

Mise en place d'un observatoire littoral dans les Alpes Maritimes

Présentation du projet SEASAM

*« Surveillance de l'Érosion de l'Avant-côte par
Satellite dans les Alpes - Maritimes »*

Isabelle Monville, SMIAGE
Manon Tranchand, i-Sea

Le SMIAGE



Le périmètre environnemental

- Les bassins versants des fleuves Var et côtiers
- 3 départements 06,04 et 83
- Superficie 5 300 km²
- 1,1 million d'habitants

Les membres (statuts)

- Département 06
- 10 intercommunalités : CAPG, CCAA, CCPP, CAVEM, CCAPV, MNCA, CASA, CACPL, CARF, CCPF

Les missions

- **Défense contre les inondations et contre la mer**
- Prévion des risques météo
- Entretien et restauration des milieux aquatiques
- Gestion de la ressource en eau



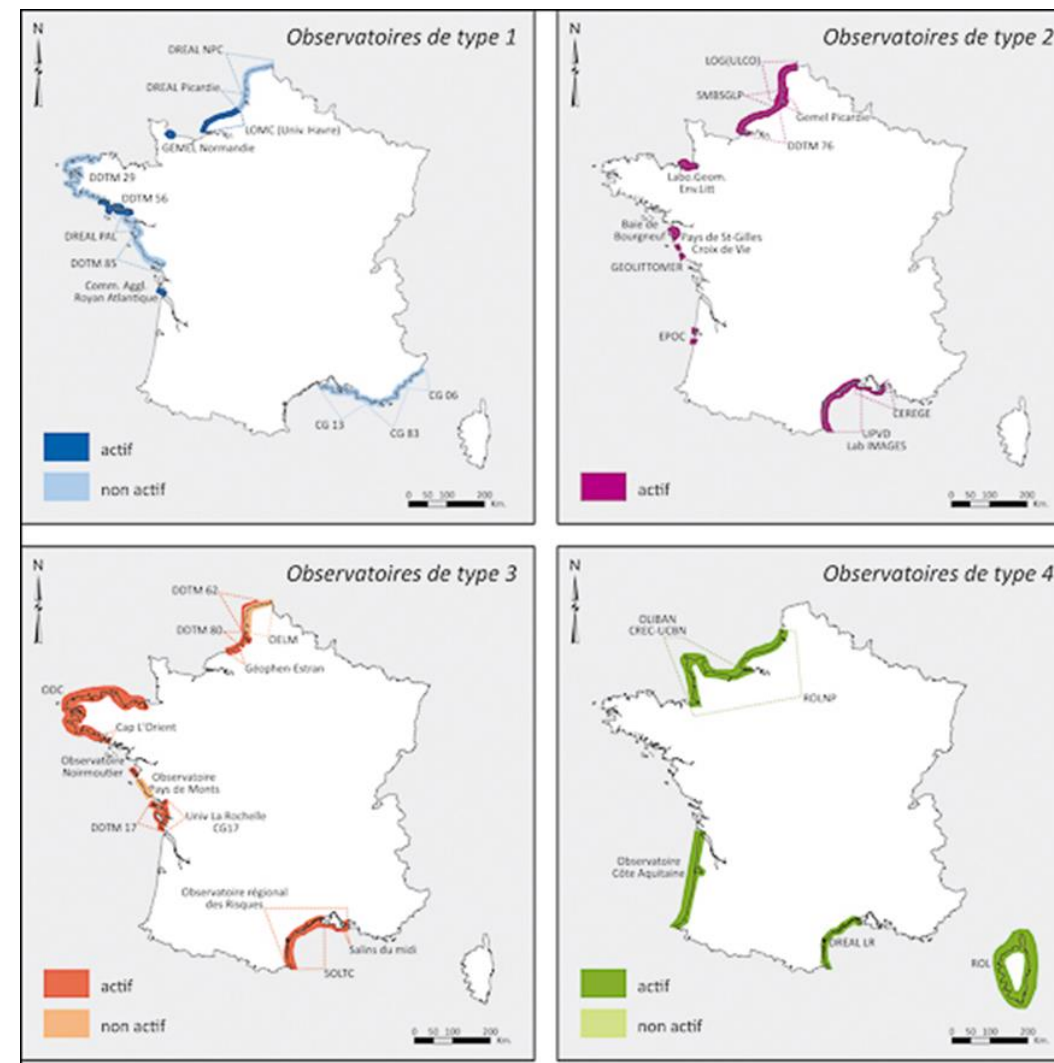
Mise en place d'un observatoire des aléas littoraux sur le territoire Maralpin - SMIAGE Maralpin



Pourquoi un Observatoire ?

- Inexistant en PACA mais mise en place émergente
- Risques littoraux en augmentation dans le 06
- Pratiques de lutte « classique » présentent un impact environnemental non négligeable (frilosité des SE)
- Cadre juridique et réglementaire qui se durcit
- Mieux comprendre pour mieux agir

Type	Catégorie	Fréquence	Valorisation ou utilisation	Echelle spatiale	Déclenchement	Mise à jour
1	Opération	Mesures période unique, étude ponctuelle	Projet d'aménagements littoraux, risque	Réduite (locale)	Ponctuel	Opportuniste voire jamais
2		Mesures multi-dates, non planifié	Aménagements littoraux, risque, activité de recherche	Réduite (locale)	Ponctuel	Opportuniste
3	Observatoire	Suivi pluriannuel de courte durée / plutôt mono-paramètre	Activité de recherche, aide à la décision	Plusieurs communes, département	Programmé	Fréquence programmée
4		Observatoires pérennes (longue durée de vie, multi paramètres)	Aide à la décision, bases de données, activité de recherche	Département(s), région	Programmé	Fréquence programmée et action si événement exceptionnel (tempête)
SIL	Méta-observatoire	Pas d'acquisition	Suivi du littoral (indicateurs autres que le trait de côte)	Régionale à nationale	Pas d'acquisition propre	Fonction des accords avec les fournisseurs de données



Mise en place d'un observatoire des aléas littoraux sur le territoire Maralpin - SMIAGE Maralpin



- ❖ Etude financée par la Région PACA et le CD06
- ❖ **Objectifs de l'étude du SMIAGE**
 - Acquisition de données homogènes et sur le long terme concernant l'évolution du trait de côte et la disponibilité du stock sédimentaire
 - Amélioration de la surveillance et de l'alerte des aléas côtiers
 - A terme : Perspectives à l'horizon 2050 ou 2100

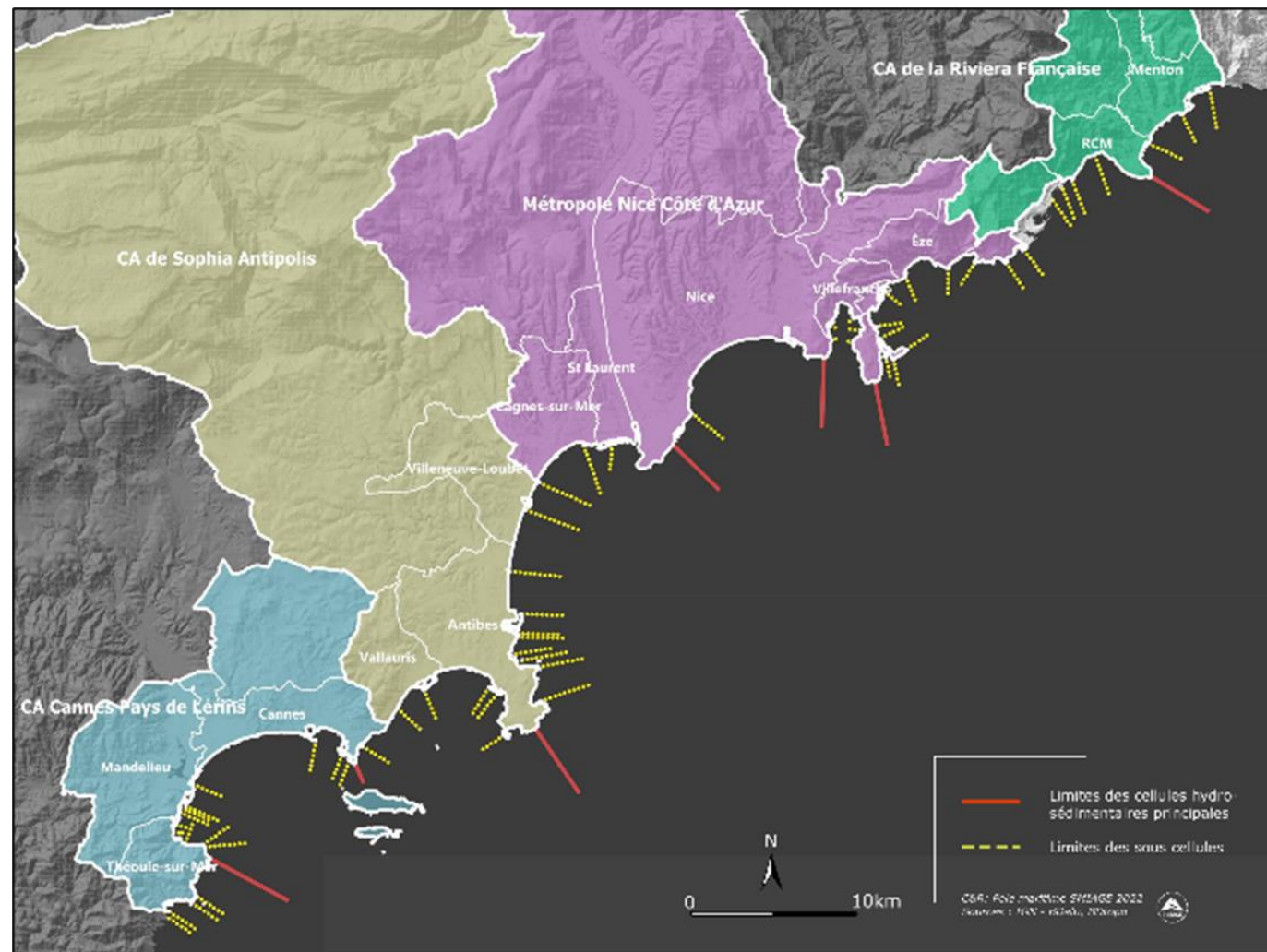
Action 1 : Actualisation de l'étude de 2007 sur l'évolution des surfaces de plages du département

Action 2 : Amélioration des connaissances relatives à l'aléa érosion dans le 06 :

→ *Suivi bathymétrie spatiale et définition d'un aléa avant-côte (R&D)*

→ *Profils de référence topo-bathymétriques*

Action 3 : Instrumentation du littoral



ACTION 1 : Actualisation de l'étude départementale sur l'évolution des surfaces de plages

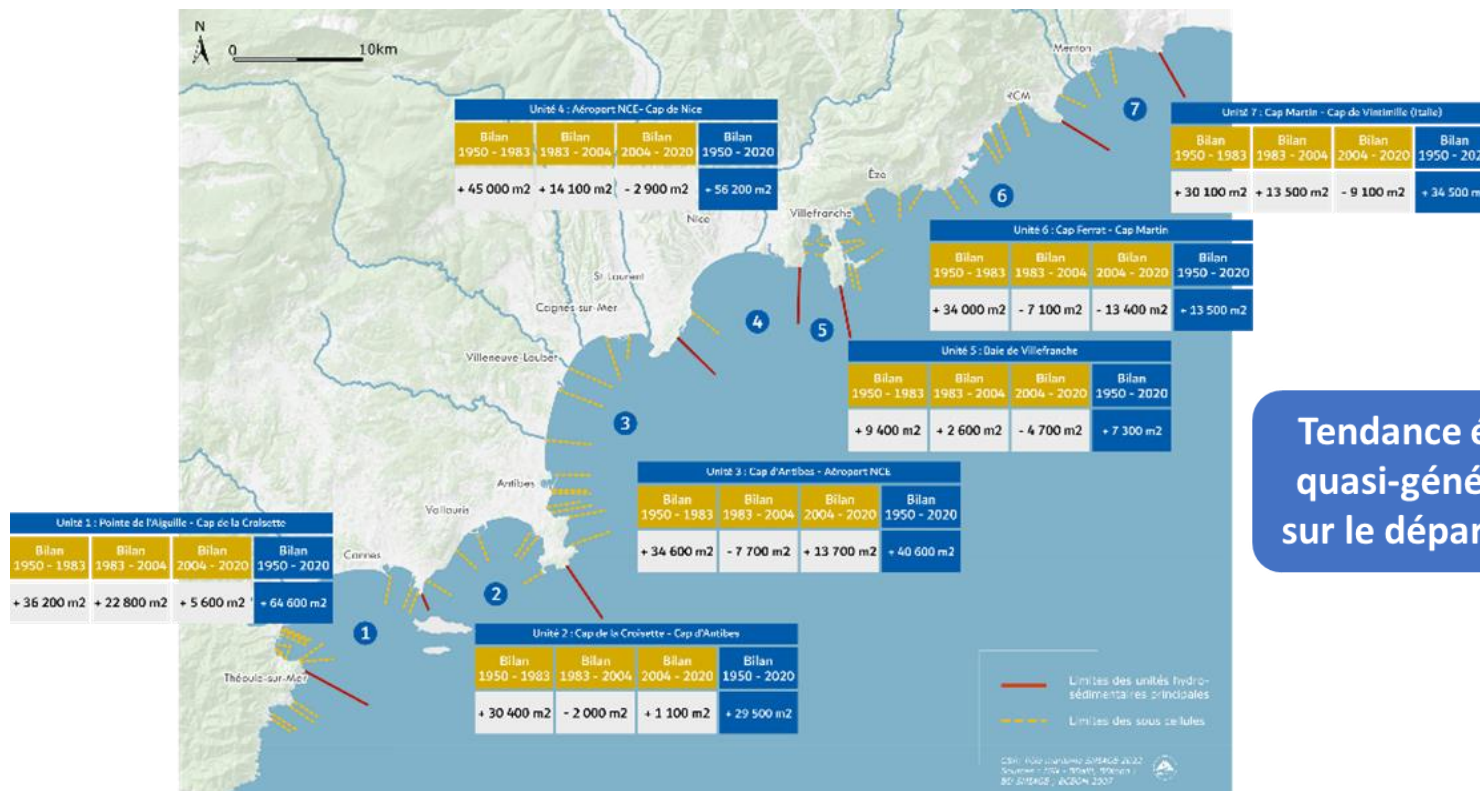
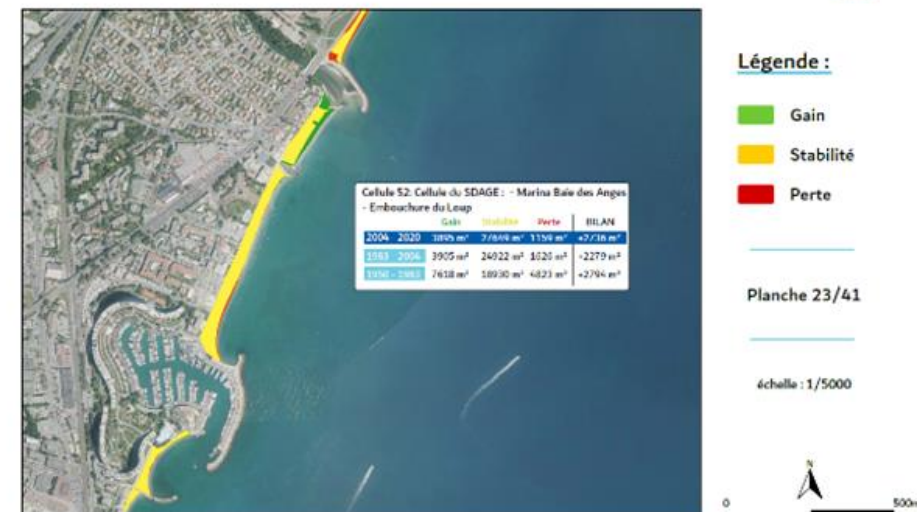


1. Digitalisation des surfaces de plages en 2020

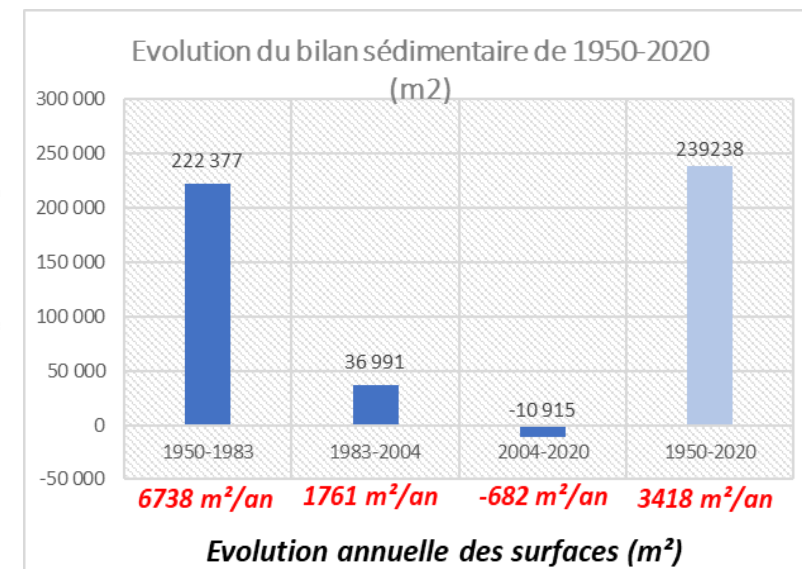
- Atlas cartographique des évolutions 2004-2020
- Evolution des surfaces de plages depuis 1950

2. Analyse des pratiques de gestion de plage

Evolution surfacique des cellules hydrosédimentaires entre 2004 et 2020
Villeneuve-Loubet : Cellule du SDAGE - Marina Baie des Anges - Embouchure du Loup



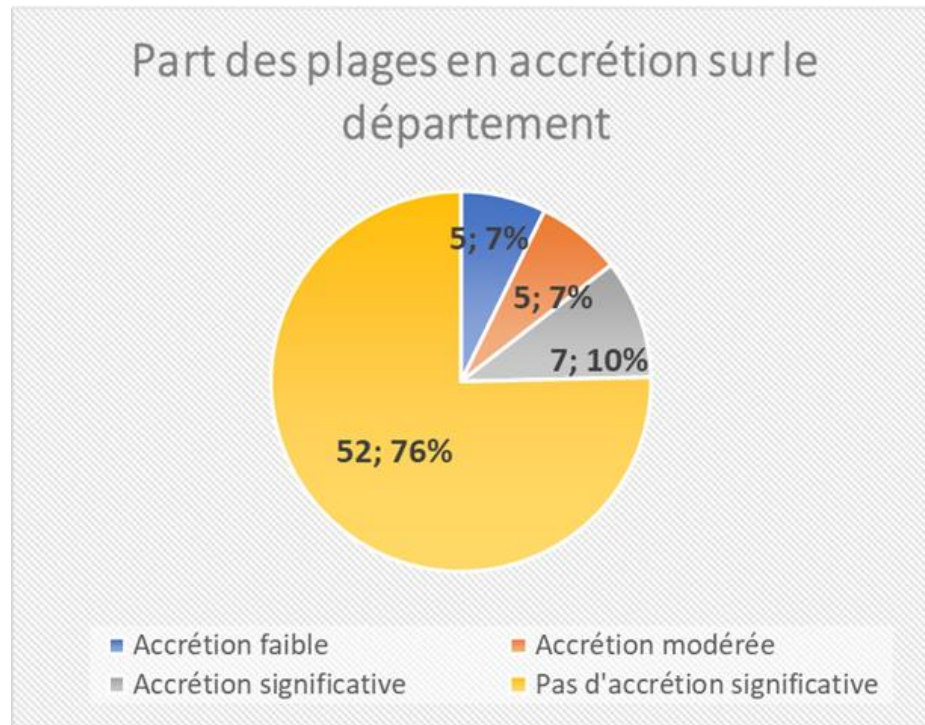
Tendance érosive quasi-généralisée sur le département



ACTION 1 : Actualisation de l'étude départementale sur l'évolution des surfaces de plages



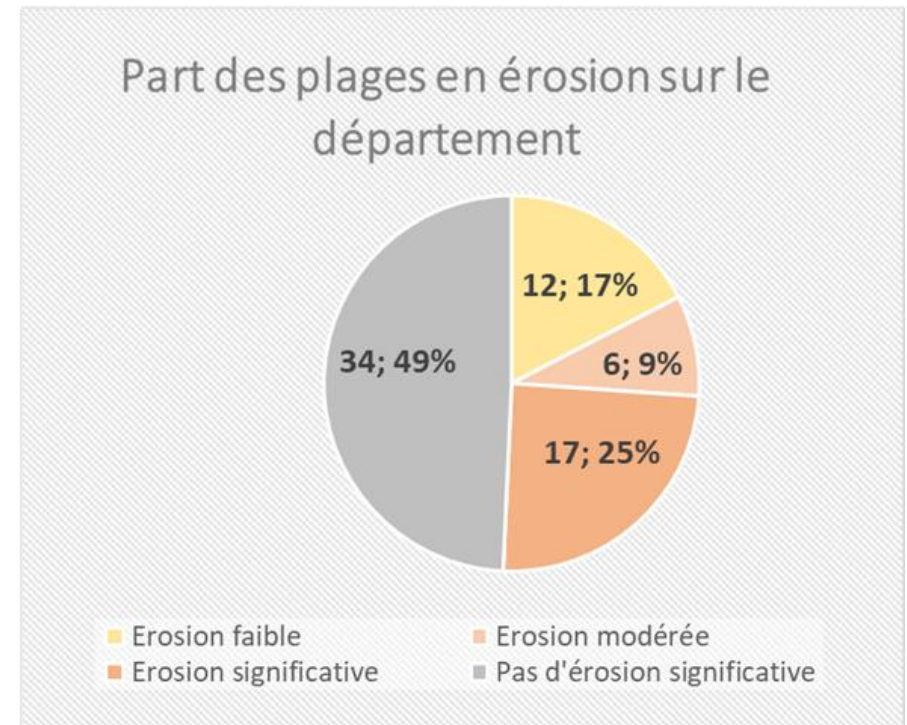
Evolution 2004-2020 uniquement pour le bas de plage



Pas significative <10%
 Faible 10-15%
 Modéré 15-25%
 Significative 25%

16 plages sur 38 sont rechargées

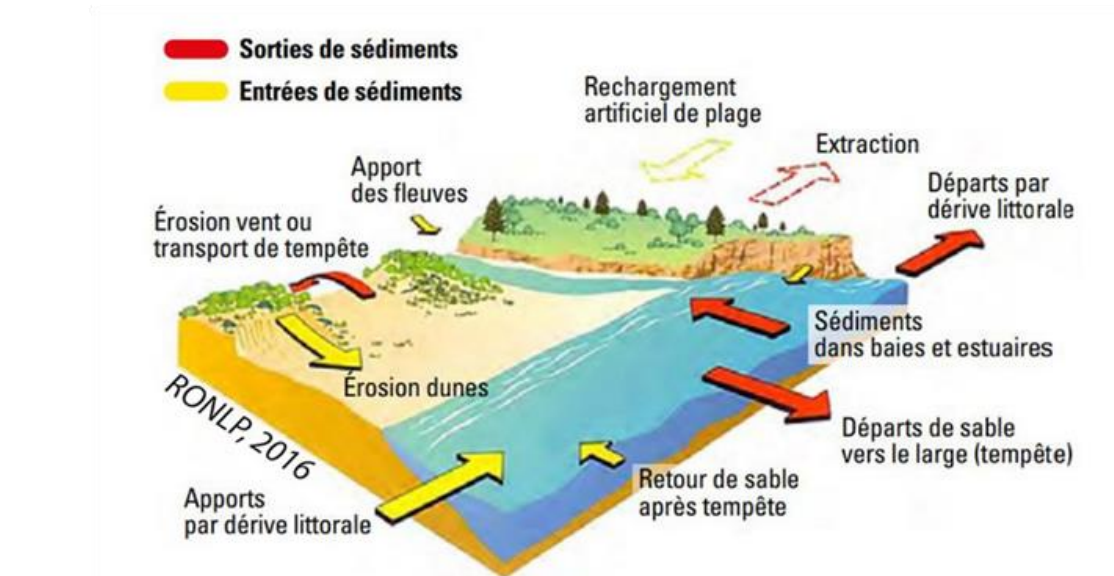
7 en érosion
7 stables
2 en accrétion



25% des plages en érosion significative
10% des plages en accrétion (naturelle ou anthropique)
Quasi 1 plage sur 2 dont les résultats sont faussés

ACTION 2 : Amélioration des connaissances relatives à l'aléa érosion à l'échelle du département

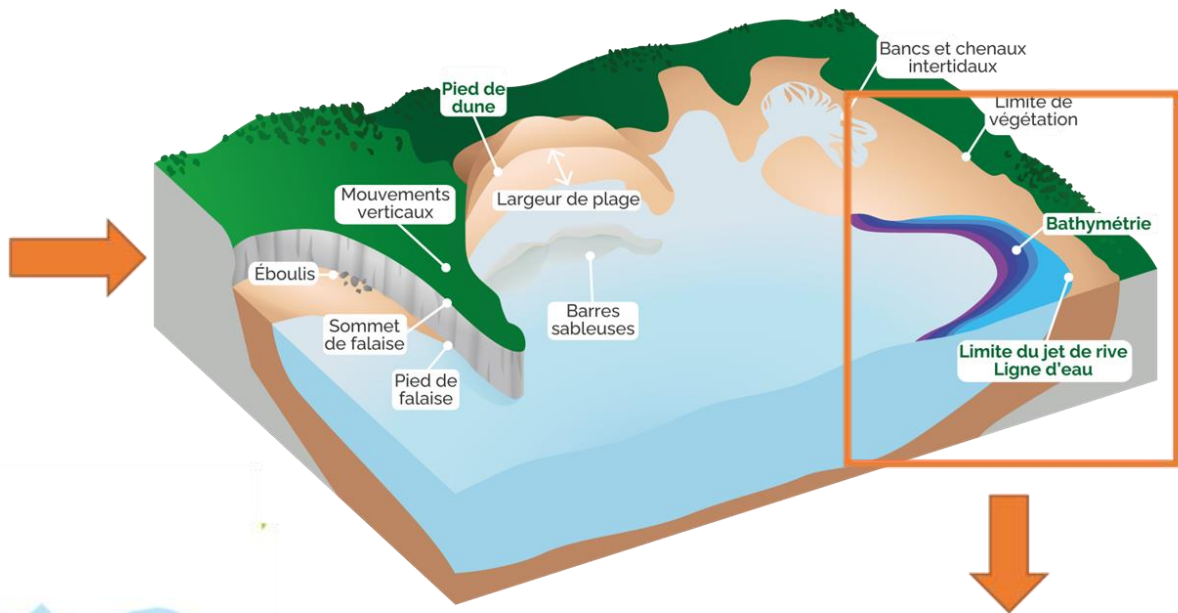
Cellule hydrosédimentaire = Système vivant en 3 dimensions



1 Berme. 2 Départ du sable du haut-estran, 3 et de l'avant-dune, 4 au profit du bas-estran où se forme une barre de déferlement immergée.

Variations saisonnières du profil de plage © Paskoff, 1998

Nombreux indicateurs pour évaluer / surveiller l'érosion du système côtier



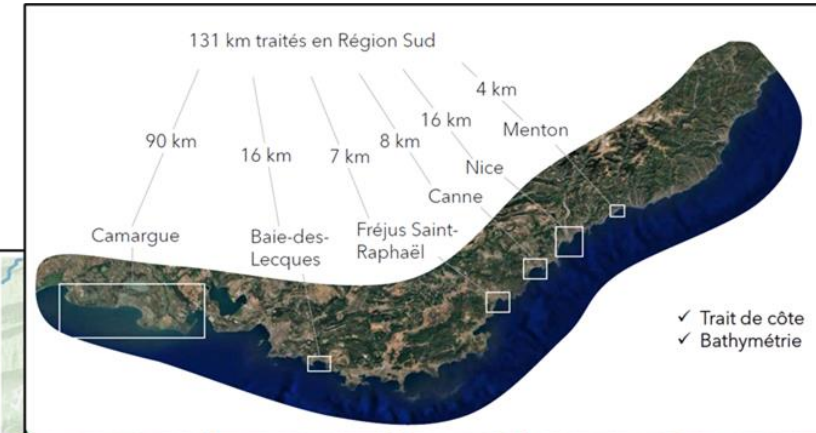
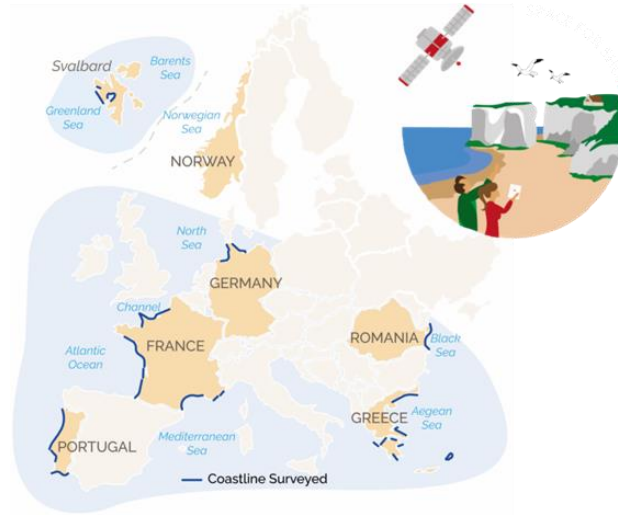
Acquisition de données supplémentaires

La rencontre avec i-Sea :

3^{ème} année du projet ESA Coastal Erosion (2019-2023)



- Consortium Space for Shore piloté par i-Sea
- 70 experts et gestionnaires impliqués dans 6 pays
- 4500 km de côtes étudiées
- 25 ans de rétrospective



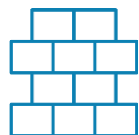
**131 km dans la Région Sud
Le 06 rejoint les zones pilotes en phase finale
du projet : 28 km de plages**



Analyse des tests:

- Bathymétrie à large échelle et à moindre coût,
- Haute fréquence d'acquisitions d'images disponibles depuis les années 1980 et programmation d'acquisition possible,
- Seulement zones sableuses et à galets, jusqu'à 15-20 m de profondeur,
- Topographie de plage non incluse.

i-Sea en Bref



Données spatiales de moyennes à très hautes résolutions



IA, Machine Learning, physique du signal, couleur de l'eau, traitements automatisés



Entreprise française indépendante



9 ans



14 ETP



Traces de phénomènes naturels et des activités humaines sur le milieu côtier



Là où la donnée satellitaire est acquise = partout!



Issue du milieu académique



Ancrage métier



Solutions Tech & Big Data

Biodiversité – habitats terrestres, aquatiques et marins

Morphodynamique littorale – mouvements du trait de côte et bathymétries

Qualité de l'eau – turbidité, MES, phytoplancton

Fréquentation nautique – comptage, identification et mesures des navires

Démocratiser **l'usage du spatial** pour accélérer la mise en œuvre des **politiques publiques** en faveur de la **surveillance et de la protection du littoral et de la biodiversité**



Servir les acteurs publics en charge de l'aménagement et de la protection du littoral



Genèse du projet SEASAM pour l'amélioration des connaissances relatives à l'aléa érosion à l'échelle du département des Alpes-Maritimes

ACQUIS

- Suivi du département en 1 acquisition
- Actualisable en moins de 3 semaines
- Historique possible sur plus de 40 ans
- Données au coût abordable
- Produits aux méthodes standardisées

Une convention R&D lancée en mars 2023, sur 2 ans (120 k€ HT)

DEFIS

- Compléter les gaps de données en traitant tous les types de fonds
- Discriminer les habitats
- Déployer à l'échelle du département
- Evaluer précisément la qualité des résultats
- Transformer la donnée en outil d'aide à la décision pour qualifier un aléa côtier en avant-côte



I. Monville



i-Sea
LITTORAL

M. Tranchand



F. Sabatier

Programme de l'étude



- **VOLET 1 : Amélioration de la qualité des données de bathymétrie spatiale et démonstration du potentiel de déploiement à l'échelle départementale**
 - Amélioration des cartes bathymétriques : Analyse bibliographique et tests méthodologiques
 - Déploiement à l'échelle départementale : potentiel et limites de la technologie satellitaire
 - Test de discrimination des herbiers de posidonies et cymodocées par approche Biocoast
- **VOLET 2 : Définition d'un protocole de suivi sur le long terme**
 - Définition d'un aléa d'avant côte (et combinaison avec l'érosion du trait de côte)
 - Définition des modalités et outils de suivi de l'érosion littorale à l'échelle départementale
 - Elaboration d'un guide de lecture des résultats à l'usage des gestionnaires
- **VOLET 3 : Suivis spécifiques très haute fréquence : définition d'un protocole de surveillance et anticipation**
 - Evolution de l'embouchure du Var : production de données haute fréquence et analyse de changement
 - Evolution de baies rechargées : production de données haute fréquence complémentaires et analyse de changement

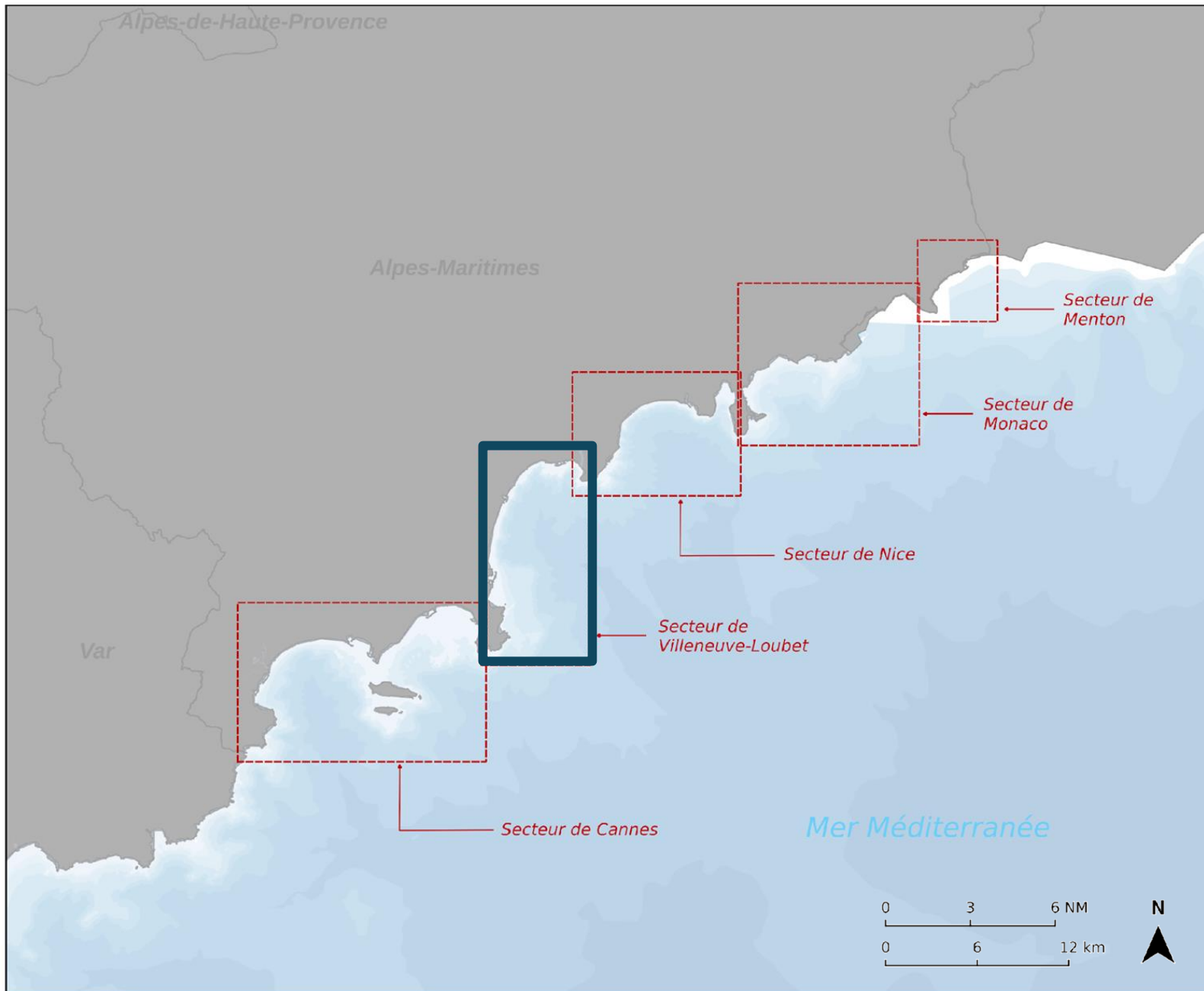
Avril – Octobre
2023



Novembre 2023 –
Septembre 2024



Octobre 2024 –
Mars 2025



11/16/2023

SEASAM



Phase 1 → M1 – M7

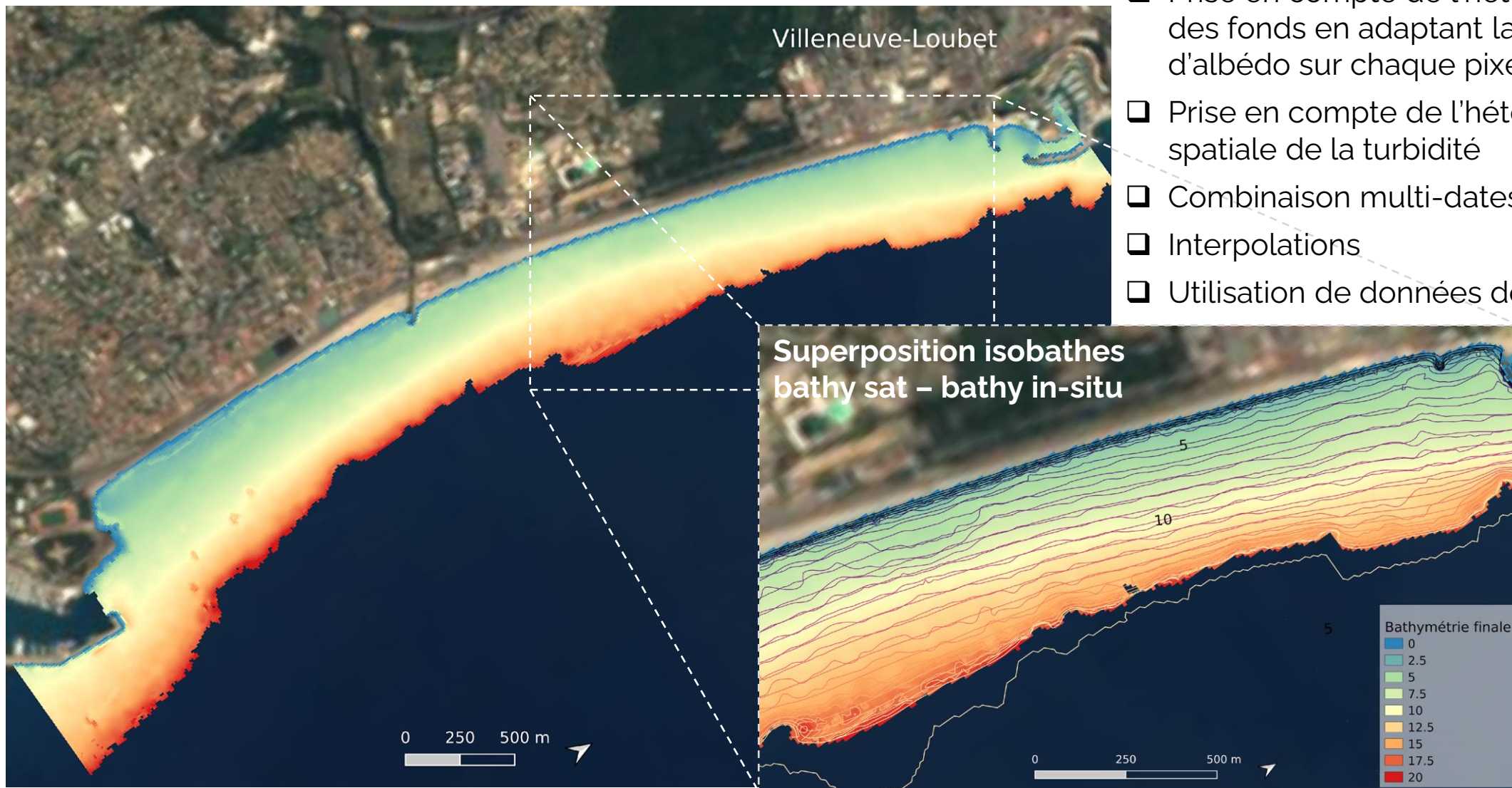
Tests réalisés avec validation

Secteur de Villeneuve

Synchronisation d'une campagne de terrain avec acquisitions satellitaires

Résultats obtenus après plusieurs améliorations méthodologiques et combinaisons d'approches

SEASAM



- ❑ Prise en compte de l'hétérogénéité des fonds en adaptant la valeur d'albédo sur chaque pixel
- ❑ Prise en compte de l'hétérogénéité spatiale de la turbidité
- ❑ Combinaison multi-dates
- ❑ Interpolations
- ❑ Utilisation de données de terrain

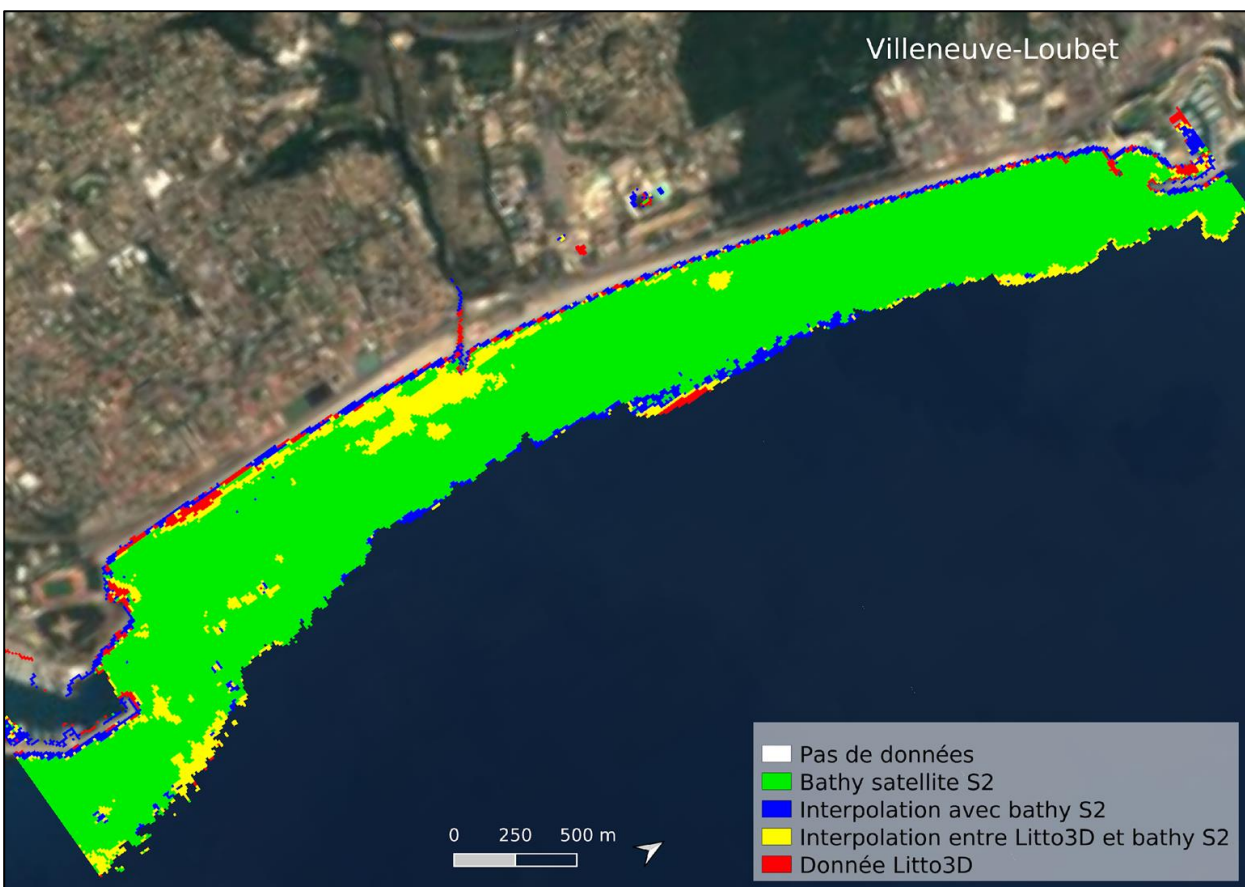
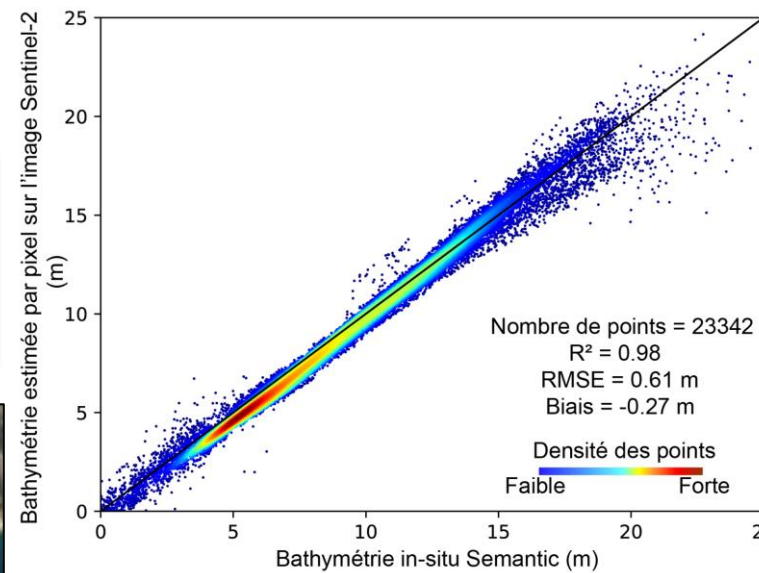
Evaluation - Validation

Données de référence : acquisition sur le terrain par SEMANTIC TS en mai 2023

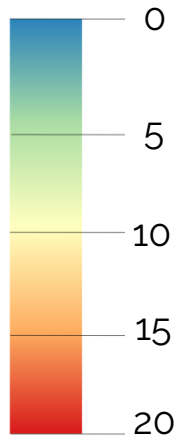
Données spatiales : Sentinel-2 mars-avril 2023



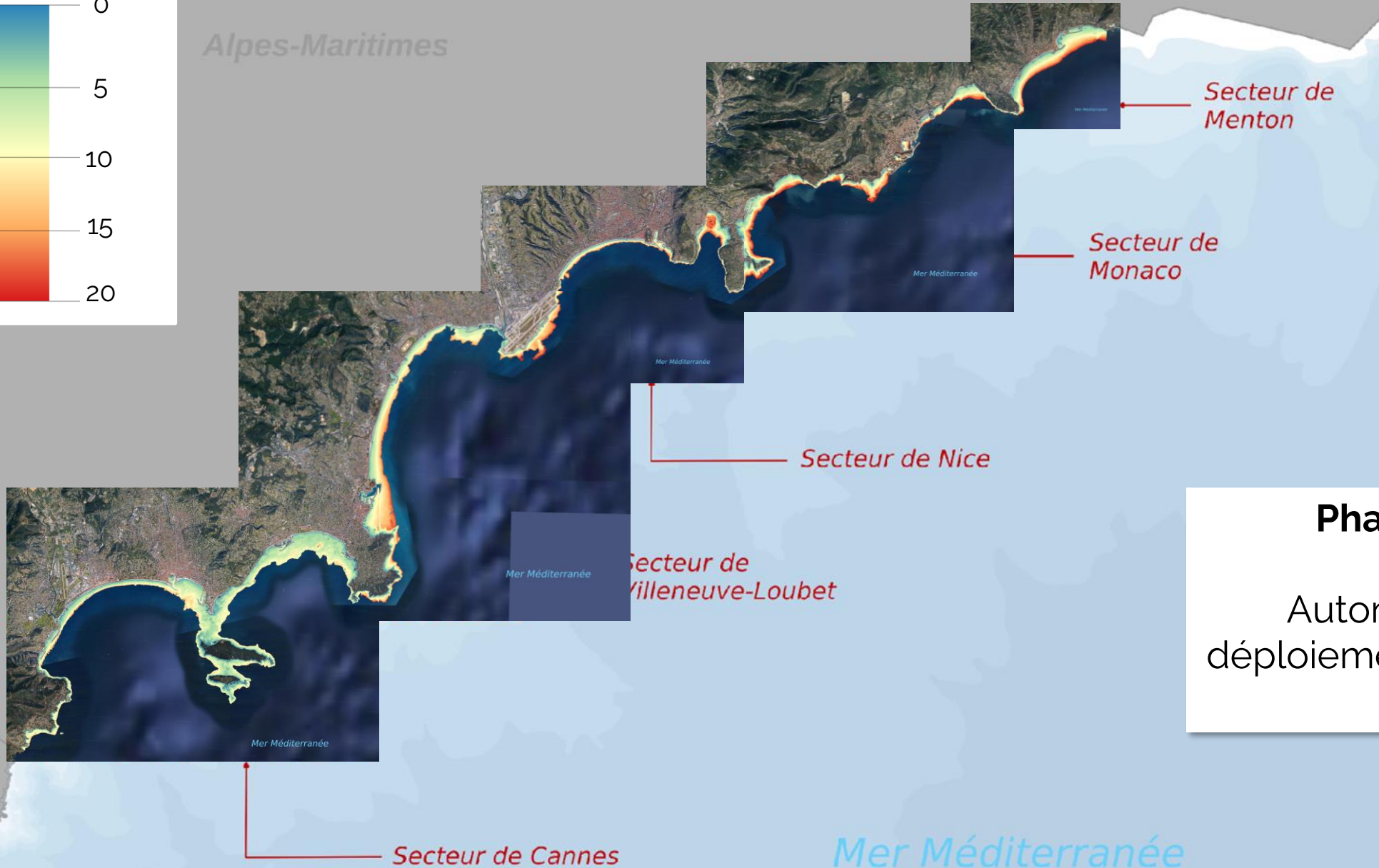
SEASAM



Bathymétrie (m)



Alpes-Maritimes



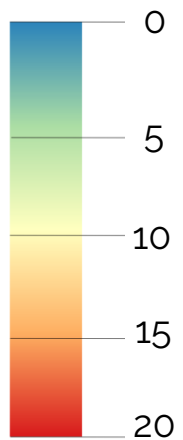
SEASAM

Phase 2 → M8

Automatisation et
déploiement à l'échelle du
06

Mer Méditerranée

Bathymétrie (m)



Alpes-Maritimes



SEASAM

Secteur de Menton

Secteur de Monaco

Secteur de Nice

Secteur de Villeneuve-Loubet

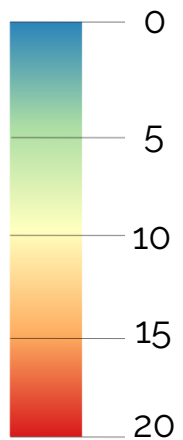
Secteur de Cannes

Mer Méditerranée

Mer Méditerranée



Bathymétrie (m)



Alpes-Maritimes



SEASAM

Secteur de Menton

Secteur de Monaco

Secteur de Nice

Secteur de Villeneuve-Loubet

Secteur de Cannes

Mer Méditerranée

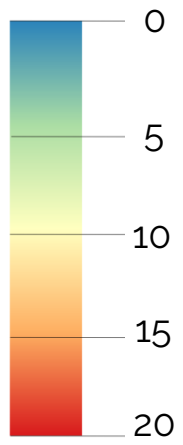
Mer Méditerranée

Mer Méditerranée

Mer Méditerranée

Mer Méditerranée

Bathymétrie (m)



Alpes-Maritimes



SEASAM

Secteur de Menton

Secteur de Monaco

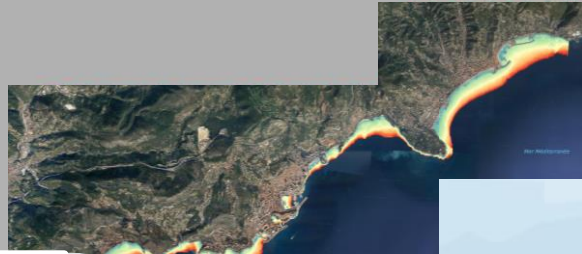
Secteur de Nice

Secteur de Villeneuve-Loubet

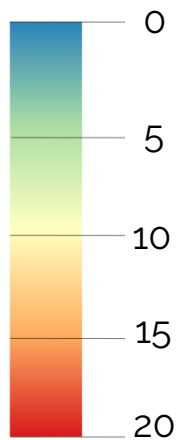
Secteur de Cannes

Mer Méd

Mer Méditerranée



Bathymétrie (m)



Alpes-Maritimes



SEASAM

Secteur de Menton

Secteur de Monaco

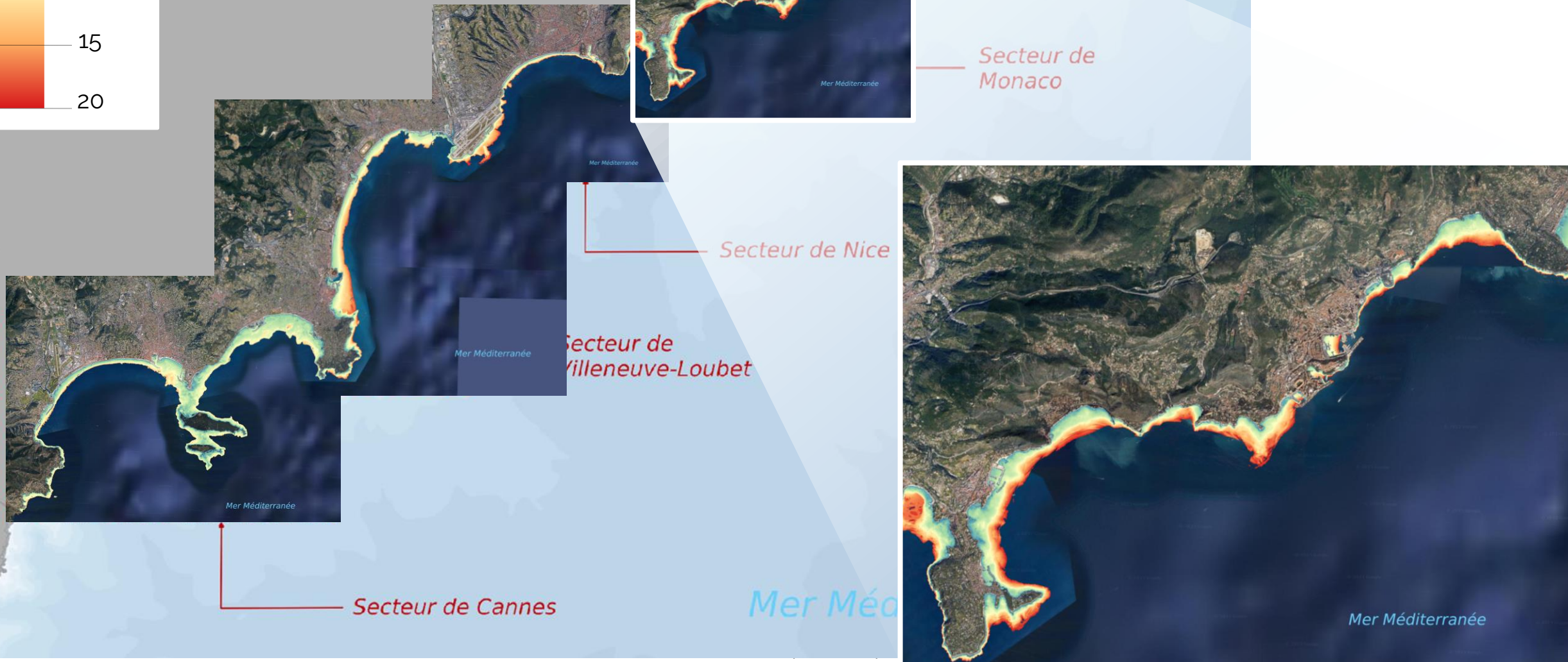
Secteur de Nice

Secteur de Villeneuve-Loubet

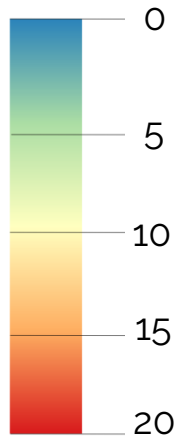
Secteur de Cannes

Mer Méditerranée

Mer Méditerranée



Bathymétrie (m)



Alpes-Maritimes



Secteur de Menton

Secteur de Monaco



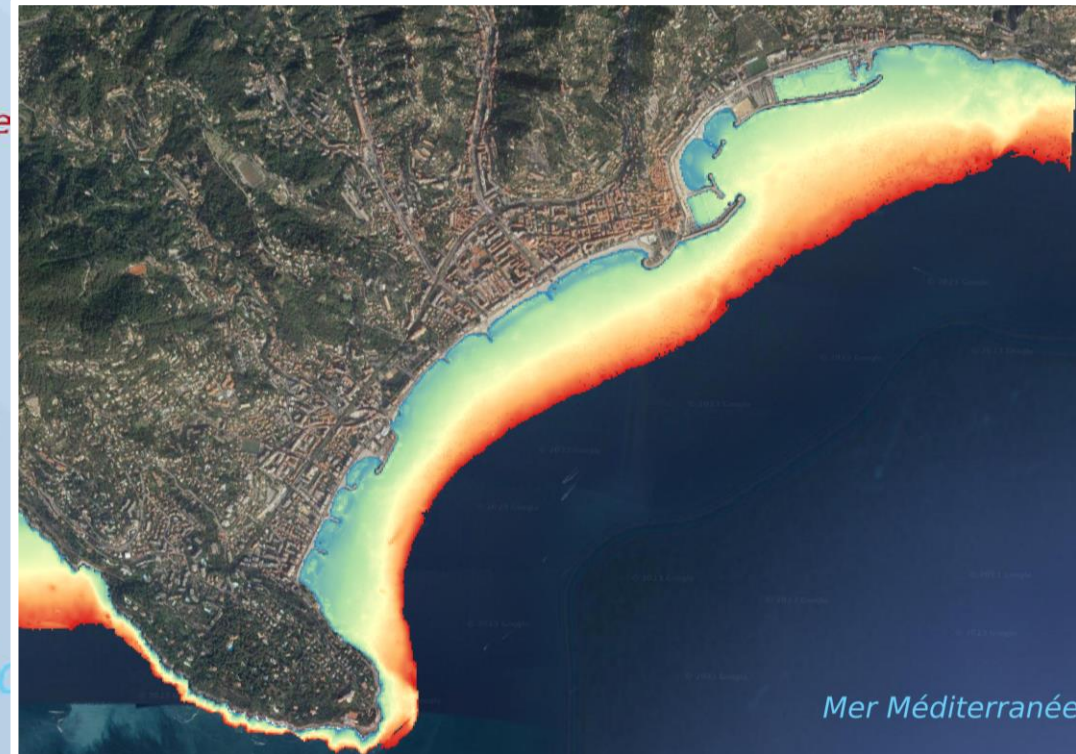
Secteur de Nice

Secteur de Villeneuve-Loubet



Secteur de Cannes

Mer Méd



Mer Méditerranée



SEASAM

Action en parallèle : Tests de discrimination des types de fond

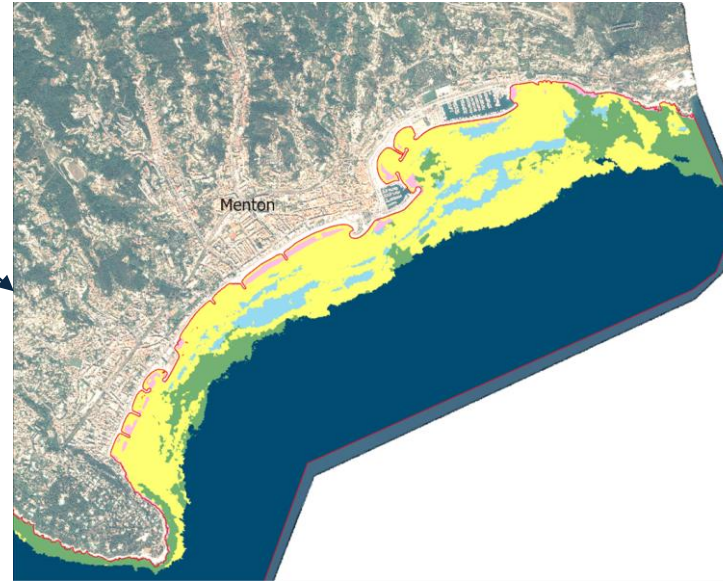
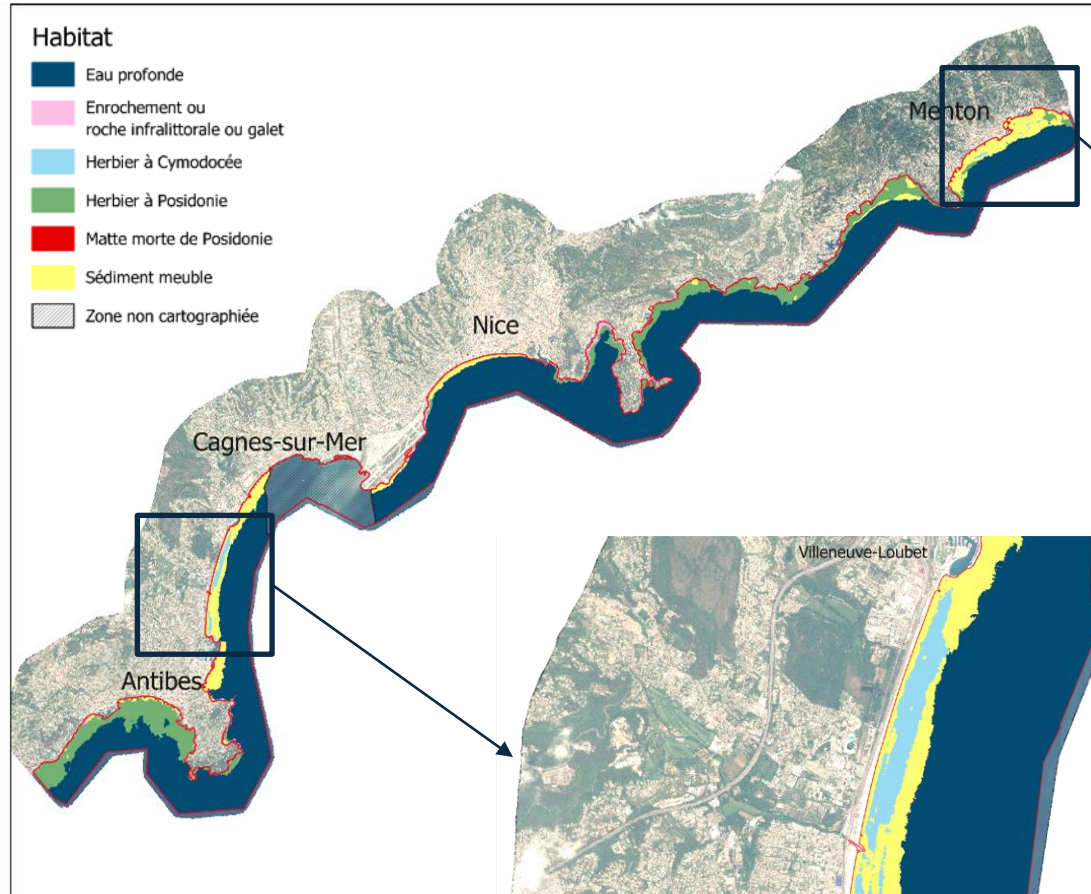
SEASAM



Approche BIOCOAST

Habitat

- Eau profonde
- Enrochement ou roche infralittorale ou galet
- Herbier à Cymodocée
- Herbier à Posidonie
- Matte morte de Posidonie
- Sédiment meuble
- Zone non cartographiée



Mosaïque de 3 images
Pléiades (RVB PIR 2m) :

- 2 acquisitions du 22/05/2023
- 1 acquisition du 23/05/2023

Action en parallèle : Tests de discrimination des types de fond

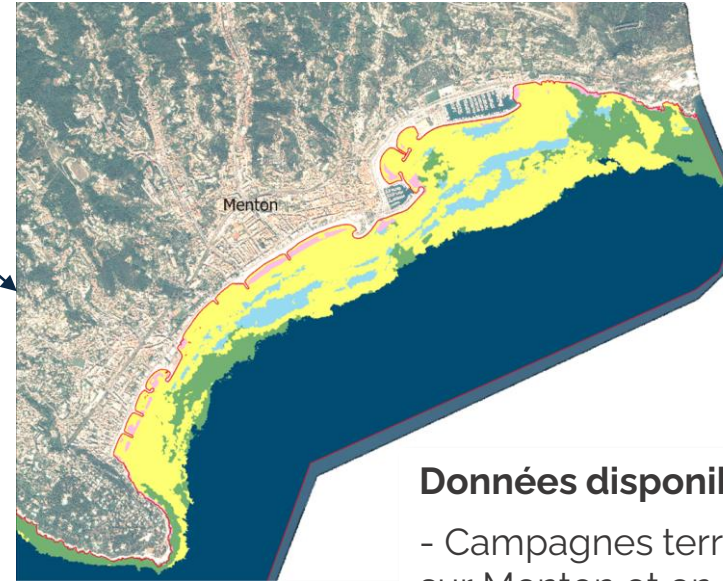
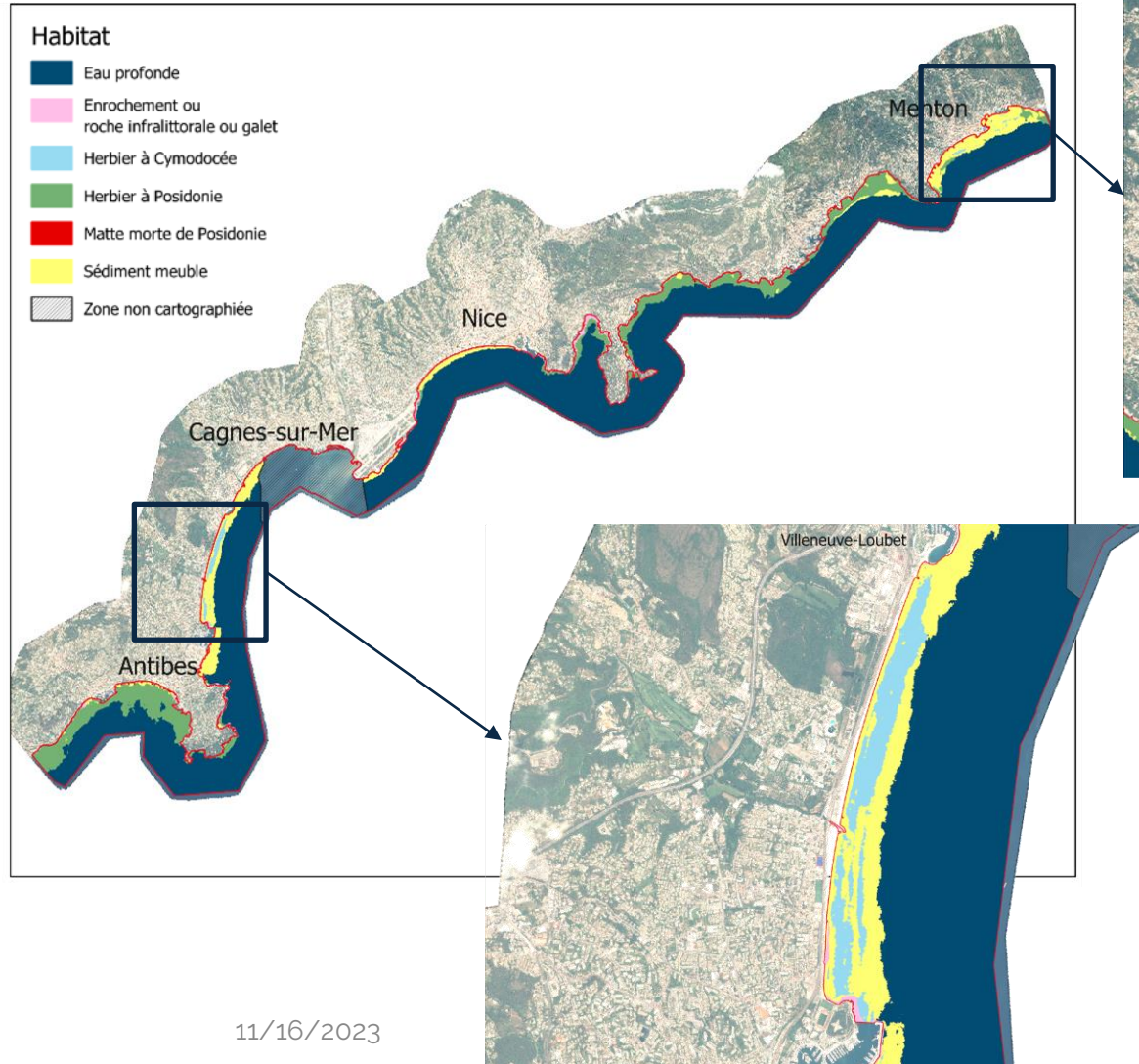
SEASAM



Approche BIOCOAST

Habitat

- Eau profonde
- Enrochement ou roche infralittorale ou galet
- Herbier à Cymodocée
- Herbier à Posidonie
- Matte morte de Posidonie
- Sédiment meuble
- Zone non cartographiée



Mosaïque de 3 images Pléiades (RVB PIR 2m) :

- 2 acquisitions du 22/05/2023
- 1 acquisition du 23/05/2023

Données disponibles:

- Campagnes terrain réalisées par SEMANTIC en 2021 sur Menton et en 2023 sur Villeneuve
- Aide pour la photo-interprétation :
- Sextant Ifremer « Cartographie des biocénoses marines entre Antibes et Cap d'Ail 2007 »
- carto 2020 – projet SANDRO

Action en parallèle : Tests de discrimination des types de fond

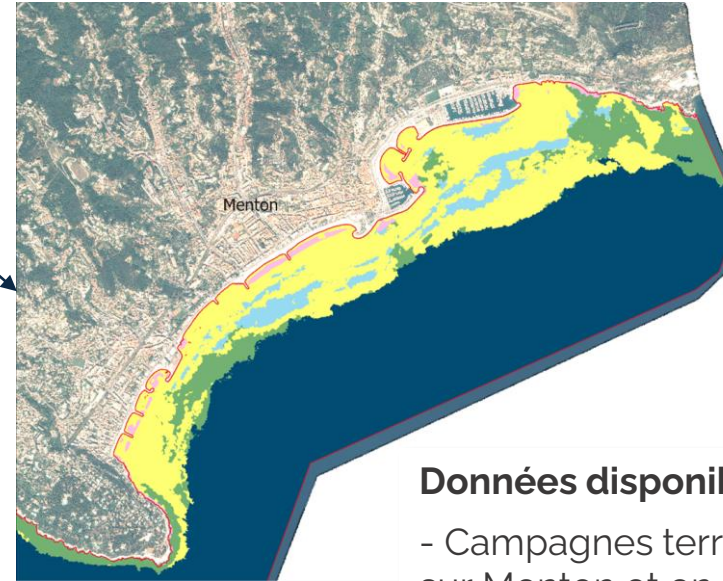
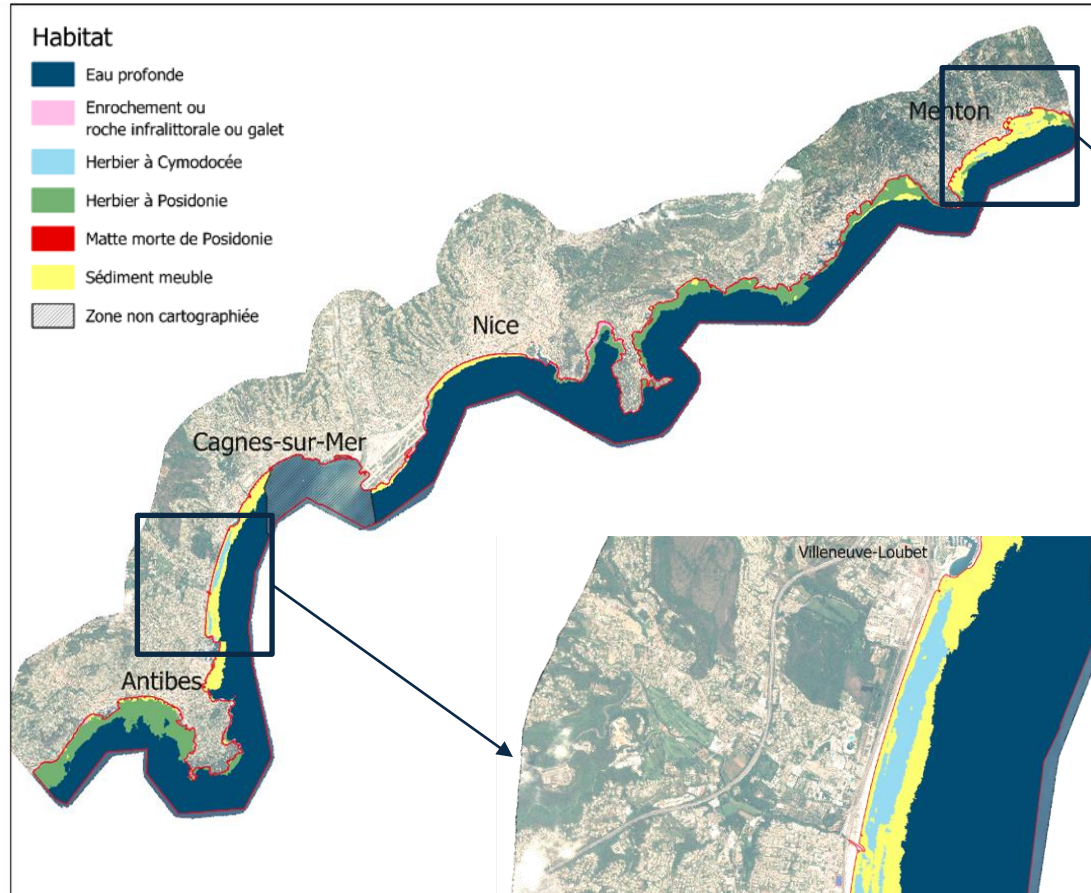
SEASAM



Approche BIOCOAST

Habitat

- Eau profonde
- Enrochement ou roche infralittorale ou galet
- Herbier à Cymodocée
- Herbier à Posidonie
- Matte morte de Posidonie
- Sédiment meuble
- Zone non cartographiée



Mosaïque de 3 images Pléiades (RVB PIR 2m) :

- 2 acquisitions du 22/05/2023
- 1 acquisition du 23/05/2023

Données disponibles:

- Campagnes terrain réalisées par SEMANTIC en 2021 sur Menton et en 2023 sur Villeneuve
- Aide pour la photo-interprétation :
- Sextant Ifremer « Cartographie des biocénoses marines entre Antibes et Cap d'Ail 2007 »
- carto 2020 – projet SANDRO

- *Bonnes reconnaissances et spatialisations des herbiers de posidonie*
- *Grande difficulté à détecter/cartographier les Cymodocées : la mobilité et la fréquence d'apparition et disparition de cet habitat le rend difficile à échantillonner et à modéliser.*

Étapes à venir ... Vers l'opérationnel



- **VOLET 1 : Amélioration de la qualité des données de bathymétrie spatiale et démonstration du potentiel de déploiement à l'échelle départementale**
 - Amélioration des cartes bathymétriques : Analyse bibliographique et tests méthodologiques
 - Déploiement à l'échelle départementale : potentiel et limites de la technologie satellitaire
 - Test de discrimination des herbiers de posidonies et cymodocées par approche Biocoast

Avril – Octobre
2023



Novembre 2023 –
Septembre 2024



Octobre 2024 –
Mars 2025

- **VOLET 2 : Définition d'un protocole de suivi sur le long terme**
 - Définition d'un aléa d'avant côte (et combinaison avec l'érosion du trait de côte)
 - Définition des modalités et outils de suivi de l'érosion littorale à l'échelle départementale
 - Elaboration d'un guide de lecture des résultats à l'usage des gestionnaires
- **VOLET 3 : Suivis spécifiques très haute fréquence : définition d'un protocole de surveillance et anticipation**
 - Evolution de l'embouchure du Var : production de données haute fréquence et analyse de changement
 - Evolution de baies rechargées : production de données haute fréquence complémentaires et analyse de changement