende

- Activité conchylicole prédite
Modèle Cotentin
(Approche Deep Learning)
- Table
Modèle Côte Est
(Approche Random Forest)
- Table dans l'eau
Modèle Côte Est
(Approche Random Forest)



i-Sea

0 60 120 m



-> L'approche « DeepLearning » surpasse largement les performances de notre approche classique « Biocoast ».

-> Biocoast est adaptée à la cartographie des habitats à partir de séries temporelles, au niveau pixel.

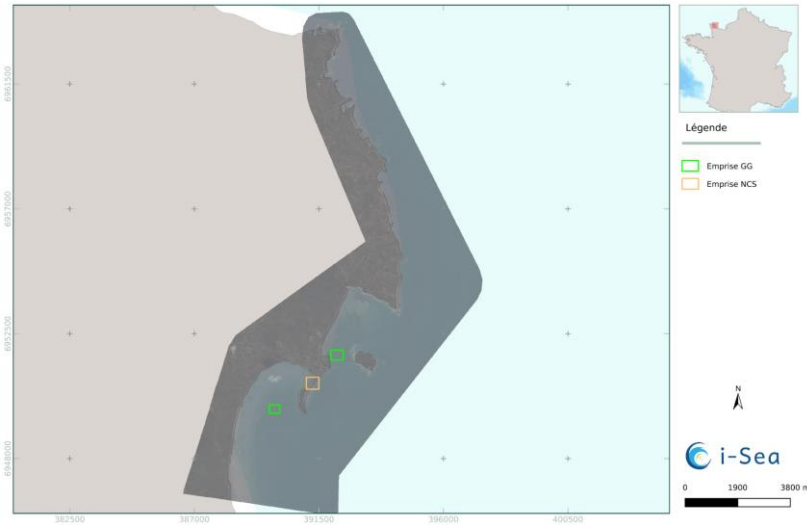
-> Notre approche DeepLearning est adaptée à la détection des formes et textures, elle est à privilégier pour notre application SACSAT.

Le potentiel de cette approche, ainsi que le potentiel des images Pléiades est confirmé pour la cartographie des activités conchylicoles!

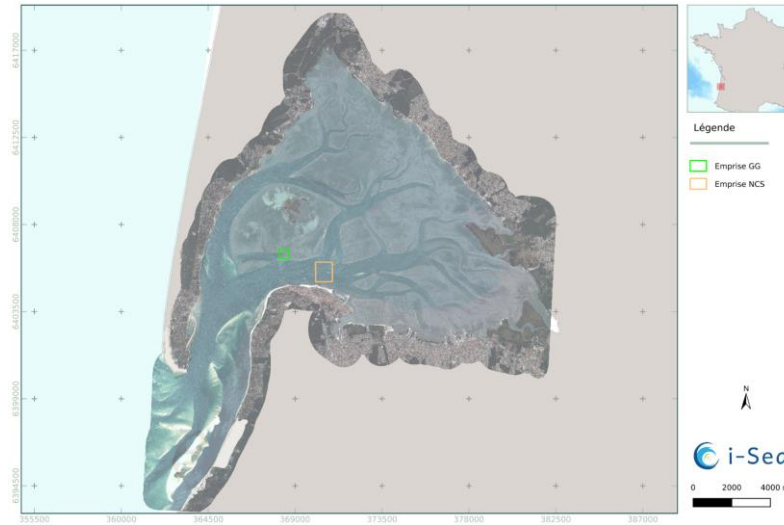
Potentiel de généralisation du modèle « DeepLearning Pléiades »

- Objectifs:
- appliquer notre modèle de prédiction sur d'autres images,
 - affiner l'apprentissage pour tendre vers une généralisation du modèle.

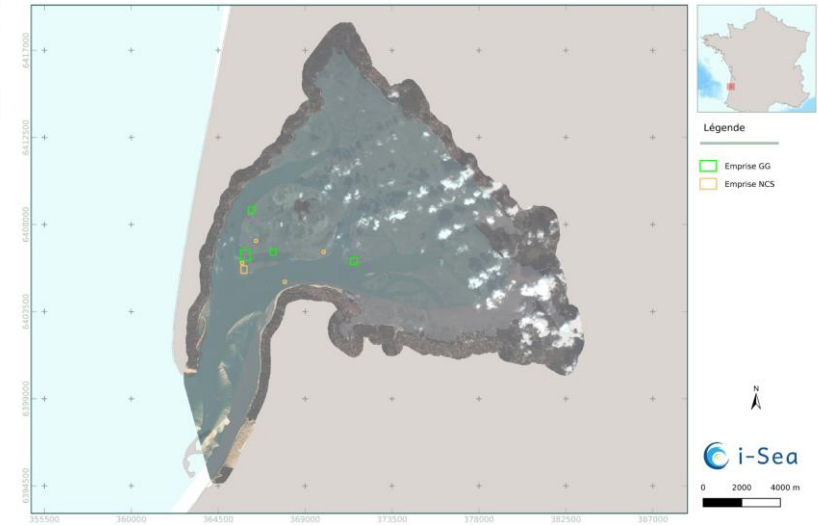
Projet SACSAT - Zones de digitalisations manuelles
Cote Est - Scène Pléiades du 16/03/2020



Projet SACSAT - Zones de digitalisations manuelles
Bassin d'Arcachon - Scène Pléiades du 14/07/2022

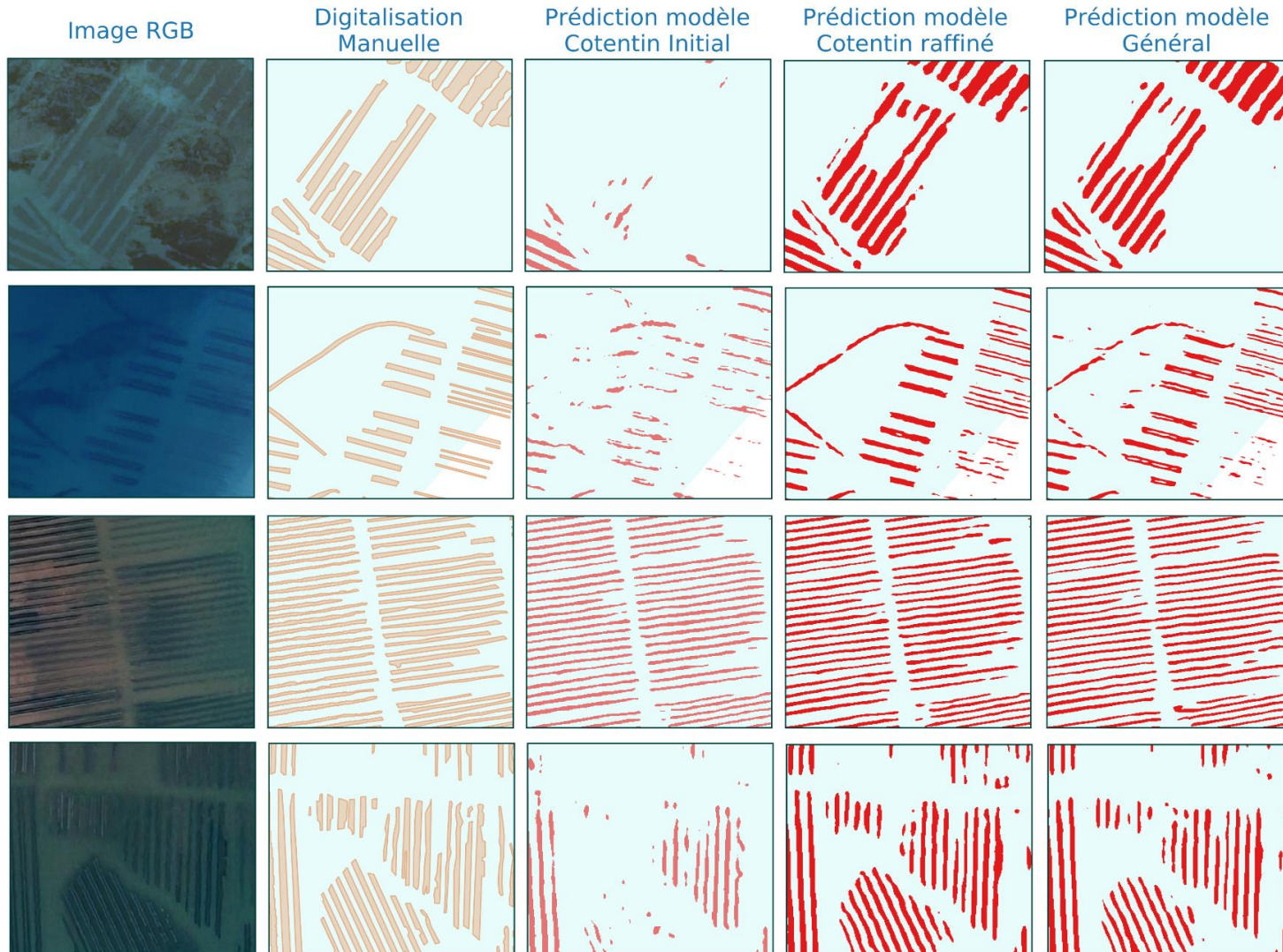


Projet SACSAT - Zones de digitalisations manuelles
Bassin d'Arcachon - Scène Pléiades du 05/11/2021



- > Des premiers tests de prédiction du modèle Cotentin appliqué directement.
- > Sélection de zones d'intérêt pour un nouvel effort de digitalisation manuelle (~120ha, 3000 polygones pour le Bassin d'Arcachon), avec un maximum de variabilité..
- > Un apprentissage par pas successifs pour obtenir un modèle performant.

Potentiel de généralisation du modèle « DeepLearning Pléiades »



-> Des premiers tests de prédiction du modèle Cotentin appliqué directement.

-> Sélection de zones d'intérêt pour un nouvel effort de digitalisation manuelle, avec un maximum de variabilité.

-> Un apprentissage par pas successifs pour un modèle plus générique.

i-Sea

-> Vérification de la performance du modèle de prédiction sur les images du Cotentin d'origine

	Modèle Cotentin initial	Modèle Cotentin raffiné	Modèle Général
Cotentin OA	0,94	0,94	0,95
Cotentin Kappa	0,49	0,61	0,71

	Modèle Cotentin initial	Modèle Cotentin raffiné	Modèle Général
Bassin d'Arcachon OA	0,86	0,82	0,94
Bassin d'Arcachon Kappa	0,30	0,19	0,76

-> Application du modèle générique à l'ensemble des images sélectionnées.

Potentiel de généralisation du modèle « DeepLearning Pléiades »

Projet SACSAT - Vue d'ensemble des prédictions cartographiques de l'activité conchylicole

Bassin d'Arcachon - Scène Pléiades du 14/07/2022 - Aperçu 1



Potentiel de généralisation du modèle « DeepLearning Pléiades »

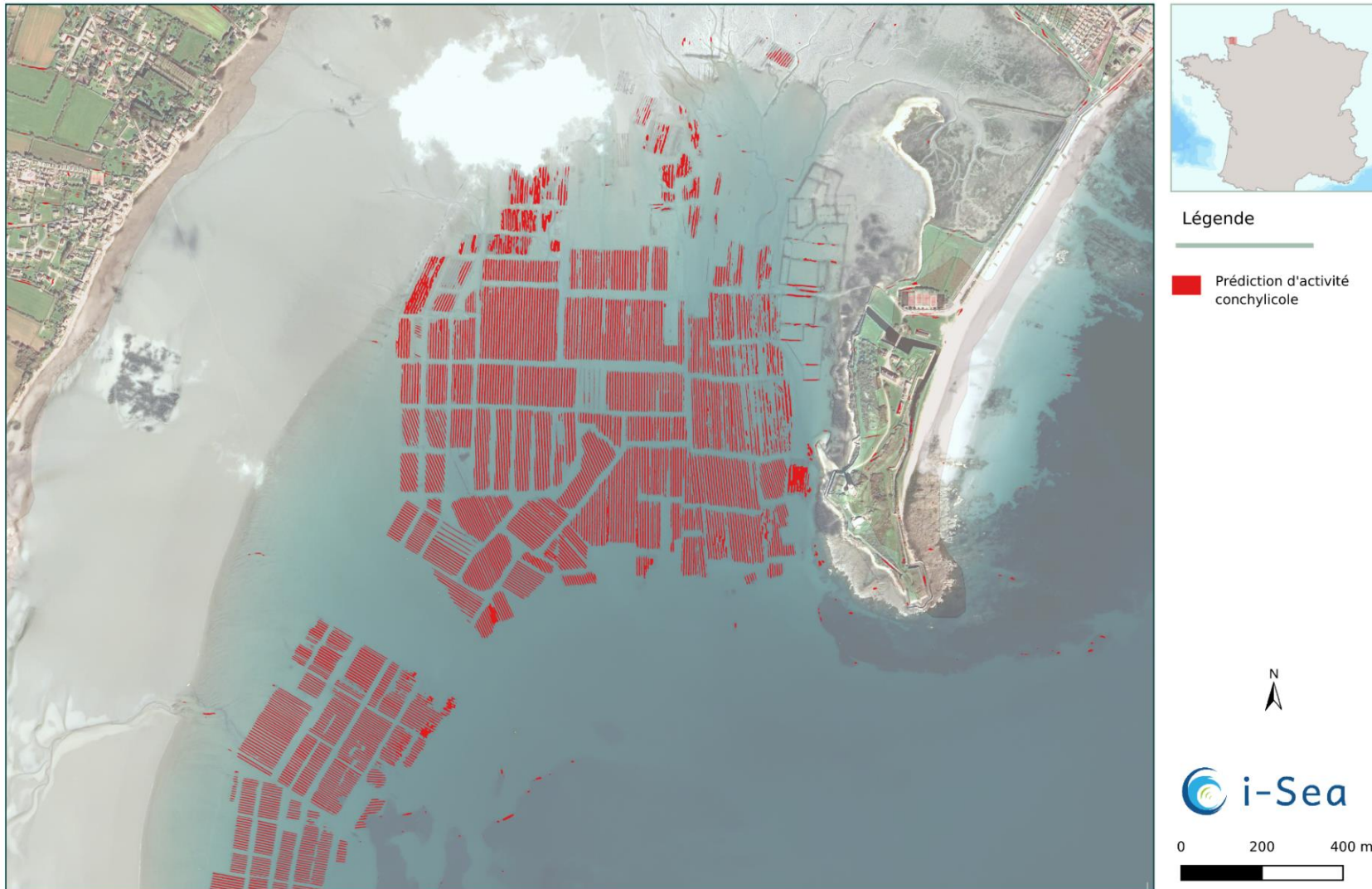
Projet SACSAT - Vue d'ensemble des prédictions cartographiques de l'activité conchylicole

Bassin d'Arcachon - Scène Pléiades du 05/11/2021 - Aperçu 1



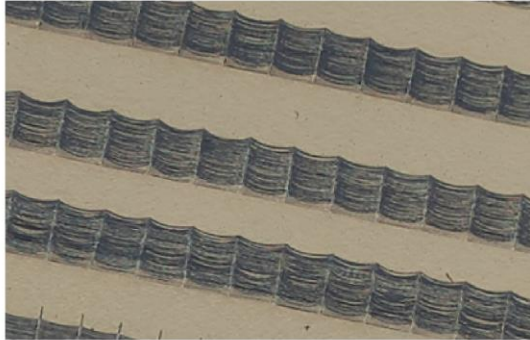
Potentiel de généralisation du modèle « DeepLearning Pléiades »

Projet SACSAT - Vue d'ensemble des prédictions cartographiques de l'activité conchylicole
Cote Est - Scène Pléiades du 16/03/2020



Démo : Cartographie des types d'activités conchylicoles à partir de l'ortho du ROL (10cm)

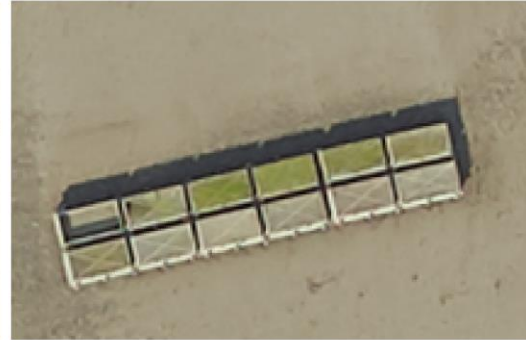
Objet plein



Objet vide



Caisse



Emplacement caisse



Indéterminé



Moules



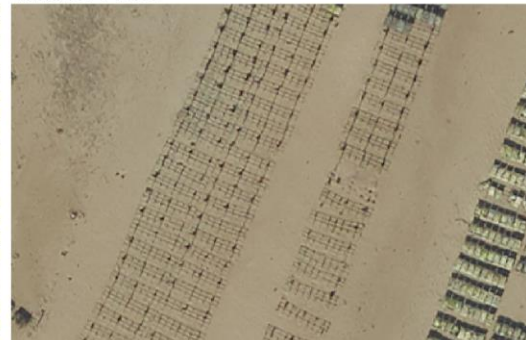
Piège à poissons



Table pleine



Table vide



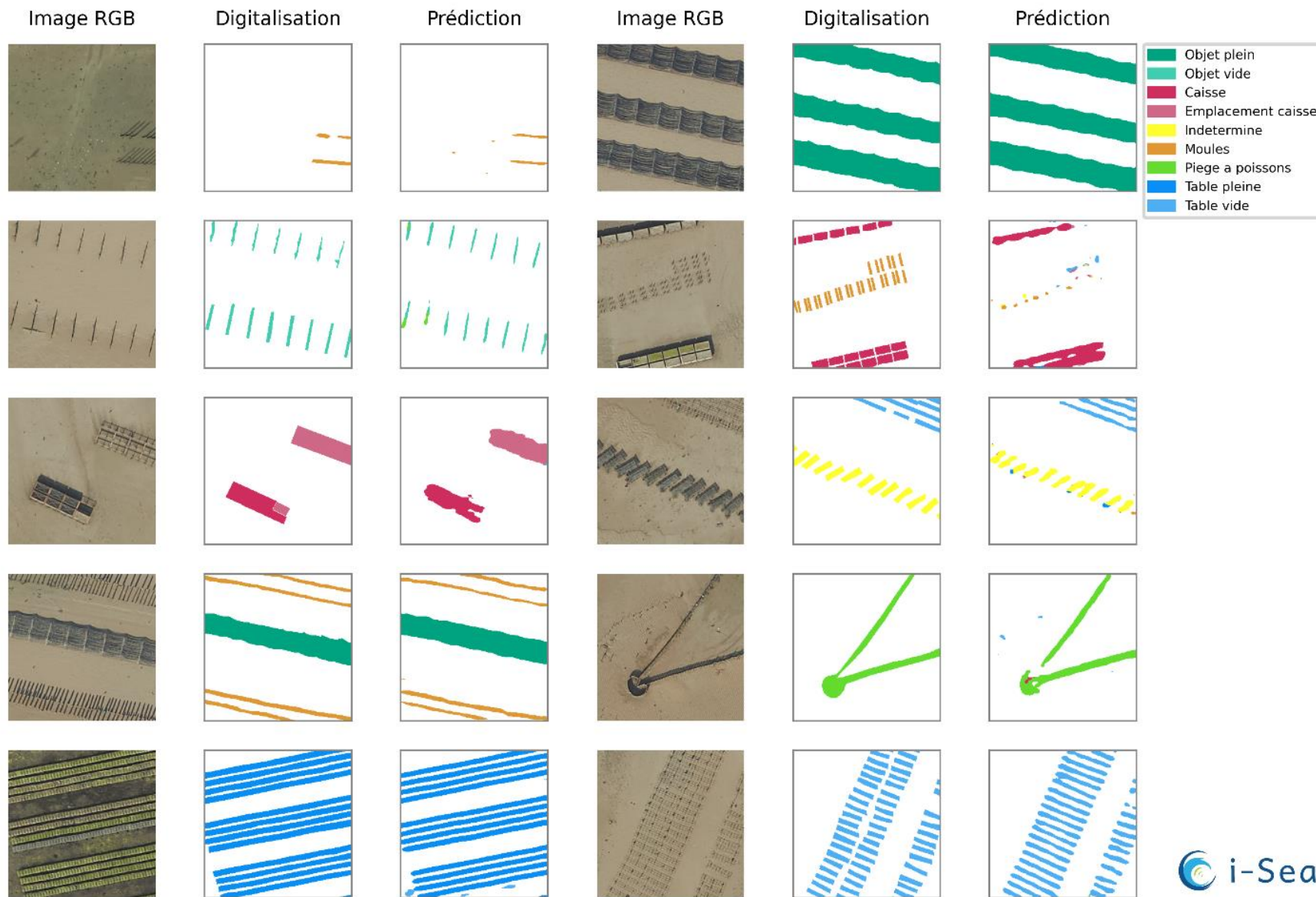
-> Une première reconnaissance par photo-interprétation, avec une typologie simple.

-> Un regard concentré sur quelques zones, pas une prise en compte de toute la variabilité possible en terme de types de cultures et d'environnements.

-> Un certain nombre d'objets plus rarement rencontrés dans une classe « indéterminée »

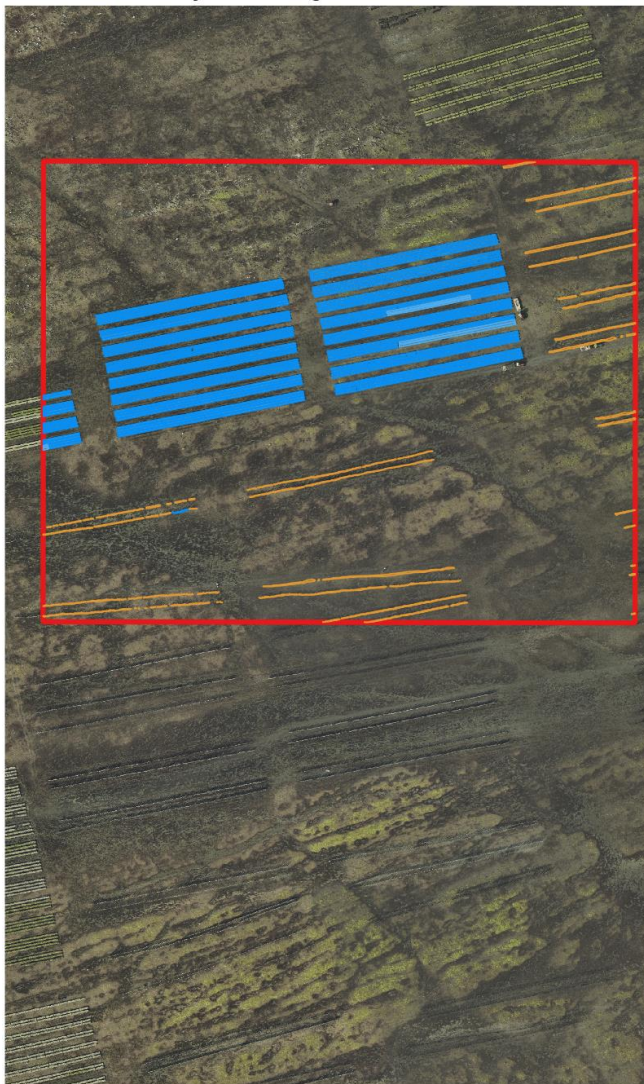
-> Une digitalisation spécifique et l'apprentissage d'un premier modèle multiclassés pour le Cotentin.

Démo : Cartographie des types d'activités conchylicoles à partir de l'ortho du ROL (10cm)



Démo : Cartographie des types d'activités conchylicoles à partir de l'ortho du ROL (10cm)

Activité conchylicole digitalisée



Activité conchylicole prédite



Légende

-  Zone(s) de digitalisations
-  Zone(s) de prédiction
-  Objet plein
-  Objet vide
-  Caisse
-  Emplacement caisse
-  Indeterminé
-  Moules
-  Piège à poissons
-  Table pleine
-  Table vide

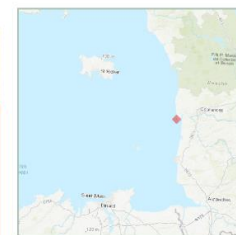
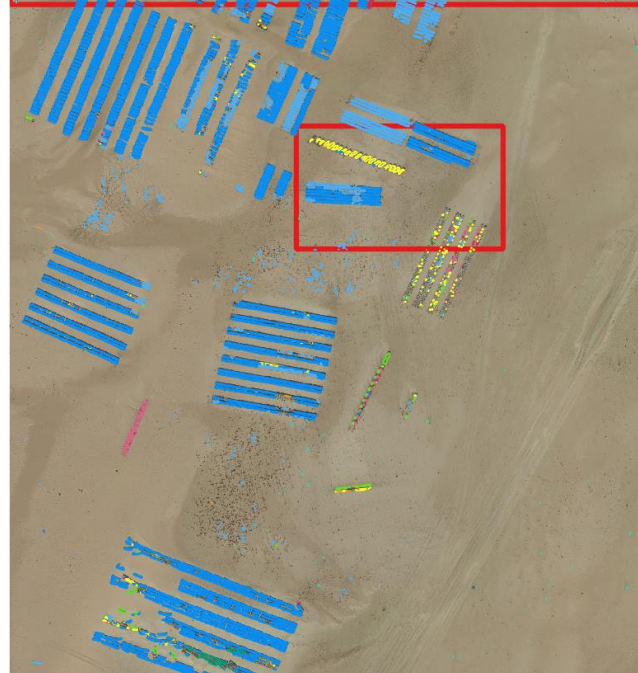
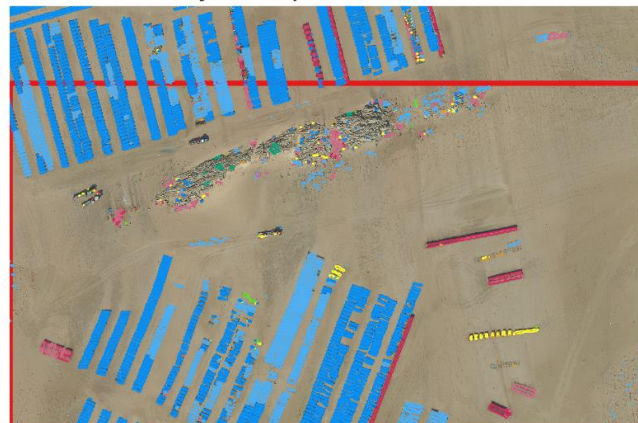


Démo : Cartographie des types d'activités conchylicoles à partir de l'ortho du ROL (10cm)

Activité conchylicole digitalisée



Activité conchylicole prédite



Légende

-  Zone(s) de digitalisations
-  Zone(s) de prédiction
-  Objet plein
-  Objet vide
-  Caisse
-  Emplacement caisse
-  Indeterminé
-  Moules
-  Piège à poissons
-  Table pleine
-  Table vide



Conclusions et perspectives

- > Les résultats produits durant le projet SACSAT montrent que l'on peut envisager, avec une très bonne confiance, un modèle générique de détection des tables ostréicoles à l'échelle de grandes façades maritimes.
- > Le modèle de prédiction basé sur une architecture de réseaux de neurones convolutifs permet un raffinement au fil de l'eau de ces capacités à être performant sur de nouveaux milieux.
- > On peut alors envisager, qu'une fois entraîné sur un nombre suffisant de cas, il pourra tendre vers une invariance aux conditions d'acquisitions, à la profondeur (dans la limite de la visibilité), aux types de milieux, aux types de pratiques, etc...
- > Ce modèle générique permettrait un suivi objectif et robuste des activités ostréicoles à grande échelle.
- > Pour des besoins plus fins : travail spécifique sur images aériennes pour répondre à des besoins précis de gestion.

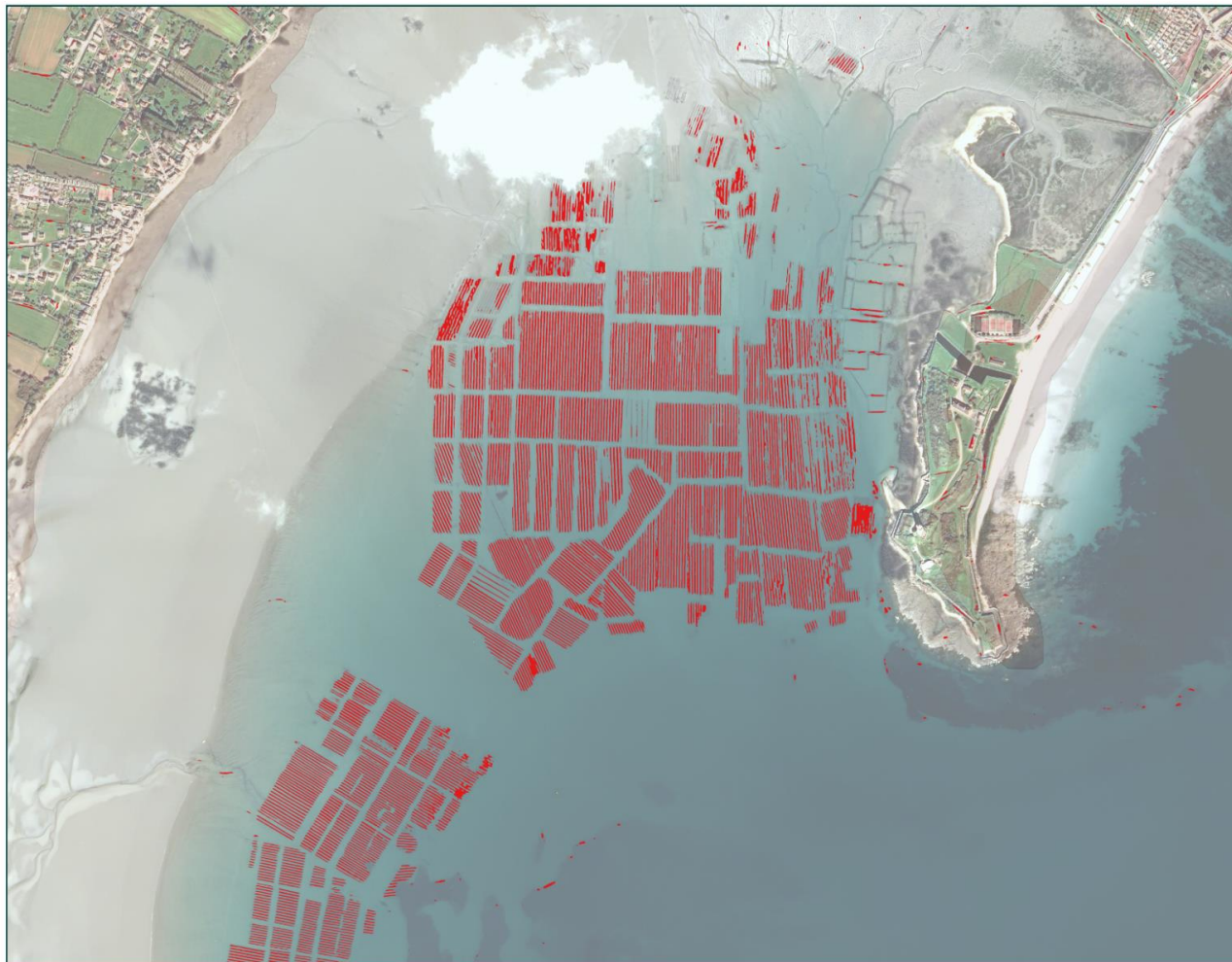
Merci pour votre attention !

benoit.beguet@i-sea.fr



Projet SACSAT - Vue d'ensemble des prédictions cartographiques de l'activité conchylicole

Cote Est - Scène Pléiades du 16/03/2020



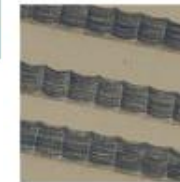
Légende

Prédiction d'activité conchylicole

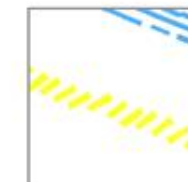
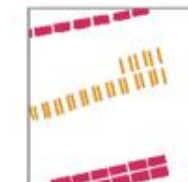


391500

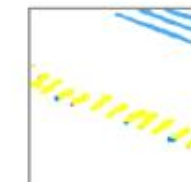
Image RGB



Digitalisation



Prédiction



- Objet plein
- Objet vide
- Caisse
- Emplacement caisse
- Indetermine
- Moules
- Piege a poissons
- Table pleine
- Table vide

Exemple d'application : tables prédites vs cadastre ostréicole

Projet SACSAT - Comparaison des prédictions avec le cadastre
Cote Est - Scène Pléiades du 13/01/2022



Projet SACSAT - Comparaison des prédictions avec le cadastre
Pointe d'Agon - Scène Pléiades du 04/04/2020

