

Rapport d'Etude

Suivi des herbiers marins sur le site des Vieux Salins d'Hyères dans le cadre des travaux de désenrochements

Mission N°1 : Avant travaux - Septembre 2019

Mission N°2 : Après travaux - Avril 2020

Mission N°3 : Après travaux - Septembre 2020



Destinataire : Conservatoire du Littoral



Rédacteur : BAUER Eric - NOEL Claire

Projet : 19/544 - Hyeres_VieuxSalins_ConservatoireLittoral

Document Ref. SEMANTIC TS : N° R/20/090/CN/V3 - Rapport de suivi (Missions 1 & 2 & 3) du 23/09/2020

Mémoire Technique
Évolution du document

Version N°	Date	Référence	Évolution
1	23/09/2020	R/20/090/CN/V3 - Rapport de suivi (Missions 1 & 2 & 3)	Corrections mineures
1	16/09/2020	R/20/090/CN/V2 - Rapport de suivi (Missions 1 & 2 & 3)	Corrections mineures
1	08/09/2020	R/20/090/CN - Rapport de suivi (Missions 1 & 2 & 3)	Document initial

Autre document associé

Version N°	Date	Référence	Évolution
1	09/09/2020	Dossier SIG de livraison N°B/20/115/CN Mission N°3	Document initial
1	16/05/2020	Dossier SIG de livraison N°B/20/040/CN Mission N°2	Document initial
1	04/10/2019	Dossier SIG de livraison N°B/19/096/CN Mission N°1	Document initial
2	05/06/2020	R/20/032/CN/V2 - Rapport de suivi (Missions 1 & 2)	Corrections mineures
1	04/05/2020	R/20/032/CN - Rapport de suivi (Missions 1 & 2)	Document initial
2	15/11/2019	R/19/053/CN/V2 - Rapport de suivi (Mission 1)	Corrections mineures Suppression des éléments non informatifs
1	24/09/2019	R/19/053/CN - Rapport de suivi (Mission 1)	Document initial

Visa Contrôle Qualité	Visa Contrôle Administratif
Nom : MARCHETTI Simon Fonction : Chef de projet Date : 23/09/2020 Visa : 	Nom : TEMMOS Jean Marc Fonction : Directeur Date : 23/09/2020 Visa : 

Ce document doit être cité sous la forme suivante :

BAUER E., NOEL C. 2020. Suivi des herbiers marins sur le site des Vieux Salins d'Hyères dans le cadre des travaux de désenrochements. Mission N°1 : avant travaux. Mission N°2 Avril 2020. Mission N°3 Septembre 2020 SEMANTIC TS publ., Fr., R/20/090/CN/V3.

SOMMAIRE

I. Introduction.....	4
I.1) Contexte & Zone d'étude.....	4
I.2) Objectif de l'étude.....	4
I.3) Justification du choix des méthodologies utilisées.....	5
II. Méthodologie de réalisation du suivi de la limite supérieure des herbiers.....	7
II.1) Principe de la méthode de cartographie par imagerie aérienne.....	7
II.2) Acquisition d'une orthographie par drone aérien sur les 800 m de la zone d'étude.....	8
II.3) Installation des marqueurs de référencements (Géotagging).....	9
II.4) Prise de vues aériennes par drone téléopéré.....	9
II.5) Traitements des données.....	9
II.6) Principe de la méthode de segmentation d'une image aérienne.....	10
III. Méthodologie pour les observations subaquatiques.....	12
III.1) Moyens mis en œuvre.....	12
III.2) Méthodologie pour les plongées de reconnaissance.....	12
III.3) Acquisition de vidéos et de photographies sous-marines géo-référencées.....	13
III.4) Méthodologie les observations ponctuelles (stations) de la vitalité.....	14
IV. Résultats de la mission N°1 : avant travaux.....	16
IV.1) Compte rendu de la mission.....	16
IV.2) Orthophotographie et relevé de la limite de l'herbier de posidonies.....	18
IV.3) Suivi de la distribution spatiale de l'herbier de posidonies.....	19
IV.4) Observations subaquatiques.....	22
IV.5) Observations de la vitalité.....	23
IV.6) Conclusions de la Mission 1.....	28
IV.7) Bon de livraison B/19/098/CN.....	28
V. Résultats de la mission N°2 : Avril 2020.....	29
V.1) Compte rendu de la mission.....	29
V.2) Résultats de l'orthophotographie d'avril 2020.....	30
V.3) Contrôle du géoréférencement des orthomosaïques.....	33
V.4) Suivi de la distribution spatiale de l'herbier de posidonies.....	35
V.5) Observations subaquatiques.....	37
V.6) Observations de la vitalité.....	38
V.7) Autres observations.....	45
V.8) Conclusions de la Mission 2.....	46
V.9) Bon de livraison B/20/040/CN.....	47
VI. Résultats de la mission N°3 : Septembre 2020.....	48
VI.1) Compte rendu de la mission.....	48
VI.2) Résultats de l'orthophotographie de septembre 2020.....	49
VI.3) Suivi de la distribution spatiale de l'herbier de posidonies.....	52
VI.4) Observations subaquatiques.....	54
VI.5) Observations de la vitalité.....	54
VI.6) Autres observations.....	61
VI.7) Conclusions de la Mission 3.....	62
VI.8) Bon de livraison B/20/115/CN.....	63
VII. ANNEXE.....	64

I. INTRODUCTION

I.1) Contexte & Zone d'étude

SEMANTIC TS, **Bureau d'Études en Environnement & Océanographie Acoustique**, spécialisé en cartographie et monitoring des fonds marins et expert en reconnaissance environnementale et en écologie marine Méditerranéenne, réalise pour le compte du Conservatoire du Littoral, une étude de suivi des herbiers marins sur le site des Vieux Salins d'Hyères dans le cadre des travaux de désenrochements.

L'objectif de l'étude est de réaliser un suivi cartographique exhaustif de la limite supérieure de l'herbier de *Posidonia oceanica* et des zones colonisées par *Cymodocea nodosa* au droit du site des Vieux Salins d'Hyères. Ce suivi cartographique est complété par un suivi de la vitalité des herbiers. Les suivis sont réalisés : avant les travaux d'aménagement prévus sur le site et après, afin d'évaluer leur impact sur les herbiers (4 interventions au total).

Le périmètre de l'étude est situé sur la commune d'Hyères, en limite de la commune de La Londe-les-Maures, dans le département du Var (83) en région PACA. L'aire d'étude se situe au sein de la rade d'Hyères, protégée des tempêtes par les îles de Porquerolles et Port Cros et l'île du Levant au large, et par le tombolo de la presqu'île de Giens à l'ouest. Elle couvre un linéaire côtier de 800m, qui correspond à la zone de travaux sur le littoral des Vieux Salins prolongée de 100 m de part et d'autre.

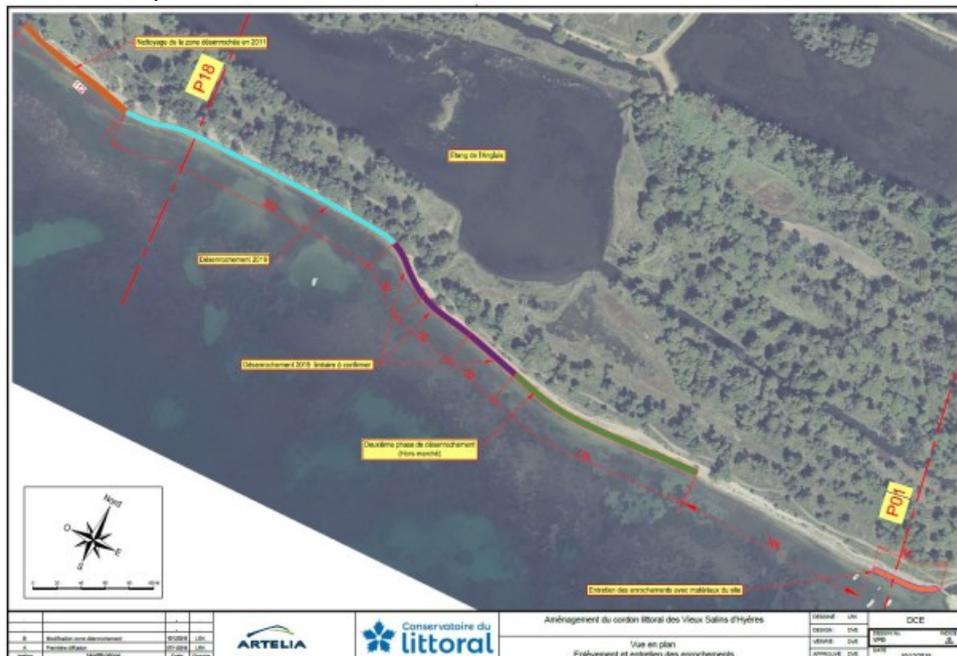


Figure 1 : Zone de travaux (800m) - La cartographie est réalisée au droit des zones de désenrochement futurs, indiquées sur la carte ci-dessus (traits bleu, violet et vert, soit environ 575m), et prolongée sur environ 100m de part et d'autre de cette zone, soit un linéaire total de 800 m

I.2) Objectif de l'étude

L'objectif de ce projet est d'effectuer 4 campagnes pour le suivi de l'impact éventuel des travaux

- avant les travaux d'aménagement,
- après les travaux,
- puis un an après la fin des travaux
- et deux ans après la fin des travaux.

Ces campagnes comprennent :

- l'acquisition de données aériennes **haute résolution** de la zone d'étude par un drone aérien
- des acquisitions de vérités terrains sous-marines (catalogue de photos sous-marines géo-référencées)
- 6 stations de vitalité réparties dans les deux types d'herbier en présence : posidonies et cymodocées
- la mise en forme des données et la production de cartes
- la comparaison des résultats avec ceux des campagnes antérieures

Ce rapport explicite les moyens et les méthodologies mis en œuvre et présente les résultats de

- **La mission N°1 réalisée avant les travaux** (Nos interventions sur le terrain ont été réalisées entre le 12 et 14/09/2019)
- Les travaux de désenrochement ont été réalisés durant l'hiver 2019-2020
- **La mission N°2 réalisée en Avril 2020** : Nos interventions sur le terrain ont été réalisées le 10/04/2020 et 05/05/2020
- **La mission N°3 réalisée en Septembre 2020** : Nos interventions sur le terrain ont été réalisées le 04/09/2020 et 05/09/2020

I.3) Justification du choix des méthodologies utilisées

Le choix des méthodologies proposées pour cette étude est conforme aux recommandations du guide CARTOCEAN [C. Noël. P. Boissery. N. Quelin. V. Raimondino. 2012 : Cahier Technique du Gestionnaire : Analyse comparée des méthodes de surveillance des herbiers de posidonies. 96 p - CartOcean, Agence de l'eau RMC, Dreal PACA, Région PACA], **CF pages 78 et 79.**

En effet, les méthodes retenues pour le suivi des herbiers de posidonies sont :

- Télédétection aérienne, explorations subaquatiques géo-référencées et cartographie par fusion multi-capteurs. L'imagerie aérienne est particulièrement performante dans le cas de très petits fonds, comme c'est le cas pour le secteur des vieux salins)
- Mesure stationnelle de la densité

La fréquence de suivi préconisée est de 3 ans.

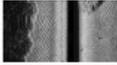
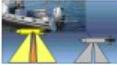
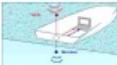
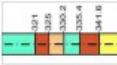
Stratégie globale surfacique : cartographie globale		Tout le secteur		Tous les 3 à 6 ans	
Méthodes	Illustration	Info globale	Export	Avis Technique	
Télédétection aérienne		Limite supérieure Recouvrement petit fond	Indice de conservation Évolution de la limite sup.	Global très précis Moyenne à haute résolution	
Télédétection satellitale		Limite supérieure Recouvrement petit fond	Indice de conservation Évolution de la limite sup.	Reproductibilité	
Sonar latéral tracté		Limite supérieure Limite inférieure Recouvrement grand fond	Indice de conservation Évolution des limites	Pas adapté aux très petits fonds	
Sonar latéral /coque DGPS		Limite supérieure Limite inférieure Recouvrement	Indice de conservation Évolution des limites	Global précis Moyenne résolution	
Monitoring RTK Fusion multi-capteurs		Limite supérieure Limite inférieure Recouvrement	Indice de conservation Évolution des limites	Global très précis Moyenne résolution	
Monitoring RTK HR Fusion multi-capteurs		Limite supérieure Limite inférieure Recouvrement Bathymétrie Rugosité Sédiment	Indice de conservation Évolution des limites	Global très précis Haute résolution	
SACLAF DIVA croisé		Limite supérieure Limite inférieure Recouvrement Bathymétrie Sédiment	Indice de conservation à basse résolution Évolution des limites	Maillage très lâche Seul système utilisable par très petits fonds sans visibilité	
Stratégie locale micro-surface & linéaire		N micro-zones		Tous les 3 à 6 ans	
Méthodes	Illustration	Info locale	Autres	Avis technique	
Télémetrie acoustique		Limite supérieure Limite inférieure Recouvrement	Indice de conservation local Évolution des limites	Haute résolution pour suivi local	
Balisage type RSP tous les 5 m		Limite supérieure Limite inférieure	Indice de conservation local précis Évolution des limites		
Carré permanent		Recouvrement	Évolution de la limite		
Transect permanent		Recouvrement	Indice de conservation local		
Stratégie ponctuelle		N points de réseau		Tous les 3 ans	
Méthodes	Illustration	Info ponctuelle	Autres	Avis technique	
RSP Plongeur Balise 10 paramètres		Recouvrement ponctuel + 10 autres paramètres	Évolution limite en un point Évolution vitalité	Tout n'est pas utile	
Plongeur		Densité	Évolution vitalité		
Plongeur 17 paramètres		17 paramètres	Scientifique	Non utile pour les gestionnaires	

Figure 2 : Méthodes de suivi préconisées par le Cahier Technique du Gestionnaire : Analyse comparée des méthodes de surveillance des herbiers de posidonies dans le cas du rechargement des plages

La méthode de suivi par image aérienne est bien adaptée en raison de la faible profondeur et de la clarté des eaux dans le secteur. De plus une orthophotographie récente a été acquise par l'IGN (2017)

Le sonar tracté n'est pas adapté en raison des très faibles fonds.

La méthode de télémetrie acoustique (aquamètre) n'est pas adaptée car les zones à étudier sont trop grandes et nécessitent de nombreuses calibrations et points de calage au fond (tous les 100 m). De plus cette méthode, du

fait qu'elle est linéaire, est difficile à mettre en œuvre de façon certaine, notamment pour gérer les contours en présence d'herbier constitué de petites taches en limite comme sur l'image ci-après (des taches peuvent être omises). **Seule une méthode surfacique locale, permet de déterminer correctement la limite de l'herbier de posidonies.**

La méthodologie proposée, basée sur un moyen téléopéré en vol aérien proche de la surface de la mer, permet de couvrir l'intégralité de la surface de la zone d'étude en mer, depuis le trait de côte en allant jusqu'au récif barrière, et en intégrant la barre d'émersion, et ce avec une résolution d'image aérienne inférieure à 20 cm, nécessaire au suivi des herbiers.

Les campagnes de levés d'image aérienne sont réalisées à chaque opération permettant la comparaison de données entre chaque campagne.

C'est actuellement la seule méthode qui assure la complétude surfacique du lever et permet de monitorer les limites de l'herbier de posidonies du récif barrière, étant donné que celui-ci est en partie découvert.

En ce qui concerne les stations d'observation et de mesure des paramètres de vitalité des herbiers, nous suivons les recommandations du Guide Cadre Eval_Impact édité par les DREAL PACA et Occitanie en juin 2018, pour lequel SEMANTIC a en particulier contribué à la réflexion menée lors de la rédaction des fiches thématiques relatives aux herbiers de posidonies et de zostères.

Il est important de noter que la méthode stationnelle est adaptée au suivi d'une surface herbier homogène, ou de sa limite franche. Les stations relatives au suivi des zostères seront situées au cœur d'une des nombreuses prairies de zostères qu'abrite le lagon.

Par contre, les posidonies du lagon sont réparties en taches, il est donc difficile d'utiliser une méthode de type station, qui n'est pas adaptée à une distribution en patch. Les posidonies du lagon, dont la distribution spatiale est de type "en patches" seront suivies de façon surfacique durant les 4 campagnes, sur deux secteurs de suivi micro-surfacique.

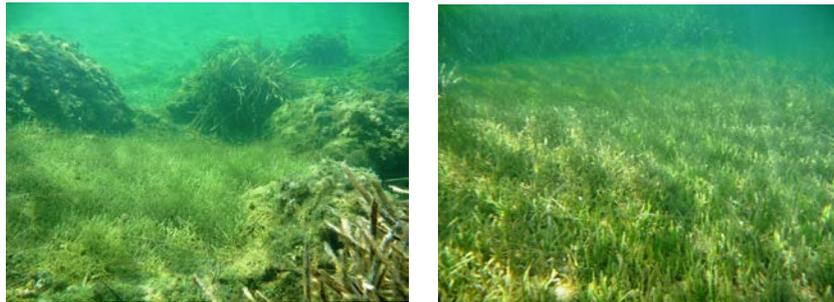


Figure 3 : Configuration des herbiers du secteur d'étude situés à l'intérieur du lagon

A gauche : Herbier de posidonies en taches

A droite : Une des nombreuses prairies de cymodocées abritées par le lagon

De plus il est nécessaire de disposer d'informations sur des stations dites de « référence » ou « témoins » situées hors de la zone d'influence des travaux. C'est pourquoi nous avons proposé la réalisation à chaque campagne de 6 stations pour laquelle 2 stations de références situées hors de la zone d'impact des travaux sont localisées sur une prairie de cymodocées et sur le récif barrière, et 2 couples de 2 stations localisées au droit de la zone des travaux et situées dans des prairies de cymodocées et sur le récifs barrière.



Figure 4 : Position des stations de mesures des paramètres de vitalités des herbiers

Les stations (en jaune) sont situées sur le récif barrière et sur un herbier dense de cymodocées

A droite: 2 stations de références situées hors de la zone d'impact des travaux

A gauche : 2 couples de 2 stations de vitalité au droit de la zone des travaux (récif et herbiers de cymodocées)

En rouge : secteurs de suivi micro-surfacique de la distribution en taches de l'herbier de posidonies du lagon

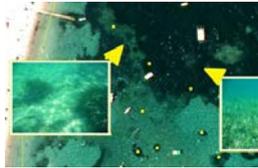
II. MÉTHODOLOGIE DE RÉALISATION DU SUIVI DE LA LIMITE SUPÉRIEURE DES HERBIERS

II.1) Principe de la méthode de cartographie par imagerie aérienne

Pour réaliser le relevé de l'herbier de posidonies nous fusionnons les informations issues des différents capteurs :

- **Les images : aériennes historiques disponibles**
 - BD ORTHO HR 2017 (Haute résolution : 20 cm)
 - Orthophotographie BRGM (si disponible)
- **L'image aérienne complémentaire THR (Très haute Résolution : 5 cm) réalisée à l'aide de notre drone aérien (Phantom 4 Pro Plus)**
- **Les photos-sous marines géo-référencées et les observations de vérité terrain prises lors des inspections subaquatiques**

Les huit étapes de la réalisation d'une cartographie de l'herbier de posidonies par fusion multi-capteurs sont les suivantes :

<p>Étape 1 : Acquisition en dalles</p> <p>Sélection de l'image aérienne de référence :</p> <p>Issue de données existantes et / ou Acquisition par drone aérien</p>	<p>Étape 2 : Traitement ou Mosaïquage (Constitution de l'image globale géo référencée)</p> 	<p>Étape 3 : Segmentation Contourage de zones homogènes</p> 	<p>Étape 4: Plan d'échantillonnage Vérités terrain (observations et vitalité) : choix des waypoints</p> 
<p>Étape 5 : Export des WPT pour la navigation sur les images segmentées</p>	<p>Étape 6 : Vérités terrain & mesures ponctuelles vitalité</p> 	<p>Étape 7 : Interprétation Classification à partir des vérités terrain & Amélioration de la segmentation</p>	<p>Étape 8 : Production de la cartographie Format d'export</p> 

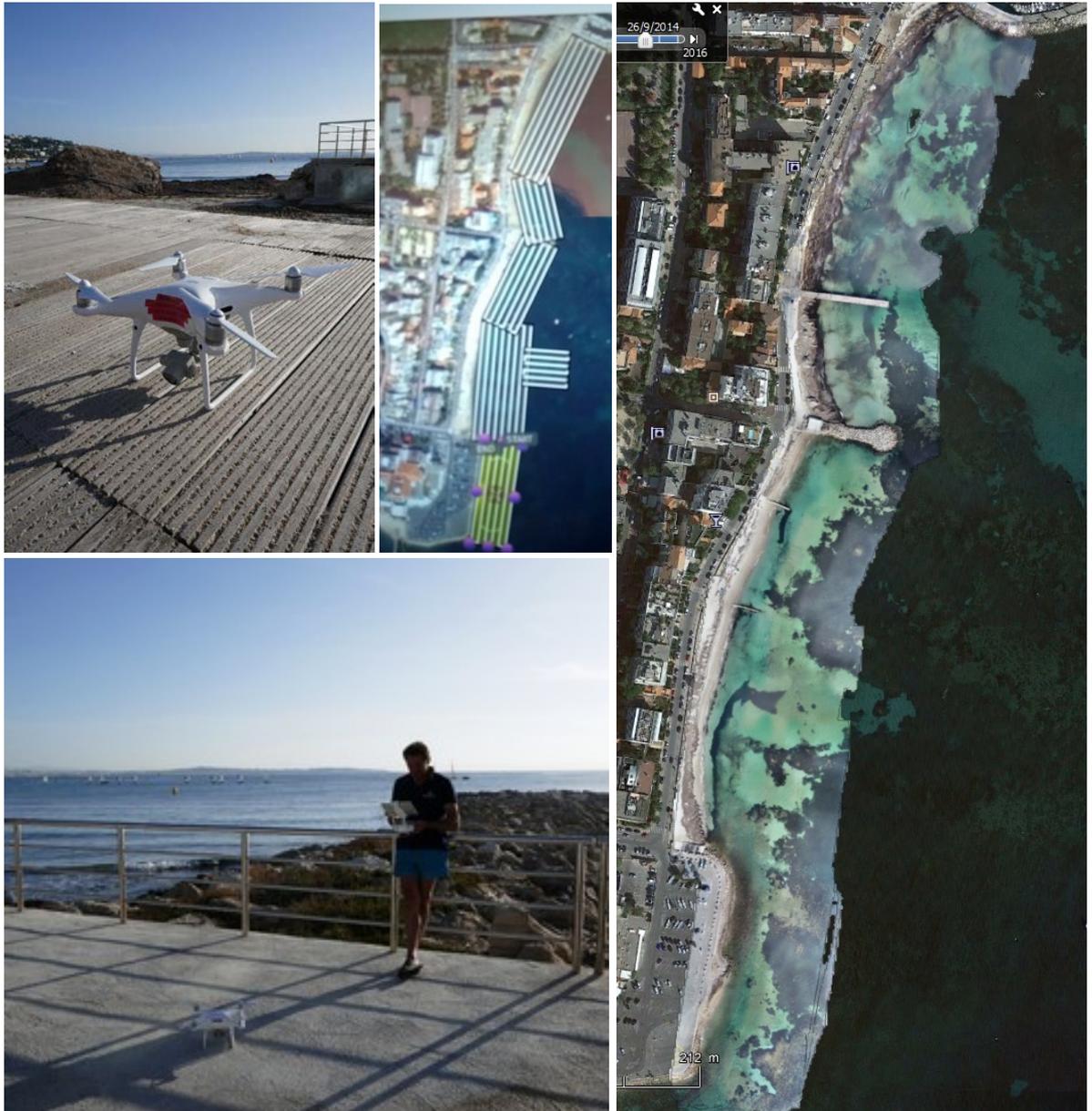
II.2) Acquisition d'une orthographie par drone aérien sur les 800 m de la zone d'étude

Le Phantom 4 Pro Plus, drone aérien piloté par le logiciel Pix4D, permet l'acquisition de clichés haute résolution. Celle-ci est primordiale pour la mise en œuvre de la génération d'une orthophotographie.

Des cibles géo-codées sont installées dans la zone de mesure et à proximité immédiate de celle-ci. Elles sont géo-référencées à l'aide d'un DGPS-RTK en mode mobile. Le réseau de cibles ainsi constitué permet le calage du modèle numérique issu de la photogrammétrie dans le monde réel.

Les prises de vue aériennes sont effectuées par drone télé-opéré selon un plan de vol pré-établi permettant un recouvrement des clichés aériens supérieur à 50 %.

Les photographies sont assemblées et l'image en sortie est très résolutive (5 cm) et géo-référencée.



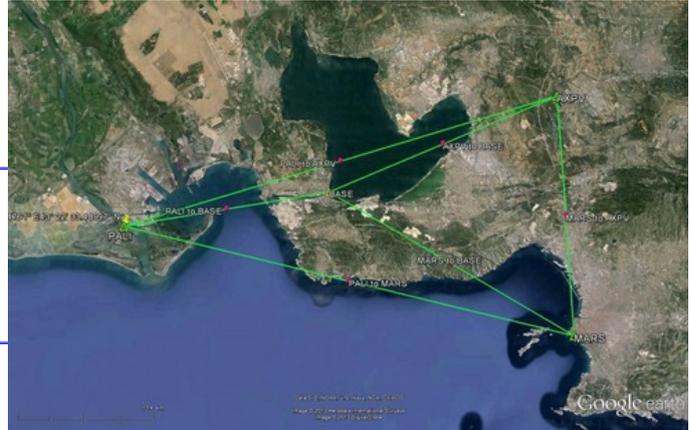
**Figure 5 : À gauche: DJI P4Pp (Drone de prise de clichés aériens)
 Mise en œuvre du drone aérien et exemple de plan de vol
 A Droite : Orthophotographie aérienne (1km linéaire) très haute résolution réalisée à partir des levers par drone**

II.3) Installation des marqueurs de référencements (Géotagging)

Une base de référence GPS RTK est installée à proximité du chantier. Elle permet de garantir un positionnement des cibles sur la zone de mesure.

Dans tous les cas, la distance entre la base implantée par SEMANTIC TS et les stations RGP (de l'ordre de 20 km) conduiront à une précision du point pivot de 2.5 cm puisque la dégradation est de 1 ppm soit 1 cm par kilomètre d'éloignement.

Figure 6 : Rattachement du point de référence au réseau IGN



Des cibles géo-codées sont alors installées dans la zone de mesure et à proximité immédiate de celle-ci. Elles sont géo-référencées à l'aide d'un DGPS-RTK en mode mobile. Le réseau de cibles ainsi constitué permet le calage du modèle numérique issu de la photogrammétrie dans le monde réel.

Figure 7 : Exemple d'implantation de cible géo-tagagée



II.4) Prise de vues aériennes par drone téléopéré

Le Phantom 4 Pro Plus, drone aérien piloté par le logiciel Pix4D, permet l'acquisition de cliché haute résolution primordiale pour la mise en œuvre de la génération d'une orthophotographie et de mesure photogrammétrique.



Figure 8 : Le DJI P4Pp (Drone de prise de clichés aérien)

II.5) Traitements des données

La photogrammétrie est une technique qui consiste à effectuer des mesures dimensionnelles dans les trois directions de l'espace, en utilisant la parallaxe obtenue entre des images acquises selon des points de vue différents.

Il est important de noter que la mise en œuvre du processus de photogrammétrie, relatif à cette étape, est nécessaire pour l'établissement du modèle numérique de terrain 3D, duquel est extrait l'ortho-référencement, et la construction de l'orthophotographie sur laquelle se base la méthode de suivi.

Sans cette étape, l'image assemblée n'est qu'une mosaïque de photographies, qui n'offre pas les éléments de précision et de résolution demandés dans ce projet.

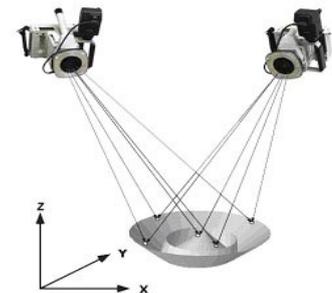


Figure 9 : Principe de la photogrammétrie

Orthophotographie

L'image de référence est traitée afin de faire ressortir les contrastes afin de faciliter la détermination des limites hautes de l'herbier de Posidonie. La figure ci-dessous est l'illustration de cette méthode sur les données de la BD ORTHO IGN 2017 sur la zone de travaux de la présente étude.



Figure 10 : Exemple d'amélioration de contraste dans la zone de la limite supérieure de l'herbier.
A gauche : image BD ORTHO 20cm données brutes - A droite : image BD ORTHO 20cm partiellement traitée.

II.6) Principe de la méthode de segmentation d'une image aérienne

La segmentation des images aériennes est réalisée sous SIG, à l'aide d'un outil de segmentation développé par SEMANTIC TS. Celui-ci a été mis au point pour fonctionner localement car les niveaux de couleurs des pixels de l'image relatifs à de l'herbier de posidonies peuvent varier de part et d'autre de la zone d'étude sur l'image de référence. Cet outil permet, de proche en proche, de reconstituer en mode semi-automatisé la limite de herbier de posidonies. L'opérateur qui réalise l'opération valide manuellement chaque portion de la limite, en ré-ajustant si nécessaire les seuils de segmentation.

Cette méthode fonctionne bien pour des images aériennes relatives à l'herbier de posidonies de résolution supérieure ou égale à 20 cm, et permet d'obtenir un linéaire délimitant l'herbier de posidonies comme le montre la figure ci-dessous :



Figure 11 : Principe de la segmentation de l'orthophotographie HR IGN 2017 (Résolution 20 cm)

Les lieux pour lesquels l'opérateur rencontre des difficultés à segmenter (détourner les zones homogènes) ou à classifier (identifier la nature du fond), il s'appuie sur les données acquises par les images sous-marines géo-référencées.

Dans ce projet, la résolution de l'ortho-image obtenue avec le drone aérien est de 1 cm. Cette ultra haute résolution (UHR) permet de mettre en évidence des détails sur la distribution de l'herbier de posidonies. Les feuilles sont même facilement distinguables. En particulier elle met en évidence la distribution extrêmement morcelée de l'herbier, pour lequel il n'existe pas, physiquement, avec cette ultra haute résolution, de limite franche,

donc de ligne (objet linéaire mathématique) permettant de délimiter la partie homogène de l'herbier de posidonie.



Figure 12 : Observation de la distribution extrêmement morcelée de l'herbier (Orthoimage UHR (Résolution 1cm))

De ce fait il n'existe pas de ligne reproductible par segmentation automatisée ou semi automatisée permettant de définir une limite.

Nous avons alors opté pour la conservation de la résolution maximale et défini une ligne, dite « linéaire de référence », ne détournant pas tous les micro-patches d'herbier, mais permettant à l'observateur de pouvoir se positionner de façon comparative. L'évolution de l'herbier est observée le long de ce linéaire, à travers l'analyse comparée des orthophotos UHR qui seront prises à chaque retour sur site.

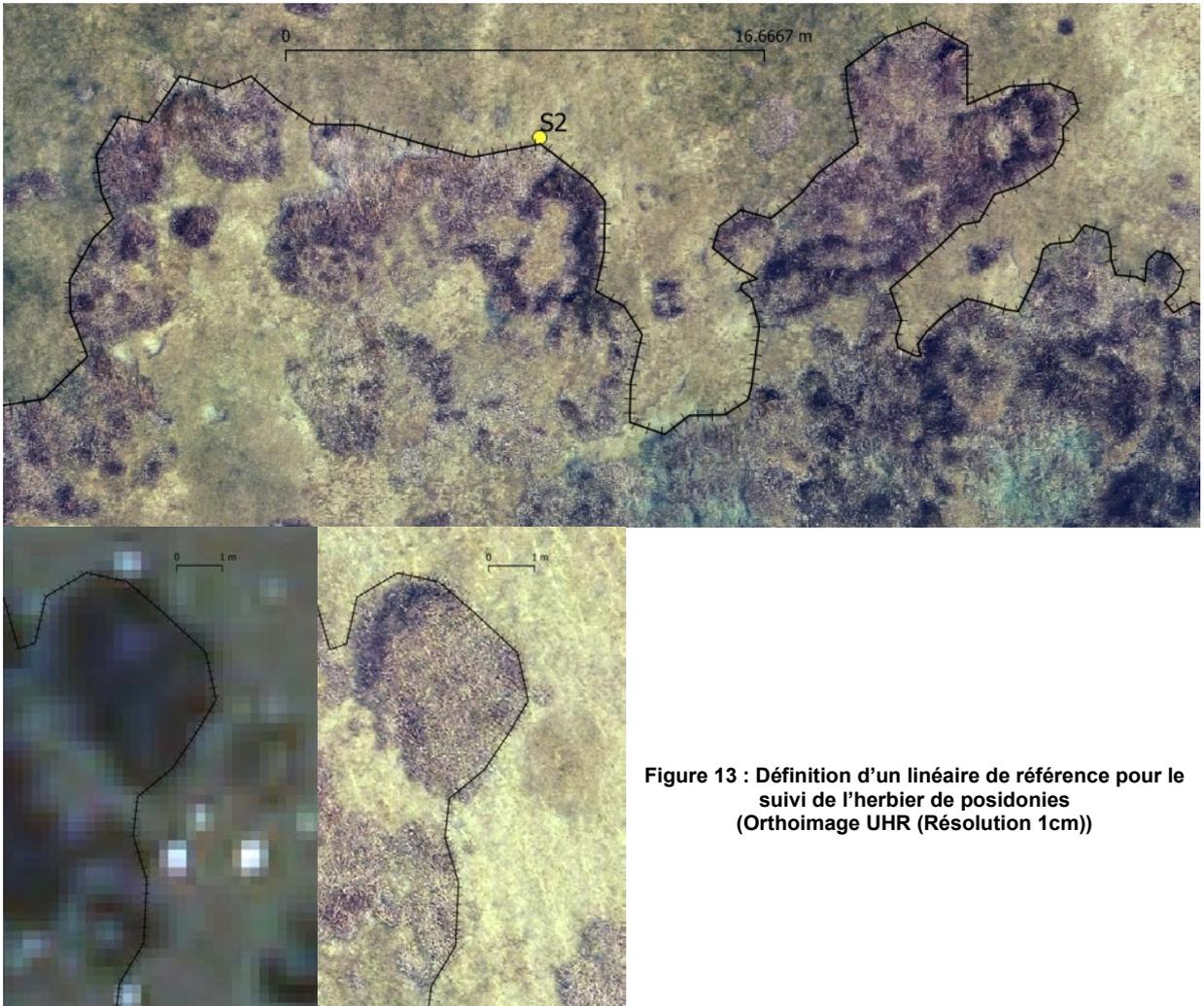


Figure 13 : Définition d'un linéaire de référence pour le suivi de l'herbier de posidonies (Orthoimage UHR (Résolution 1cm))

III. MÉTHODOLOGIE POUR LES OBSERVATIONS SUBAQUATIQUES

III.1) Moyens mis en œuvre

SEMANTIC TS, pour la réalisation des travaux de reconnaissance subaquatique, utilise son Mlni Navire Océanographique (Le MINO) inscrit au commerce et support de plongée.

Les opérations de reconnaissance subaquatique sont réalisées en plongée subaquatique.

Les opérations de reconnaissances subaquatique seront réalisées selon la réglementation en vigueur de la plongée professionnelle en scaphandre : règles de sécurité édictées par le Ministère du Travail (décret n°90.277 du 28 mars 1990 et décret 2011-45 du 11 janvier 2011).

L'équipe d'observation est constituée de :

- plongeurs INPP Classe II B
- spécialisés en suivis écologiques d'espèces et d'habitats marins sensibles
- équipés d'appareil photo numérique et d'un GPS de surface.

III.2) Méthodologie pour les plongées de reconnaissance

L'image aérienne haute résolution étant disponible, les photographies de reconnaissance subaquatique intègrent une démarche plus performante de validation et de complétion de l'information cartographique déjà disponible.

Les plongeurs parcourent en plongée subaquatique la zone à observer.

Ils sont équipés d'un GPS de surface et d'un APN numérique en caisson et/ou Caméra HD Gopro,

Avant l'immersion, la montre du plongeur, l'horloge de l'appareil photo ou de la caméra et l'heure du GPS sont synchronisées.

Le plongeur relié à une bouée portant un GPS photographie ou filme le fond.

Les plongeurs réalisent simultanément des observations des espèces protégées. Durant les plongées de reconnaissances, notes d'observations et inventaire sont effectués sur plaquettes immergeables.

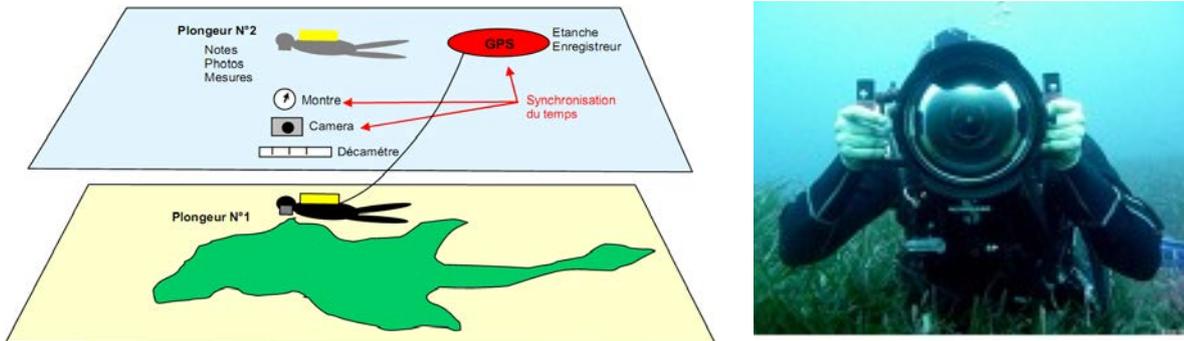


Figure 14 : Méthodologie pour les plongées de reconnaissance subaquatique

La quantité de photos pouvant être importante, une gestion rigoureuse s'impose afin d'éviter les éventuels problèmes d'intégration dans le système de bancarisation final. Ainsi il est nécessaire :

- d'associer un point de localisation GPS à chaque photo,
- d'attribuer à chaque photo un nom unique pour l'ensemble du site,
- de respecter la nomenclature des fichiers proposée dans les spécifications techniques de format de données.

Les photos géo-référencées sont ensuite présentées sur une carte dynamique.



Figure 15: Exemple de localisation des photos géo-référencées relevées lors de plongées de reconnaissance subaquatique

III.3) Acquisition de vidéos et de photographies sous-marines géo-référencées

Navire à très faible tirant d'eau, le MINO permet de naviguer dans les zones de 50 cm de fond. Équipé d'un GPS RTK et d'une perche avec une caméra vidéo, il est possible d'acquérir un nombre considérable de vérités terrain sur un linéaire assez étendu.

À partir de ces vidéos des images sont extraites pour constituer un atlas photographique consultable directement sur Google Earth ou sur Qgis.

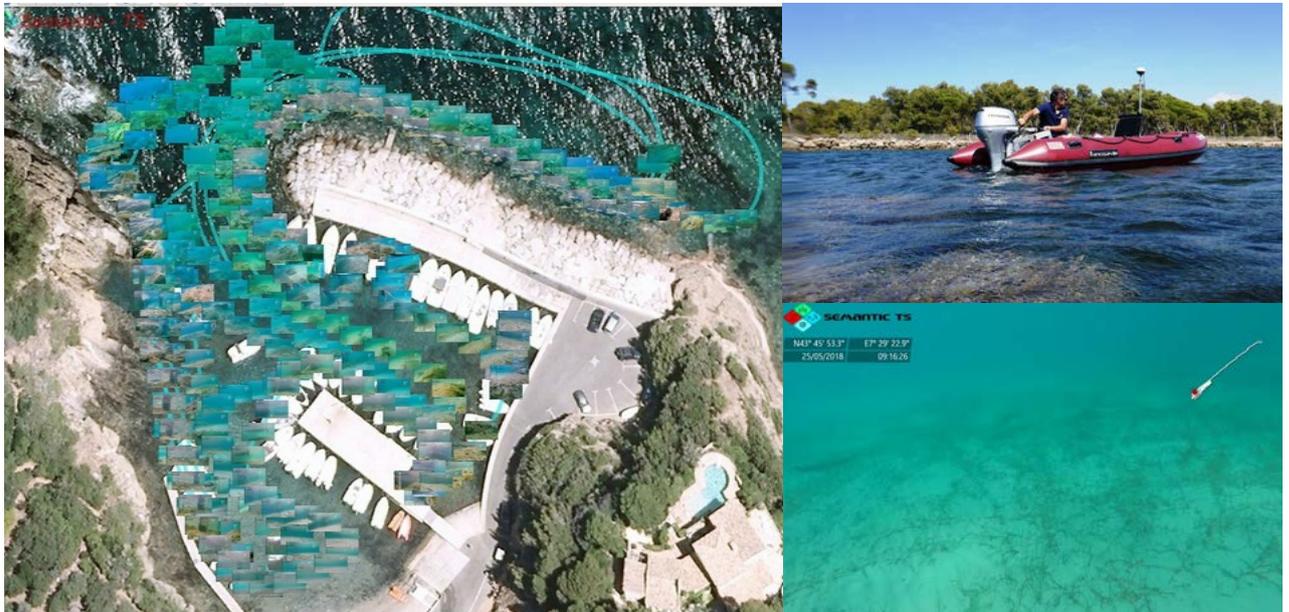


Figure 16 : Exemple de carnet de photographie sous marine géo-référencées acquise par notre système

A droite en haut : Acquisition de vidéos géoréférencées sur le secteur des Vieux Salins (2017)

A droite en bas : Exemple de photographie sous marine géo-référencées acquise par notre système avec (en haut à droite) l'incrustation de la localisation (présence de cymodocées)

Chaque image est bien entendu disponible individuellement et chacune voit sa position incrustée dans l'image.



Figure 17 : Positions des vues sous-marines réalisées lors des explorations sur le terrain

Environ 490 vues sous-marines géo-référencées acquises le 08/09/2017

A droite : un clic permet d'observer les photographies sous-marines

depth	DA	BSE1	BSE2	BSE3	depth	DA	BSE1	BSE2	BSE3	Profondeur (m)	Excellent	Bon	Normal	Médiocre	Mauvais
1	822	524	1138	21	80	105	201	201	201	1	> 1133	1133 à 930	930 à 727	727 à 524	< 524
2	666	788	982	23	17	119	239	239	239	2	> 1067	1067 à 863	863 à 659	659 à 456	< 456
3	543	655	879	23	23	23	341	341	341	3	> 1005	1005 à 808	808 à 612	612 à 415	< 415
4	475	582	806	24	14	14	350	350	350	4	> 947	947 à 757	757 à 567	567 à 377	< 377
5	413	525	749	25	4	4	340	340	340	5	> 892	892 à 709	709 à 526	526 à 343	< 343
6	357	479	703	26	20	20	339	339	339	6	> 841	841 à 665	665 à 489	489 à 312	< 312
7	227	429	643	27	27	27	329	329	329	7	> 792	792 à 623	623 à 454	454 à 284	< 284
8	204	406	630	28	28	28	311	311	311	8	> 746	746 à 584	584 à 421	421 à 259	< 259
9	204	376	600	29	29	29	302	302	302	9	> 703	703 à 547	547 à 391	391 à 235	< 235
10	217	349	573	30	30	30	294	294	294	10	> 662	662 à 513	513 à 364	364 à 214	< 214
11	211	325	549	31	31	31	285	285	285	11	> 624	624 à 481	481 à 338	338 à 195	< 195
12	191	309	537	32	32	32	277	277	277	12	> 588	588 à 451	451 à 314	314 à 177	< 177
13	215	282	506	33	33	33	270	270	270	13	> 554	554 à 423	423 à 292	292 à 161	< 161
14	191	263	487	34	34	34	263	263	263	14	> 522	522 à 397	397 à 272	272 à 147	< 147
15	174	246	470	35	35	35	255	255	255	15	> 492	492 à 372	372 à 253	253 à 134	< 134
16	117	229	453	36	36	36	247	247	247	16	> 463	463 à 349	349 à 236	236 à 122	< 122
17	102	214	438	37	37	37	240	240	240						
18	88	200	423	38	38	38	234	234	234						
19	74	186	410	39	39	39	227	227	227						
20	61	173	397	40	40	40	221	221	221						

Figure 20 : Classification de l'état de vitalité de l'herbier de posidonies selon les densités (l/m^2) de faisceaux et de la profondeur (m)
A gauche : 1er Abaque de Pergent Martini 1994

A droite : Classification révisée d'après Pergent et al., 2008 et Pergent-Martini et al., 2010.

[Pergent-Martini C., Pergent G., 2010. Propositions de lignes directrices pour la standardisation des méthodes de cartographie et de surveillance des magnoliophytes marines en Méditerranée. PNUE-PAM-CAR/ASP, Contrat N°72/2009, Tunis :1 – 66]



Figure 21 : Exemples de mesures de densité de l'herbier de posidonies - Quadrat 20 cm X 20 cm

Orientation des rhizomes ou pourcentage de rhizomes plagiotropes

La présence de nombreux rhizomes plagiotropes traçants en limite de l'herbier est un indice de bonne vitalité de l'herbier, car elle traduit une tendance à la progression. Une mesure correspond au comptage sur 10 rhizomes, du nombre de plagiotropes et d'orthotropes, permettant de calculer un pourcentage de rhizomes plagiotropes.

Le pourcentage de rhizomes plagiotropes est qualifié de la façon suivante :

- **Pourcentage de rhizomes plagiotropes compris entre 0 et 10 : Faible**
- **compris entre 11 et 29 : Moyen**
- **compris entre 30 et 100 : Fort**

Adéquation des méthodes de suivi

En ce qui concerne les stations d'observation et de mesure des paramètres de vitalité des herbiers, les méthodes utilisées suivent les recommandations du Guide Cadre Eval_Impact édité par les DREAL PACA et Occitanie en juin 2018, pour lequel SEMANTIC a en particulier contribué à la réflexion menée lors de la rédaction des fiches thématiques relatives aux herbiers de posidonies et de zostères.

Il est important de noter que la méthode stationnelle est adaptée au suivi d'une surface herbier homogène, ou de sa limite franche. Les stations relatives au suivi des zostères seront situées au cœur d'une des nombreuses prairies de zostères qu'abrite le lagon.

Par contre, les posidonies du lagon sont réparties en taches, il est donc difficile d'utiliser une méthode de type station, qui n'est pas adaptée à une distribution en patch. Les posidonies du lagon, dont la distribution spatiale est de type "en patches" seront de plus suivies de façon surfacique durant les 4 ans, sur deux secteurs de suivi micro-surfacique.

IV. RÉSULTATS DE LA MISSION N°1 : AVANT TRAVAUX

IV.1) Compte rendu de la mission

Les démarches de demande d'autorisations de vol ont été déposées auprès de la préfecture, de la DGA et de la BAN de Hyères (militaire). L'autorisation de vol a été obtenue pour le 14/09/2019.

La répartition des travaux réalisées sur les dates d'intervention est la suivante :

- Jeudi 12 : Mobilisation : Trajet vers le site et déploiement sur zone. Installation de la base GPS.
- Vendredi 13 : Mise à l'eau du navire, essais drone, installation des cibles en mer, relevés VT en mer et vidéo tractée géo-référencée
- Samedi 14 : Installation des cibles à terre, Vol du drone, mesures des positions des cibles en terre, enlever des cibles en terre, mesures des positions et enlever des cibles en mer. Sortie du navire. Démobilisation. Trajet retour.

Les figures qui suivent illustrent les travaux réalisés au cours de la mission N°1 :

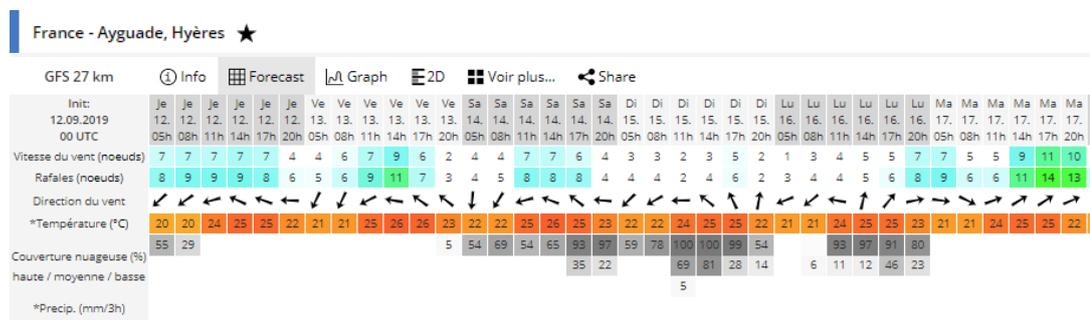


Figure 22 : Conditions météorologiques



Figure 23 : Base GPS - Etat de mer du 14/09/2019



Figure 24 : En rouge : les 41 cibles ont été déposées (en terre et en mer) et enlevées à la fin de la mission.



Figure 25 : Mesure au DGPS RTK de la position des cibles en mer et à terre

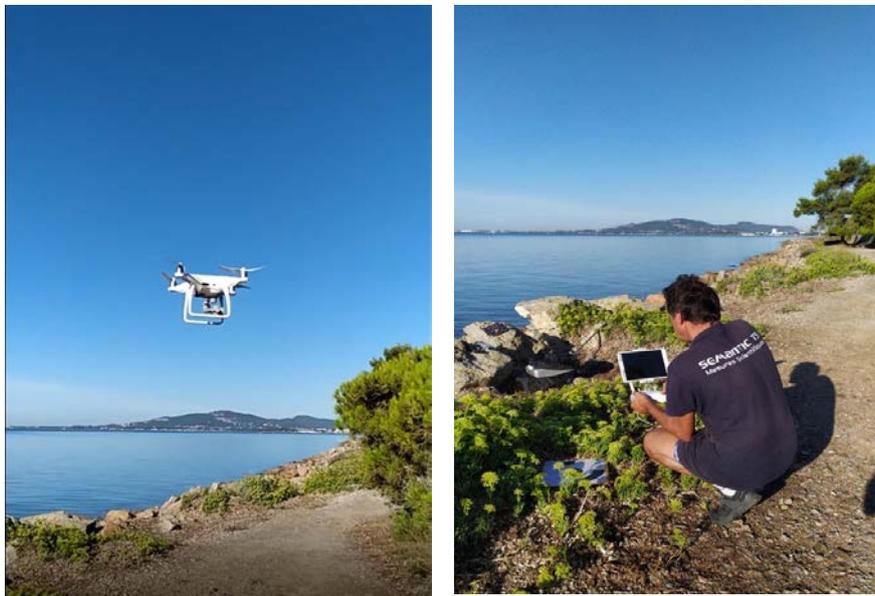


Figure 26 : Mise en œuvre du drone aérien

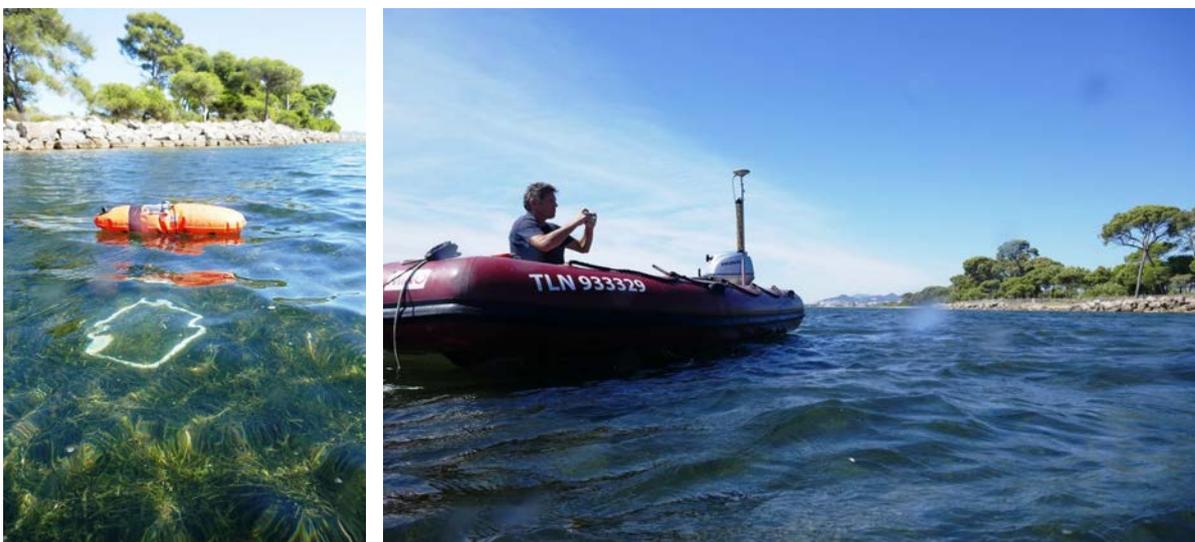


Figure 27 : Observations subaquatiques à partir du MIINO

IV.2) Orthophotographie et relevé de la limite de l'herbier de posidonies

L'orthophotographie réalisée est présentée dans son intégralité sur la figure ci-dessous en comparaison avec l'orthophotographie IGN datant de 2017.



Figure 28 : Orthophotographie réalisée superposée à l'orthophotographie IGN datant de 2017

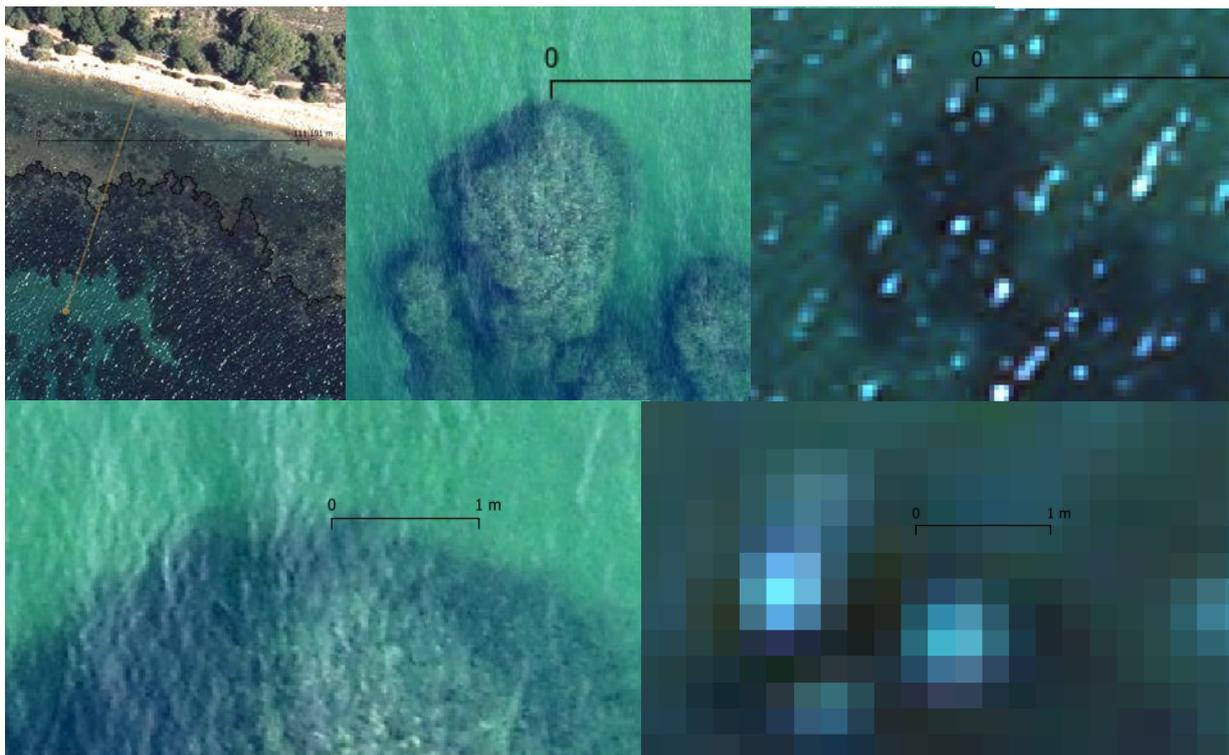


Figure 29 : Comparaison des deux orthographies à une distance de 100 m de la côte

En bas à gauche : Orthophotographie réalisée de résolution 1 cm (UHR)

En bas à droite : Orthophotographie IGN 2017 de résolution 20 cm (THR)

Le calage entre l'orthophotographie réalisée et l'orthophotographie IGN datant de 2017 est inférieur à 20 cm

Les figures qui suivent permettent de comparer, à différentes échelles, l'orthophotographie réalisée avec l'orthophotographie IGN datant de 2017.

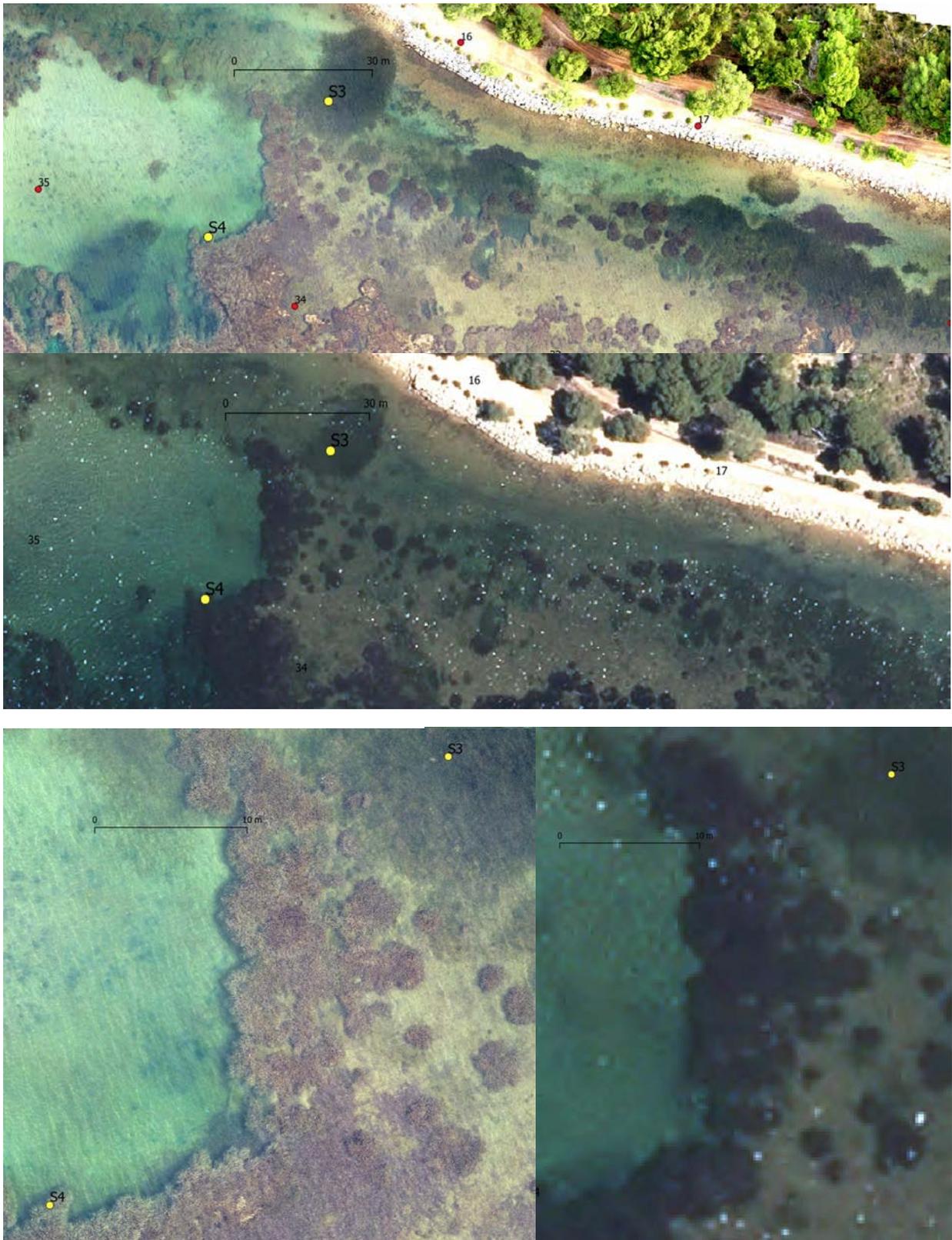


Figure 30 : Comparaison des deux orthographies
 Orthophotographie réalisée de résolution 1 cm (UHR)
 Orthophotographie IGN 2017 de résolution 20 cm (THR)

IV.3) Suivi de la distribution spatiale de l'herbier de posidonies

La figure suivante présente la position du linéaire de référence pour le suivi ainsi que celles des deux micro-

secteurs de suivi définis pour le suivi de l'herbier en taches du lagon.



**Figure 31 : En noir : linéaire de référence pour le suivi de la limite de l'herbier
En rouge : Les deux micro-secteurs de suivi pour l'herbier en patches du lagon**

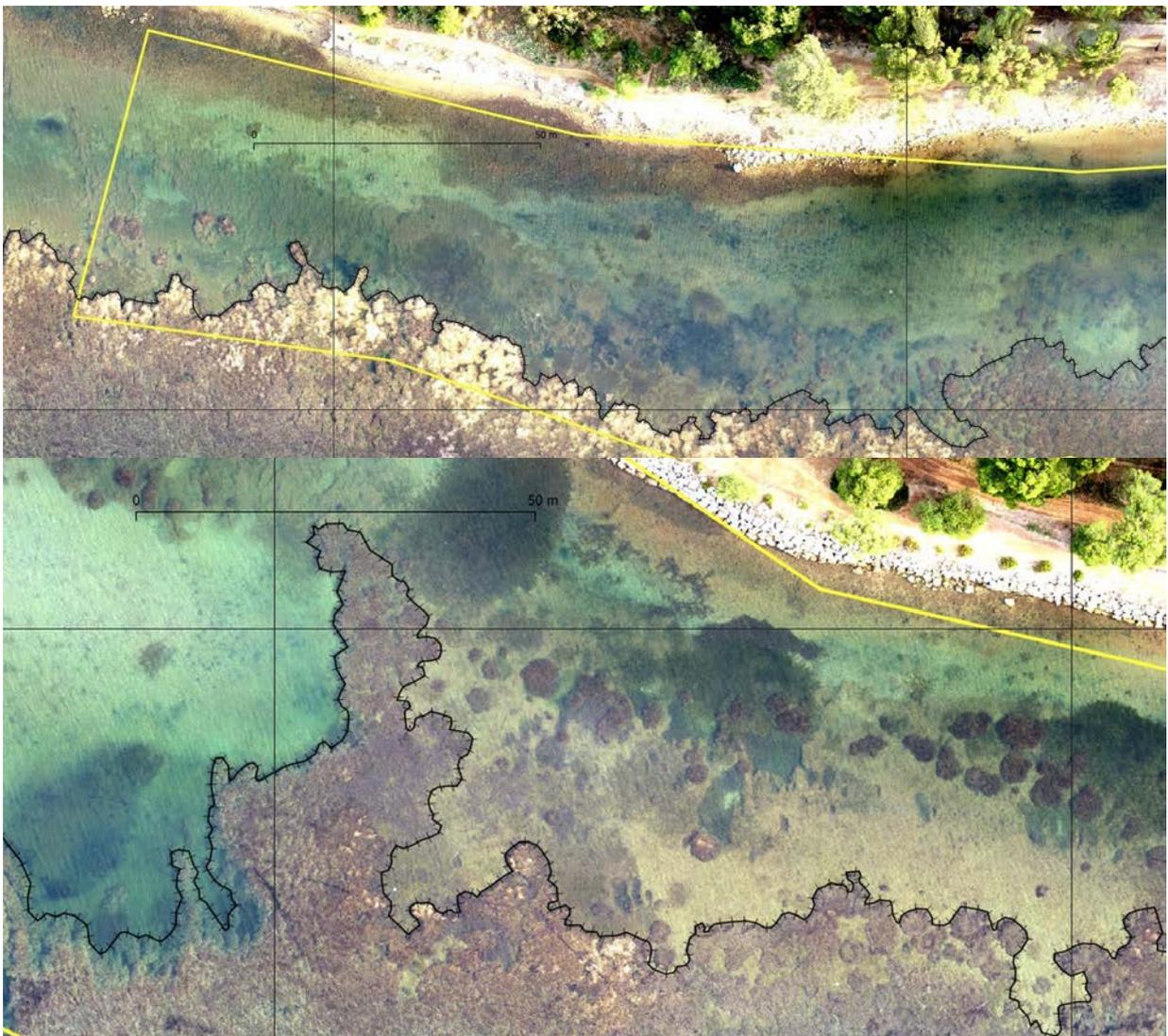


Figure 32 : En noir : Zoom deux parties du linéaire de référence pour le suivi

L'évolution de l'herbier sera observée le long de ce linéaire, au travers l'analyse comparée des orthophotos UHR qui seront prises à chaque retour sur site.

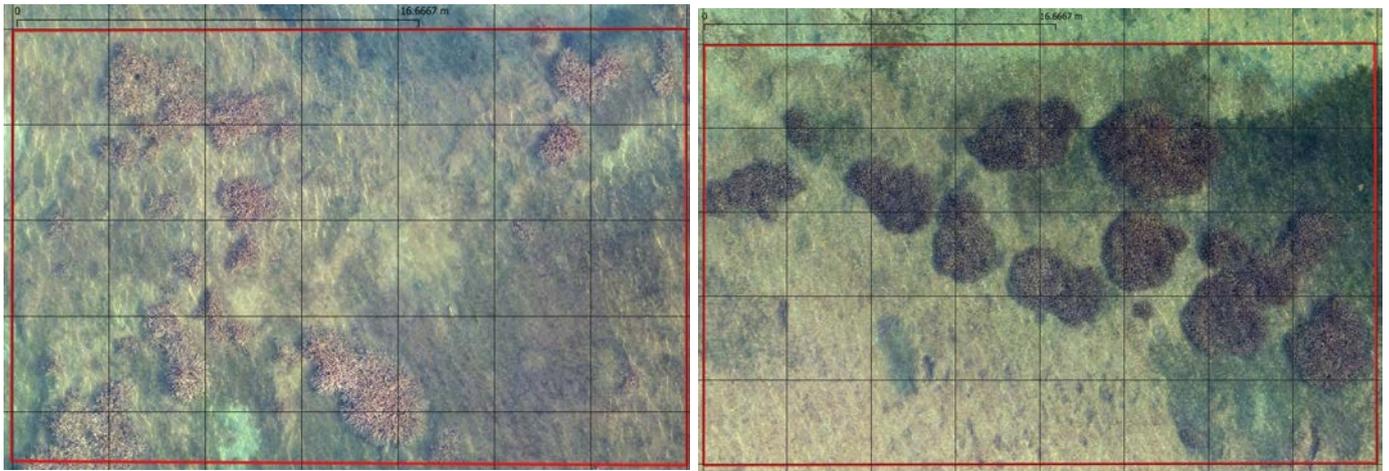


Figure 33 : Micro-secteur Ouest et Est

L'évolution de l'herbier sera observée sur ces micro-secteurs, au travers de l'analyse comparée des orthophotos UHR qui seront prises à chaque retour sur site.



IV.4) Observations subaquatiques

Environ 295 photos géo-référencées ont été extraites des vidéos et 125 photos géo-référencées ont été prises sur le secteur maritime en plongée.

La figure ci-dessous présente l'ensemble des positions des vues sous-marines réalisées en plongée.



Figure 34 : Positions des vues sous-marines réalisées lors des explorations sur le terrain

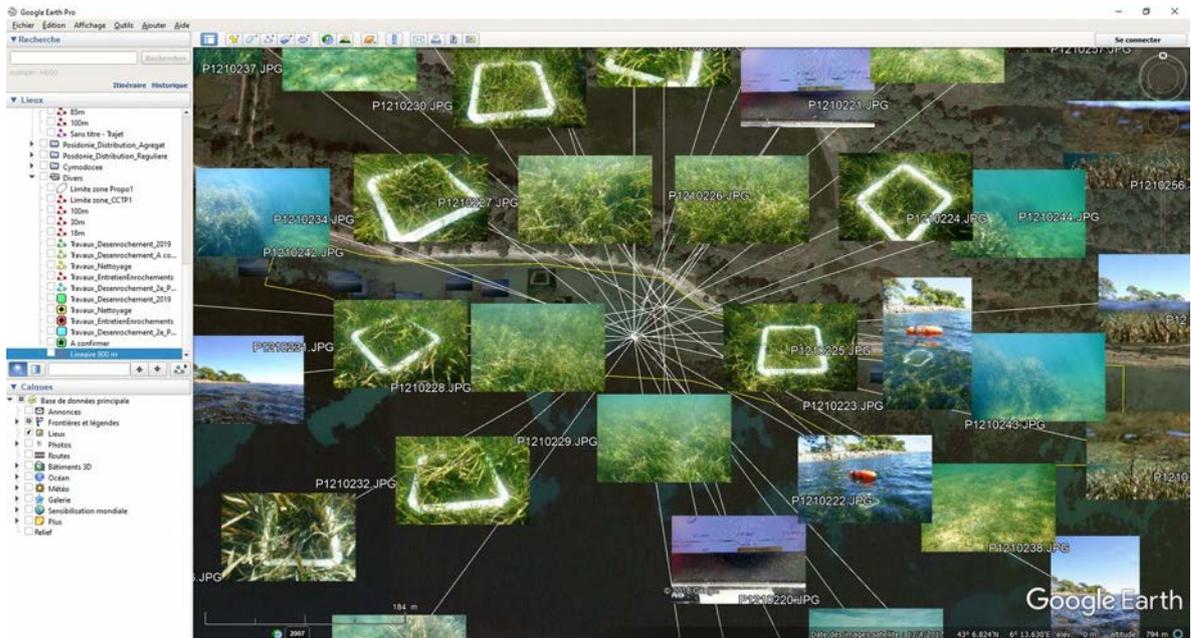


Figure 35 : Atlas photographique : un clic sur la photo permet de l'observer



Figure 36 : Positions des vues sous-marines géo-référencées extraites des vidéos



Figure 37 : Exemple de vues sous-marines géo-référencées extraites des vidéos

Encart en haut à droite : Position du lieu de la prise de vue sur fond de l'orthophotographie réalisée avec le drone aérien

IV.5) Observations de la vitalité

Lieux des stations de suivi

En raison de l'absence de cymodocées sur le lieu de la station S5 initialement prévue, nous avons déplacé les stations S5 et S6 vers l'herbier de cymodocées le plus proche.



Figure 38 : Lieux initialement prévus stations d'observation de la vitalité des herbiers

Les lieux des stations réalisées le 13/09/2019 sont représentés sur la figure ci-dessous :



Figure 39 : Position des stations de mesures des paramètres de vitalités des herbiers du 13/09/2019
Les stations (en jaune) sont situés sur le récif barrière et sur un herbier dense de cymodocées

A droite: 2 stations de références situées hors de la zone d'impact des travaux

A gauche : 2 couples de 2 stations de vitalité au droit de la zone des travaux (récif et herbiers de cymodocées)

En rouge : 2 secteurs de suivi micro-surfacique de la distribution en taches de l'herbier de posidonies du lagon

Station S2

La station S2 est située sur l'herbier de posidonies dont la morphologie est fragmentée.

Présence d'un herbier de cymodocées bordant l'herbier de posidonies.
Présence de *Caulerpa racemosa*.

S2	2019
Densité moyenne de faisceaux par m2	948
Densité (Giraud 1977)	Très dense
Densité (Pergent Martini 1994)	Densité normale
Pourcentage de rhizomes plagiotropes	30%
Taux de recouvrement (%)	> 80%
Type d'herbier	Récif
Nature fond	Matte
Etat santé/vitalité	



Station	S2
Lat	43° 6.772'N
Lon	6° 13.897'E
Profondeur (m)	< 1 m

Figure 40 : Résultats des mesures des paramètres de vitalité

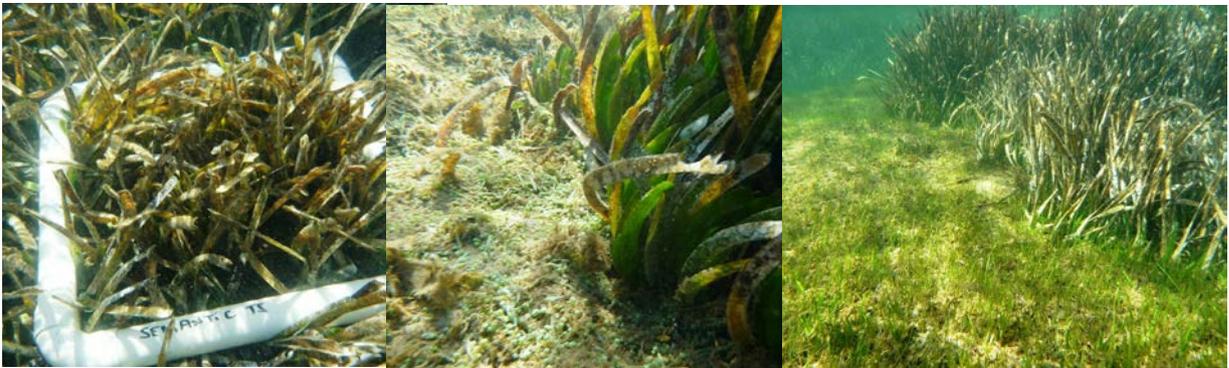


Figure 41 : Station S2 : Photographies sous-marines illustratives

Station S4

La station S4 est située sur le récif barrière. La limite de l'herbier de posidonies est franche en ce lieu.

S4	2019
Densité moyenne de faisceaux par m2	1007
Densité (Giraud 1977)	Très dense
Densité (Pergent Martini 1994)	Densité normale
Pourcentage de rhizomes plagiotropes	0%
Taux de recouvrement (%)	> 80%
Type d'herbier	Récif affleurant
Nature fond	Matte
Etat santé/vitalité	



Station	S4
Lat	43° 6.814'N
Lon	6° 13.633'E
Profondeur (m)	< 1 m

Figure 42 : Résultats des mesures des paramètres de vitalité



Figure 43 : Station S4 : Photographies sous-marines illustratives

Station S6

La station S6 est située sur le récif barrière.
 La limite de l'herbier de posidonies est fragmentée en ce lieu.
 Présence de *Caulerpa racemosa*.

S6	2019
Densité moyenne de faisceaux par m ²	970
Densité (Giraud 1977)	Très dense
Densité (Pergent Martini 1994)	Densité normale
Pourcentage de rhizomes plagiotropes	0%
Taux de recouvrement (%)	> 80%
Type d'herbier	Récif affleurant
Nature fond	Matte
Etat santé/vitalité	



Station	S6
Lat	43° 6.823'N
Lon	6° 13.577'E
Profondeur (m)	< 1 m

Figure 44 : Résultats des mesures des paramètres de vitalité

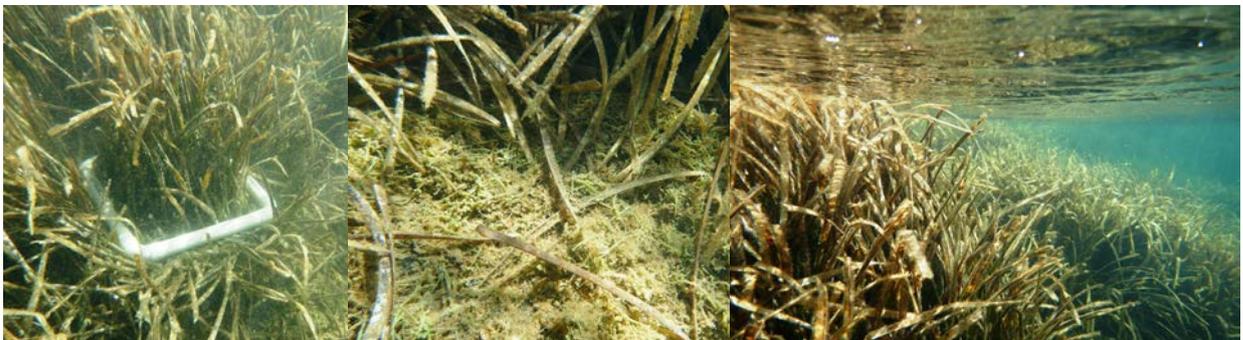


Figure 45 : Station S6 : Photographies sous-marines illustratives

Station S1

La station S1 est située sur le récif barrière, sur un herbier de cymodocées dense et continu.

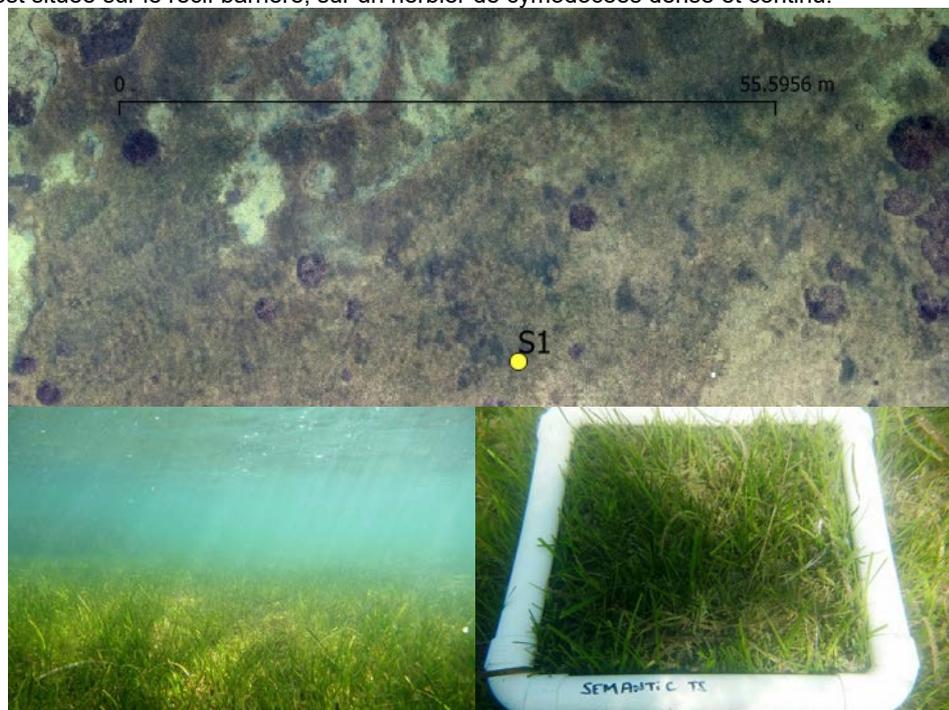


Figure 46 : Station S1 : En haut : Position de la station sur l'herbier.
 En bas à gauche : Vue de l'herbier. A droite : quadrat 30 x 30
 Longueur moyenne des feuilles : 9 cm Densité des faisceaux : Forte

Station S3

La station S3 est située sur le récif barrière, sur un herbier de cymodocées très dense et continu.

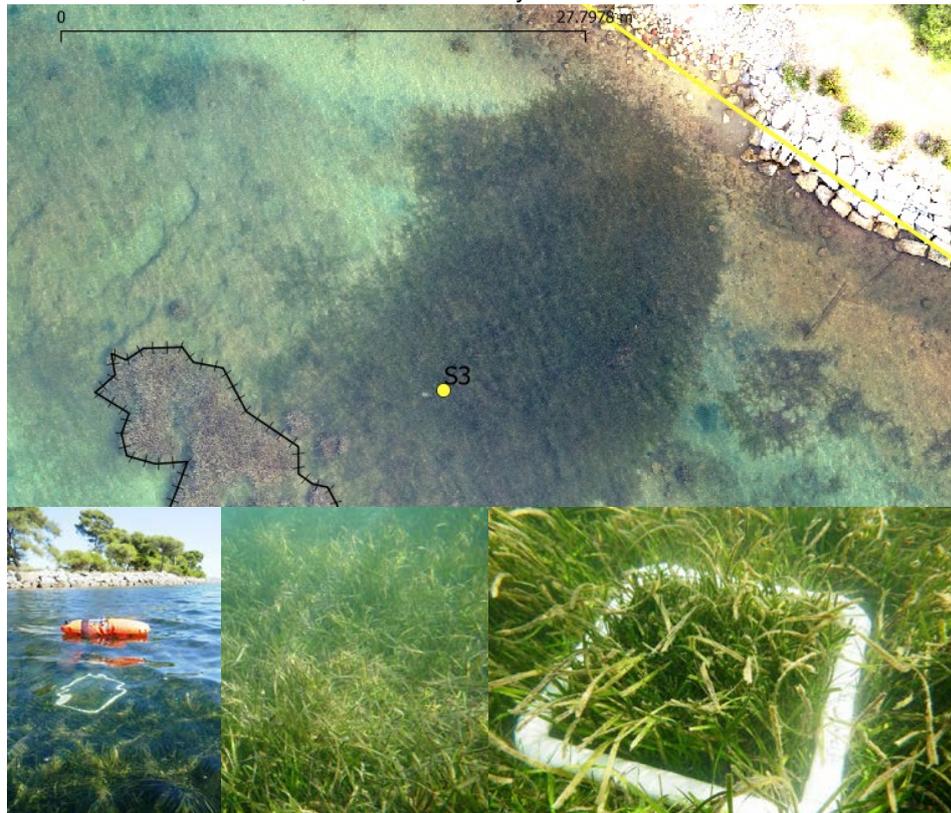


Figure 47 : Station S3 : En haut : Position de la station sur l'herbier.
En bas à gauche : Vue de l'herbier. A droite : quadrat 30 x 30
 Longueur moyenne des feuilles : 18 cm Densité des faisceaux : Très forte

Station S5

La station S5 est située sur le récif barrière, sur un herbier de cymodocées peu dense et continu.

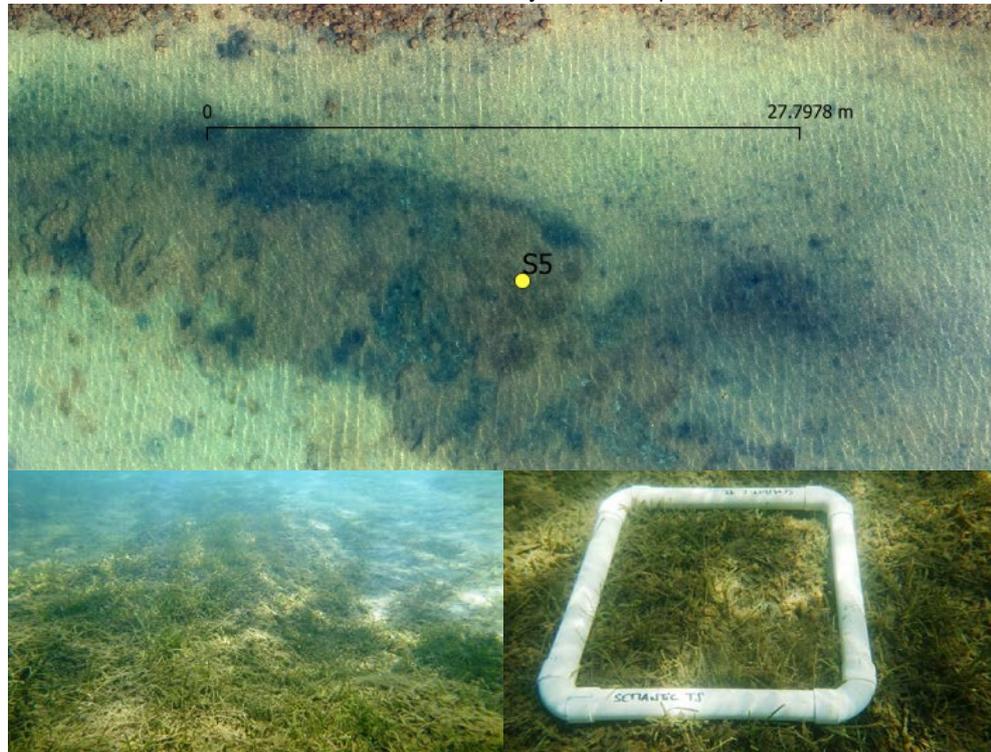


Figure 48 : Station S5 : En haut : Position de la station sur l'herbier.
En bas à gauche : Vue de l'herbier. A droite : quadrat 30 x 30
 Longueur moyenne des feuilles : Longueur moyenne des feuilles : 5 cm.
 Densité des faisceaux : Très faible

Espèces associées observées

Espèces de vertébrés observées

- Gobie à bouche rouge
- Sublet
- Crénilabre méditerranéen
- Girelle
- Rouget de vase
- Mulet lippu
- Castagnole
- Saupe
- Sar à tête noire
- Sar commun
- Triptérygion rouge

Nombreux alevins observés dans le lagon.

Autres espèces observées au sein du récif barrière (Nom commun)

- Poulpe
- Holothurie
- Algue invasive *Caulerpa racemosa*

Aucune grande nacre (*Pinna nobilis*) vivante n'a été observée.

IV.6) Conclusions de la Mission 1

Un travail conséquent a été mené afin de réaliser un état zéro du secteur à suivre.

Il a permis d'acquérir une orthophotographie initiale très haute résolution (1 cm), ainsi que des données de vérité terrain, photographies et vidéos sous-marines géoréférencées.

L'analyse de l'orthophotographie UHR a permis de définir un linéaire de référence pour la limite supérieure de l'herbier de posidonies ainsi que deux micro-secteurs surfaciques qui serviront de repères pour le suivi de l'évolution des patchs d'herbier.

L'évolution de l'herbier sera observée le long de ce linéaire de référence et des 2 micro-secteurs surfaciques au travers l'analyse comparée des orthophotos UHR qui seront prises à chaque retour sur site.

De plus des observations sous-marines du secteur, ainsi que la vitalité des herbiers de posidonies et de cymodocées sur 6 stations, ont été réalisées.

Un protocole de suivi basé sur des observations ponctuelles, linéaires et surfaciques a ainsi été mis en place.

IV.7) Bon de livraison B/19/098/CN

Les données suivantes sont fournies :

Dossier QGIS

LTR 3,4

SCR EPSG:2154 - RGF93 / Lambert-93

Contenant :

- ✓ RASTERS
 - ✓ Orthophotographie de la zone mesurée (Résolution 1 cm)
 - ✓ Orthophotographie de la zone mesurée (Résolution 10 cm)
 - ✓ Orthophoto BD Ortho 2017 (Résolution 20 cm)
- ✓ SHAPEFILE
 - ✓ Linéaire de référence pour le suivi de l'herbier de posidonies
 - ✓ Contour des 2 micro-secteurs surfaciques
 - ✓ Positions des 6 stations de suivi de la vitalité des herbiers

Dossier GOOGLE EARTH

Données Mission 1 (septembre 2019) :

Atlas photographique :

- ✓ basse résolution des vues sous-marines géo-référencées 2019_09_VT_APN.kmz
- ✓ haute résolution des vues sous-marines géo-référencées 2019_09_VT_APN_HR.kmz
- ✓ des photos extraites des vidéos 2019_09_VT_VIDEO.kmz

Orthophotographies de la zone mesurée

- ✓ Résolution 1 cm 2019_09_Orthomosaic_1cm.kmz
- ✓ Résolution 10 cm 2019_09_Orthomosaic_10cm.kmz

- ✓ Positions des stations de suivi 2019_09_Station.kml
- ✓ Limite de la zone Limite zone.kml

Données historiques

Atlas photographique :

- ✓ basse résolution des vues sous-marines géo-référencées 2017_09_VT_APN.kmz
- ✓ des photos extraites des vidéos 2017_09_VT_VIDEO.kmz
- ✓ des observations de terrain 2017_09_Observations

Linéaire de suivi de référence

2019_09_Lineaire_Suivi_Herbier.kmz

PDF

- ✓ Rapport Mission 1 au format PDF R_19_053_CN_Rapport_Mission1.PDF
- ✓ Rapport Mission 1 au format PDF R_19_053_CN_Rapport_Mission1_V2.PDF

VIDEO

- ✓ Vidéo sous marine géoréférencée avec position incrustée GOPR0043.mp4

V.2) Résultats de l'orthophotographie d'avril 2020

L'orthophotographie réalisée est présentée dans son intégralité sur la figure ci-dessous en comparaison avec l'orthophotographie IGN datant de 2017.

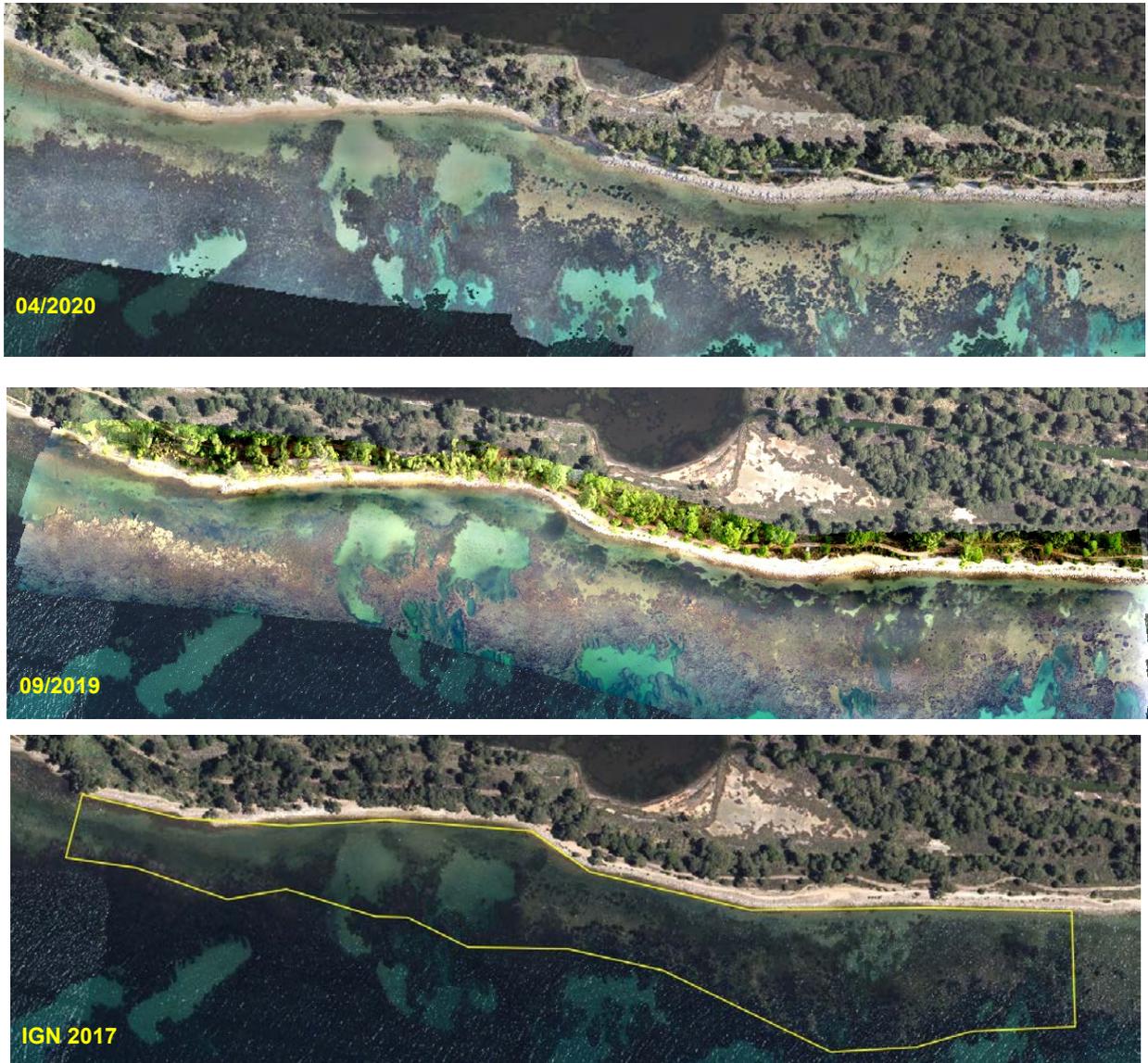


Figure 51 : Comparaison des trois orthophotographies sur l'ensemble du secteur d'étude
En haut : Orthophotographie réalisée le 10/04/2020 (Mission 2) de résolution 1 cm (UHR)
 superposée à l'orthophotographie IGN datant de 2017
Au centre : Orthophotographie réalisée en septembre 2019 (Mission 1) de résolution 1 cm (UHR)
 superposée à l'orthophotographie IGN datant de 2017
En bas : Orthophotographie IGN 2017 de résolution 20 cm (THR) et zone d'étude en jaune



Figure 52 : Comparaison des trois orthophotographies
 En haut : Orthophotographie réalisée le 10/04/2020 (Mission 2) de résolution 1 cm (UHR)
 Au centre : Orthophotographie réalisée en septembre 2019 (Mission 1) de résolution 1 cm (UHR)
 En bas : Orthophotographie IGN 2017 de résolution 20 cm (THR) et zone d'étude en jaune

La comparaison des orthomosaïques met en évidence la résolution accrue des images acquises avec le drone aérien et le meilleur contraste de l'orthomosaïque d'avril 2020. En effet les feuilles de posidonies sont bien vertes en hiver et ne sont pas desséchées comme après l'été. D'autre part les vues aériennes ont été acquises dans des conditions météorologiques exceptionnelles : eau très claire, mer plate, pas de perturbations liées au trafic maritime.

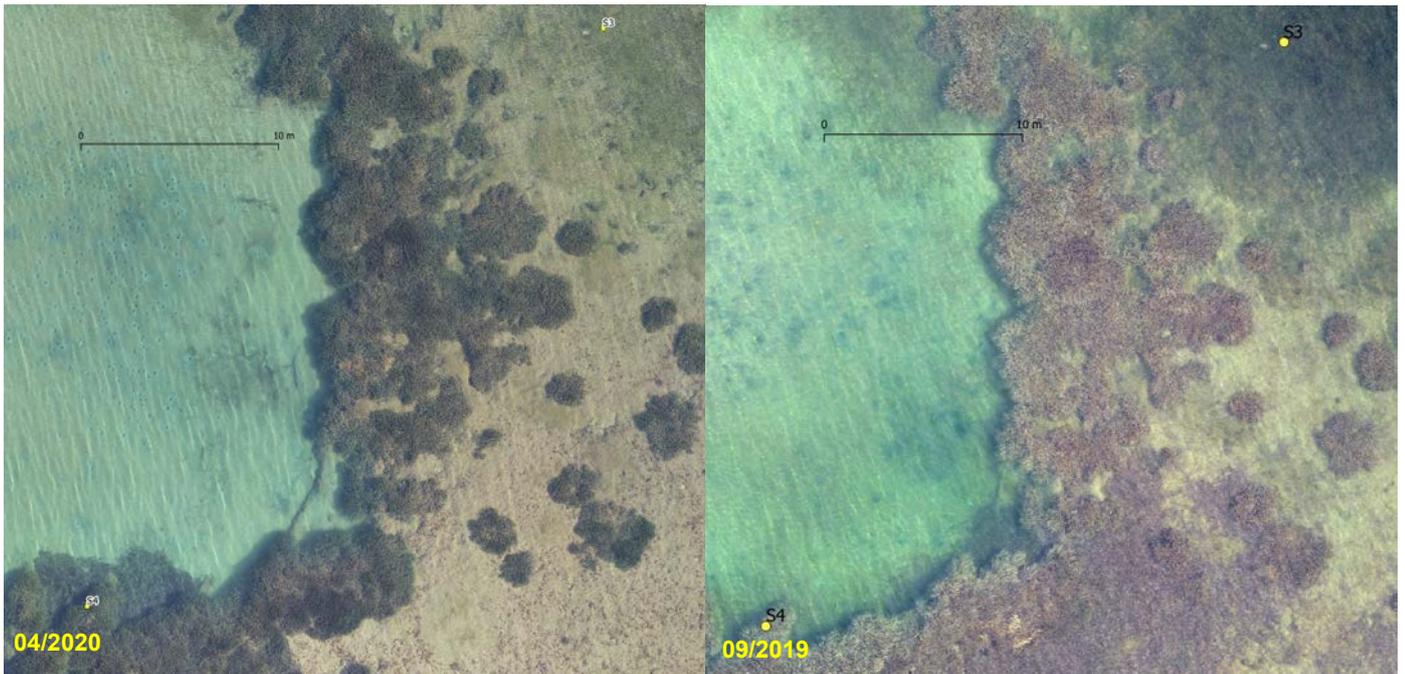


Figure 53 : Comparaison des orthophotographies
 A gauche : Orthophotographie réalisée le 10/04/2020 (Mission 2) de résolution 1 cm (UHR)
 A droite : Orthophotographie réalisée en septembre 2019 (Mission 1) de résolution 1 cm (UHR)



Figure 54 : Comparaison des orthophotographies
 A gauche : Orthophotographie réalisée le 10/04/2020 (Mission 2) de résolution 1 cm (UHR)
 A droite : Orthophotographie réalisée en septembre 2019 (Mission 1) de résolution 1 cm (UHR)



Figure 55 : A gauche : Feuilles de posidonies verte (Avril 2020) – A droite : feuilles desséchées (Septembre 2019)

V.3) Contrôle du géoréférencement des orthomosaïques

Le géoréférencement de la mosaïque d'avril a été réalisé à partir du repérage de cibles terrestres et de cibles en mer (objets anthropiques géoréférencés en septembre 2019 et toujours présents en 2020).

Une fois les résultats obtenus, afin de contrôler la qualité des résultats, nous avons de plus comparé le géoréférencement des orthomosaïques au travers du repérage d'autres objets ou caractéristiques sur le fond (sillons dans l'herbier de posidonies, structures métalliques, pneus...). Cette comparaison est illustrée sur les figures qui suivent.



Figure 56 : Illustration du contrôle du géoréférencement des orthomosaïques
 Orthophotographie réalisée le 10/04/2020 (Mission 2) de résolution 1 cm (UHR)
 En magenta : Repérage des objets (ou caractéristiques) sur le fond

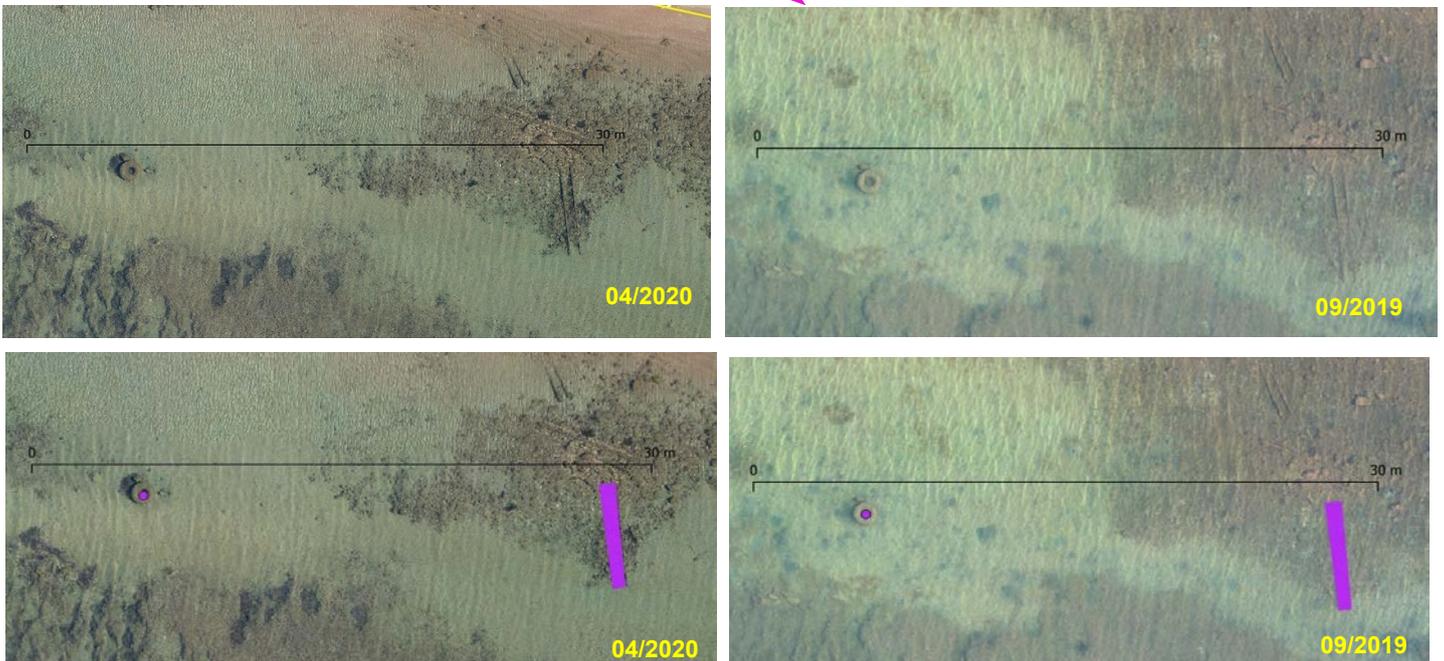


Figure 57 : Illustration du contrôle du géoréférencement des orthomosaïques sur la zone magenta de la figure précédente
 En Magenta : Repérage des positions d'un pneu et de tubes
 A gauche : sur la vue d'avril 2020 - A droite : sur la vue 2019

La figure suivante illustre le calage des mosaïques sur un secteur situé à l'extrémité de la zone d'étude, au large. Les positions de sillons observés dans l'herbier sont repérées en magenta, et sont géolocalisées au même endroit sur les deux orthomosaïques.

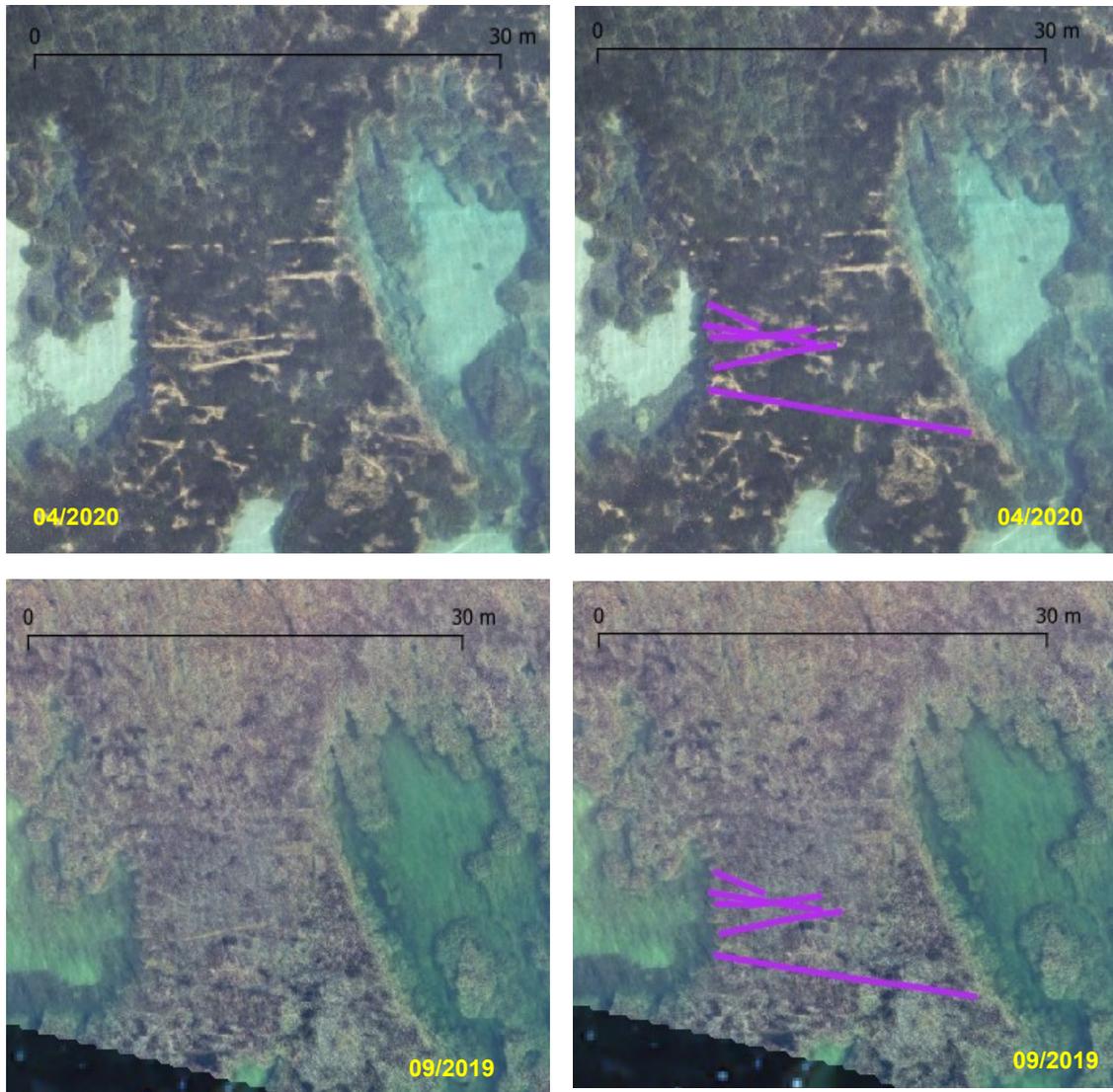


Figure 58 : Illustration du contrôle du géoréférencement des orthomosaïques sur la zone encadrée en orange sur la figure de la page précédente
En Magenta : Repérage des positions de sillons dans l'herbier de posidonies
 En haut : sur la vue 2020
 En bas : sur la vue 2019

Le calage a été contrôlé sur l'intégralité de la zone.

V.4) Suivi de la distribution spatiale de l'herbier de posidonies

La figure suivante présente la position du linéaire de référence pour le suivi ainsi que celles des deux micro-secteurs de suivi définis pour le suivi de l'herbier en taches du lagon.



**Figure 59 : En noir : linéaire de référence pour le suivi de la limite de l'herbier
En rouge : Les deux micro-secteurs de suivi pour l'herbier en patches du lagon**

L'analyse comparée des orthophotos UHR prises en septembre 2019 et en avril 2020 ne met pas en évidence de modification de la limite supérieure de l'herbier de posidonies.

L'analyse de la mosaïque d'avril 2020 a par contre permis d'affiner le linéaire de référence, celui-ci ayant mal été estimé à partir de la mosaïque de septembre 2019 en raison la présence d'une litière trop abondante (feuilles mortes de posidonies posées sur le fond). La ré-analyse de la mosaïque de septembre 2019, avec ce nouvel éclairage, permet en effet de s'assurer qu'il s'agissait bien de litière et non de posidonies vivantes.



Figure 60 : Linéaire de référence pour le suivi de la limite de l'herbier de posidonies
En noir : Défini en 09/2019
En rouge : linéaire de référence rectifié en 2020

La figure suivante présente les extraits des orthophotos UHR relatifs aux deux micro-secteurs de suivi.

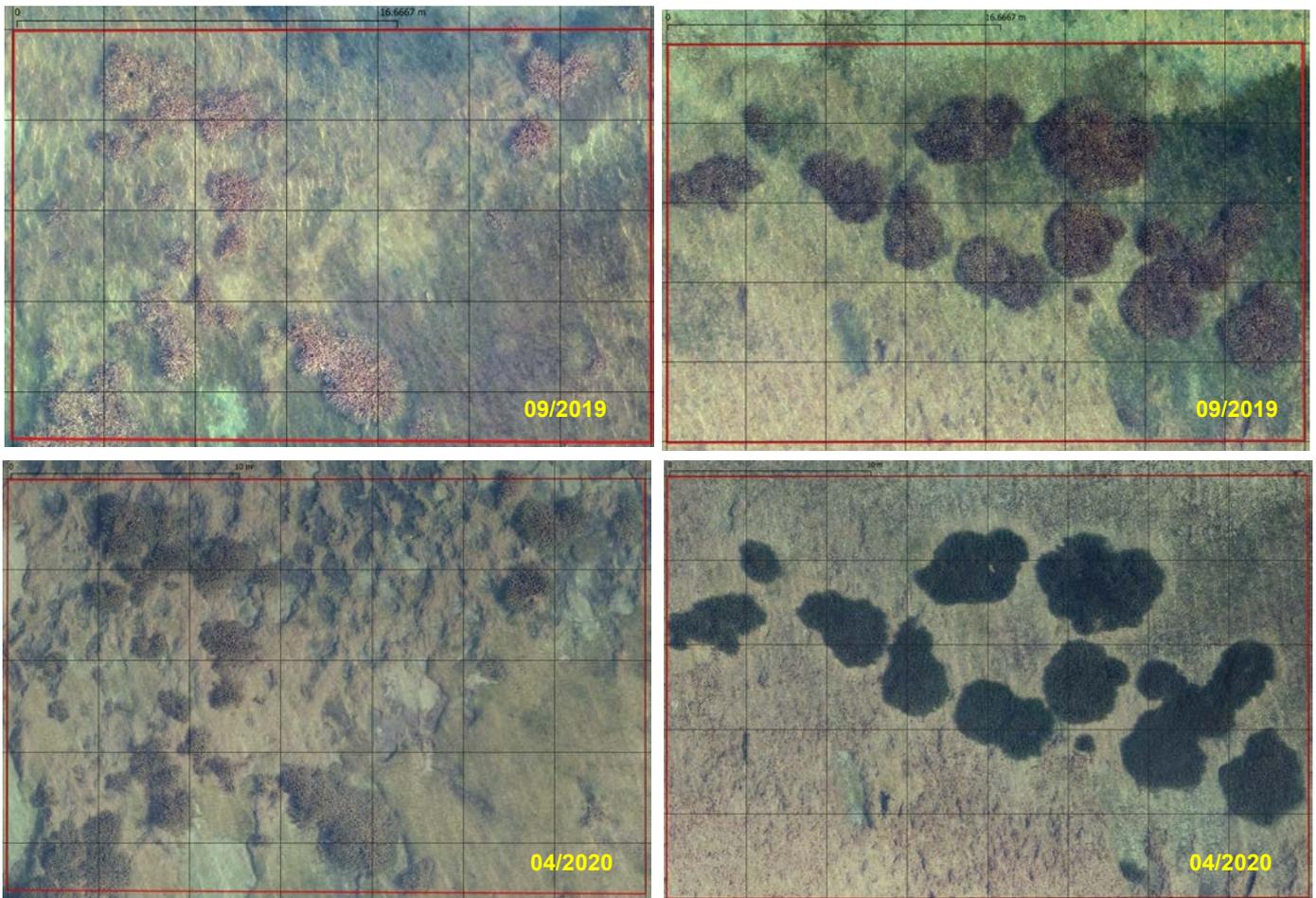


Figure 61 : Micro-secteurs Ouest et Est

En haut : Septembre 2019

En Bas : Avril 2020

Nous ne notons pas d'évolution de l'herbier de posidonies sur ces deux micro-secteurs.

V.5) Observations subaquatiques

Environ 355 photos géo-référencées ont été prises sur le secteur maritime en plongée, ainsi que 27 vidéos.

La figure ci-dessous présente l'ensemble des positions des vues sous-marines réalisées en plongée.

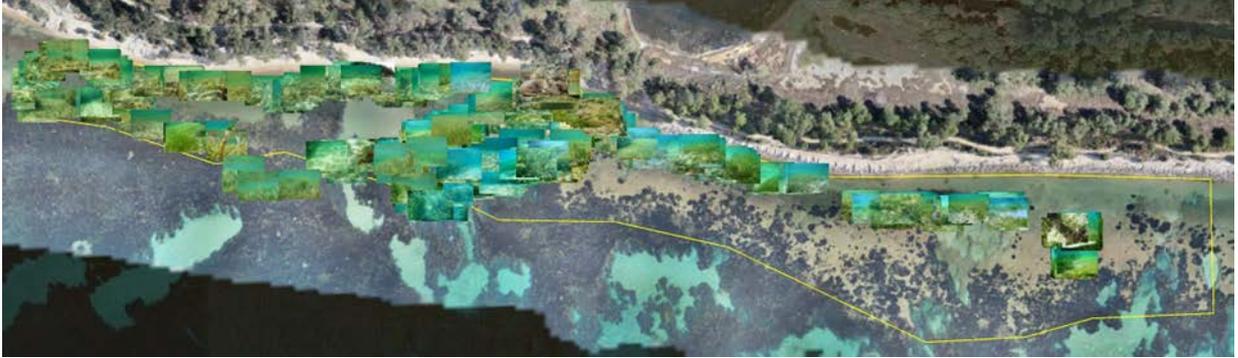


Figure 62 : Positions des vues sous-marines réalisées lors des explorations sur le terrain



Figure 63 : Atlas photographique : un clic sur la photo permet de l'observer



Figure 64 : Positions des vidéos sous-marines

V.6) Observations de la vitalité

Lieux des stations de suivi

Les lieux des stations de suivi de la vitalité des herbiers sont représentés sur la figure ci-dessous :



Figure 65 : Position des stations de mesures des paramètres de vitalité des herbiers

Les stations (en jaune) sont situés sur le récif barrière et sur un herbier dense de cymodocées

A droite: 2 stations de références situées hors de la zone d'impact des travaux

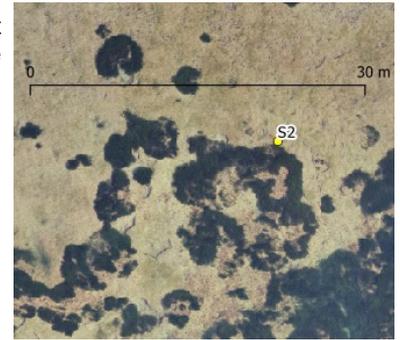
A gauche : 2 couples de 2 stations de vitalité au droit de la zone des travaux (récif et herbiers de cymodocées)

En rouge : 2 secteurs de suivi micro-surfacique de la distribution en taches de l'herbier de posidonies du lagon

Station S2

La station S2 est située sur l'herbier de posidonies dont la morphologie est fragmentée. Présence d'un herbier de cymodocées bordant l'herbier de posidonies.

S2	2019	2020
Densité moyenne de faisceaux par m ²	948	911
Densité (Giraud 1977)	Très dense	Très dense
Densité (Pergent Martini 1994)	Densité normale	Sub normale inf.
Pourcentage de rhizomes plagiotropes	30%	13%
Taux de recouvrement (%)	> 80%	> 80%
Type d'herbier	Récif	
Nature fond	Matte	
Etat santé/vitalité		



Station	S2
Lat	43° 6.772'N
Lon	6° 13.897'E
Profondeur (m)	< 1 m

Figure 66 : Résultats des mesures des paramètres de vitalité



Figure 67 : Station S2 : Photographies sous-marines illustratives. Inhomogénéité de l'herbier

Les écarts de densité observés sont faibles et non représentatifs de modifications importantes de la structure de l'herbier. Le code couleur change en raison de la proximité des valeurs mesurées de densité avec les seuils qui définissent les classes de densité. Notons d'autre part la non-homogénéité de l'herbier plus facilement observable en hiver quand les feuilles sont plus courtes.

En ce qui concerne l'écart observé sur le pourcentage de rhizomes plagiotropes, il est issu des mesures suivantes :

% Faisc.plagio			30%	13%
Nombre de		Lot1	4	2
plagiotropes		Lot2	3	1
sur 10		Lot3	2	1

Figure 68 : Station S2 : Mesure du pourcentage de rhizomes plagiotropes
(A gauche : 09/2019 - A droite : 04/2020)

L'écart observé peut venir du fait des périodes d'observation différentes (automne en 2019, printemps en 2020), ou de l'inhomogénéité et du morcellement de l'herbier de posidonies en ce lieu.

Notons toutefois que l'herbier montre une dynamique de croissance dans les 2 cas.

Station S4

La station S4 est située sur le récif barrière. La limite de l'herbier de posidonies est franche en ce lieu.

S4	2019	2020
Densité moyenne de faisceaux par m2	1007	963
Densité (Giraud 1977)	Très dense	Très dense
Densité (Pergent Martini 1994)	Densité normale	Densité normale
Pourcentage de rhizomes plagiotropes	0%	0%
Taux de recouvrement (%)	> 80%	> 80%
Type d'herbier	Récif affleurant	
Nature fond	Matte	
Etat santé/vitalité		



Station	S4
Lat	43° 6.814'N
Lon	6° 13.633'E
Profondeur (m)	< 1 m

Figure 69 : Résultats des mesures des paramètres de vitalité



Figure 70 : Station S4 : Photographies sous-marines illustrative

Observations de nombreux épiphytes. Pas d'évolution observée des paramètres.

Station S6

La station S6 est située sur le récif barrière.
La limite de l'herbier de posidonies est fragmentée en ce lieu.
Présence de *Caulerpa racemosa*.

S6	2019	2020
Densité moyenne de faisceaux par m2	970	941
Densité (Giraud 1977)	Très dense	Très dense
Densité (Pergent Martini 1994)	Densité normale	Densité normale
Pourcentage de rhizomes plagiotropes	0%	0%
Taux de recouvrement (%)	> 80%	> 80%
Type d'herbier	Récif affleurant	
Nature fond	Matte	
Etat santé/vitalité		



Station	S6
Lat	43° 6.823'N
Lon	6° 13.577'E
Profondeur (m)	< 1 m

Figure 71 : Résultats des mesures des paramètres de vitalité



Figure 72 : Station S6 : Photographies sous-marines illustratives

Observations de nombreux épiphytes. Pas d'évolution observée des paramètres.

Station S1

La station S1 est située sur le récif barrière, sur un herbier de cymodocées dense et continu.

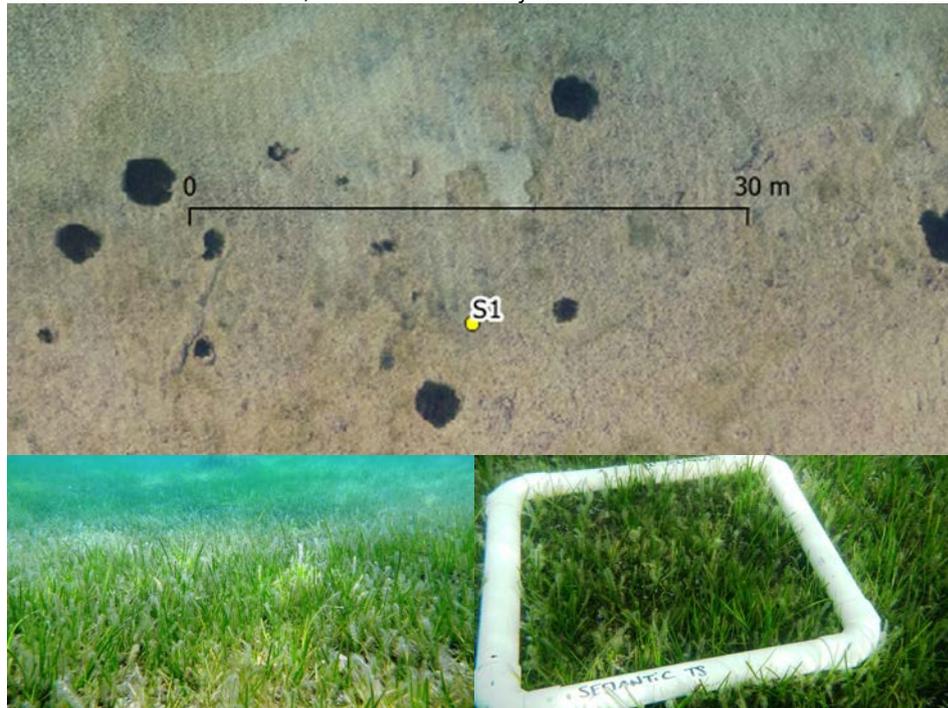


Figure 73 : Station S1 : En haut : Position de la station sur l'herbier.

En bas à gauche : Vue de l'herbier. A droite : quadrat 30 x 30

Longueur moyenne des feuilles : 10cm (Max 14 cm). Densité des faisceaux : Forte
Observations de nombreux épiphytes.

Station S3

La station S3 est située sur le récif barrière, sur un herbier de cymodocées très dense et continu.

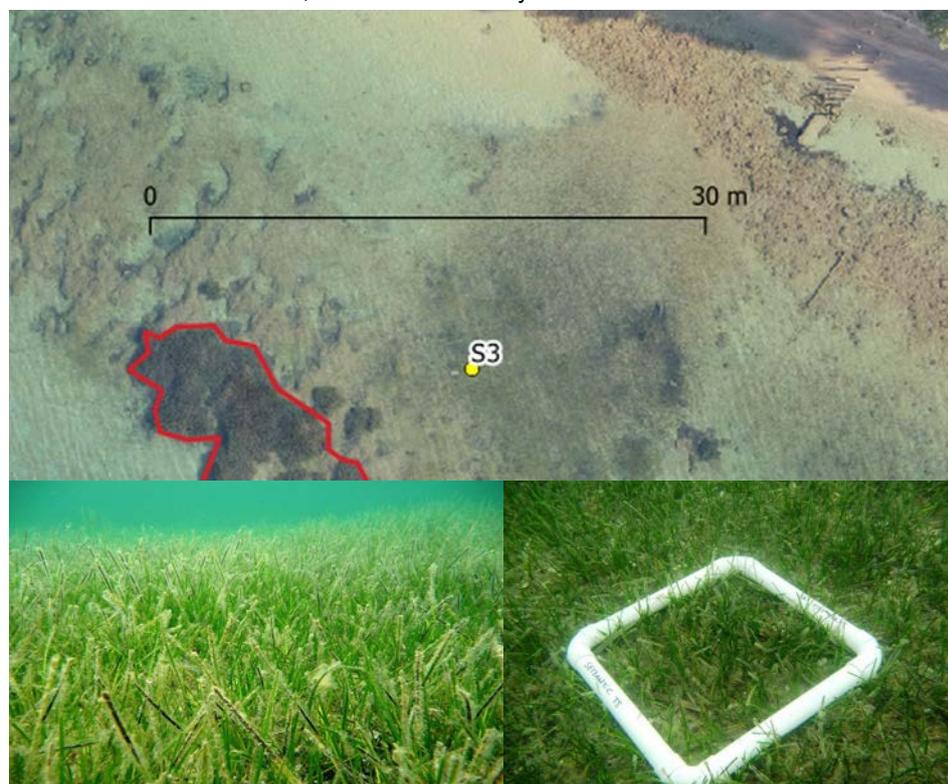


Figure 74 : Station S3 : En haut : Position de la station sur l'herbier.

En bas à gauche : Vue de l'herbier. A droite : quadrat 30 x 30

Longueur moyenne des feuilles : 12 cm (Max 18 cm) Densité des faisceaux : forte
Observations de nombreux épiphytes.

Station S5

La station S5 est située sur le récif barrière, sur un herbier de cymodocées peu dense et continu.

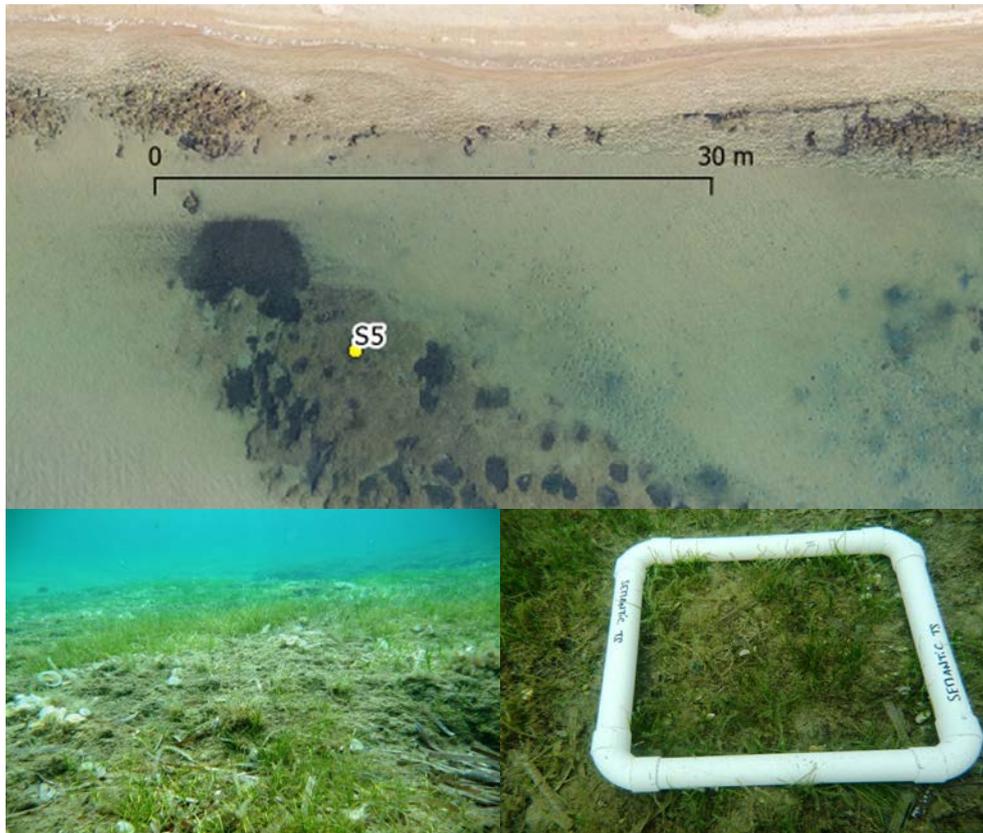


Figure 75 : Station S5 : En haut : Position de la station sur l'herbier.

En bas à gauche : Vue de l'herbier. A droite : quadrat 30 x 30

Longueur moyenne des feuilles : 5 cm. (Max 9 cm). Densité des faisceaux : Très faible

Espèces associées observées

Espèces de vertébrés observées

Famille	Nom Commun	Genre espèce
Gobiidae	Gobie à bouche rouge	<i>Gobius cruentatus</i>
Labridae	Sublet	<i>Symphodus rostratus</i>
	Crénilabre méditerranéen	<i>Symphodus mediterraneus</i>
	Girelle	<i>Coris julis</i>
Moronidae	Loup	<i>Dicentrarchus labrax</i>
Mullidae	Rouget de vase	<i>Mullus barbatus</i>
Mugilidae	Mulet lippu	<i>Chelon labrossus</i>
Pomacentridae	Castagnole	<i>Chromis chromis</i>
Serranidae	Serran écriture	<i>Serranus scriba</i>
	Serran chevrette	<i>Serranus cabrilla</i>
Sparidae	Saupe	<i>Sarpa salpa</i>
	Sar à tête noire	<i>Diplodus vulgaris</i>
	Sar commun	<i>Diplodus sargus</i>
Tripterygiidae	Triptérygion rouge	<i>Tripterygion tripteronotus</i>

Très nombreux alevins observés dans le lagon contre le récif et sur le récifs.

Nombreux loups observés sur le récifs.

Autres espèces observées (Nom commun)

- Holothurie
- Etoile de mer
- Anémone, cérianthe
- Acétabulaire, padine
- Algue invasive *Caulerpa racemosa* (Quelques pousses éparées et très rares)

Aucune grande nacre (*Pinna nobilis*) vivante n'a été observée.



Figure 76 : En haut : Banc d'athérines
 En bas : Padines & *Caulerpa racemosa* (rares pousses)– Loup – Anémone - Acétabulaires



Figure 77 : Lagon & Récif barrière : quelques paysages

V.7) Autres observations

En sus des lieux des 6 stations de suivi qu'il était prévu d'explorer à nouveau, des observations ont été réalisées sur les lieux mis en évidence par la comparaison des mosaïques de septembre 2019 et d'avril 2020, en particulier le long du linéaire de référence, ou pour comprendre les motifs observés sur la mosaïque. Toutes les observations sont compilées dans l'atlas photographique.

Les figures ci-après présentent quelques phénomènes particuliers observés.



Figure 78 : Motifs observés sur l'orthophotographie : alternance de bande de vase indurée et de litière de posidonies



Figure 79 : Observations de cymodocées arrachées (en amont des travaux de désenrochement)



Figure 80 : Observations d'un bloc de cymodocées fendu (Paroi du récif barrière, côté lagon)

V.8) Conclusions de la Mission 2

La comparaison des orthomosaïques met en évidence la résolution accrue des images acquises avec le drone aérien et le meilleur contraste de l'image acquise lors de cette seconde mission en avril 2020. Ceci est dû au fait que les feuilles de posidonies sont bien vertes et moins longues en hiver et ne sont pas desséchées comme après l'été. D'autre part, la résolution de l'image de 2020 est meilleure en raison de conditions de météo exceptionnelles du 10 avril 2020 et de l'absence de perturbations du plan d'eau (pas trafic maritime).

Le contrôle du géoréférencement des orthomosaïques a été réalisé par repérage d'objets sur le fond et contrôlé sur l'intégralité de la zone du secteur d'étude.

L'analyse comparée des orthophotographies UHR prises en septembre 2019 et en avril 2020 ne met pas en évidence de modification de la limite supérieure de l'herbier de posidonies. La mosaïque d'avril 2020, plus contrastée et de meilleure résolution, a par contre permis d'affiner le linéaire de référence, celui-ci ayant mal été estimé à partir de la mosaïque de septembre 2019 en raison de la présence d'une litière trop abondante (feuilles mortes de posidonies posées sur le fond)

Nous ne notons pas non plus d'évolution de la répartition surfacique de l'herbier de posidonies sur les deux micro-secteurs de suivi.

Des observations et les mesures des paramètres de la vitalité des herbiers ont été réalisées sur les 6 stations de suivi. Les observations et les grandeurs mesurées ne mettent pas en évidence de modifications significatives de la vitalité de l'herbier.

Les écarts de densité observés sont faibles et non représentatifs de modifications importantes de la structure de l'herbier. Le code couleur change en raison de la proximité des valeurs mesurées de densité avec les seuils qui définissent les classes de densité. Notons d'autre part la non-homogénéité de l'herbier plus facilement observable en hiver quand les feuilles sont plus courtes et plus vertes.

On observe en chacune des stations, de nombreux épiphytes sur les feuilles de posidonies et de cymodocées.

Enfin nous avons observé à proximité du récif barrière, en quantités bien plus importantes qu'en septembre, des bancs d'alevins de toutes tailles. De plus nous avons observé quelques dizaines de loups, que nous n'avions pas aperçus en septembre 2019.

V.9) Bon de livraison B/20/040/CN

Les données suivantes sont fournies :

Dossier QGIS

LTR 3,4

SCR EPSG:2154 - RGF93 / Lambert-93

Contenant :

- ✓ RASTERS
 - ✓ 2020_04 Orthophotographie de la zone mesurée (Résolution 1 cm)
 - ✓ 2020_04 Orthophotographie de la zone mesurée (Résolution 5 cm)
 - ✓ 2020_04 Orthophotographie de la zone mesurée (Résolution 10 cm)
 - ✓ 2019_09 Orthophotographie de la zone mesurée (Résolution 1 cm)
 - ✓ 2019_09 Orthophotographie de la zone mesurée (Résolution 10 cm)
 - ✓ Orthophoto BD Ortho 2017 (Résolution 20 cm)
- ✓ SHAPEFILE
 - ✓ 2020_04_Linéaire de référence pour le suivi de l'herbier de posidonies
 - ✓ 2019_09_Linéaire de référence pour le suivi de l'herbier de posidonies
 - ✓ Contour des 2 micro-secteurs surfaciques
 - ✓ Positions des 6 stations de suivi de la vitalité des herbiers

Dossier GOOGLE EARTH

Données Mission 1 (septembre 2019) :

Atlas photographique :

- ✓ basse résolution des vues sous-marines géo-référencées **2020_05_VT_APN.kmz**
- ✓ des photos extraites des vidéos **2020_05_VT_VIDEO_Lieux.kmz**

Orthophotographies de la zone mesurée

- ✓ Résolution 5 cm **L93_Orthomosaique_2020_5cm.kmz**
- ✓ Résolution 10 cm **L93_Orthomosaique_2020_10cm.kmz**
- ✓ Positions des stations de suivi **2019_09_Station.kml**
- ✓ Limite de la zone **Limite zone.kml**

Données historiques

Atlas photographique :

- ✓ basse résolution des vues sous-marines géo-référencées **2017_09_VT_APN.kmz**
- ✓ des photos extraites des vidéos **2017_09_VT_VIDEO.kmz**
- ✓ des observations **de terrain** **2017_09_Observations**

Linéaire de suivi de référence

Linéaire de suivi 2019

2020_04_LineaireSuiviHerbier.kml
2019_09_Lineaire_Suivi_Herbier.kmz

PDF

- ✓ Rapport Mission 1 & 2 au format PDF

R_20_032_CN_Rapport_Mission2_V2.PDF

VIDEO

- ✓ Vidéos sous-marines (Vignettes géoréférencées)

VI. RÉSULTATS DE LA MISSION N°3 : SEPTEMBRE 2020

VI.1) Compte rendu de la mission

Les démarches de demande d'autorisations de vol ont été déposées auprès de la préfecture, de la DGA et de la BAN de Hyères (militaire). L'autorisation de vol a été obtenue pour le 05/09/2020.

La répartition des travaux réalisés sur les dates d'intervention est la suivante :

- Vendredi 04/09/2020: Trajet vers le site et déploiement sur zone. Installation de la base GPS. Calage de la base. Mise à l'eau du navire. Relevés VT en mer. Sortie du navire. Démobilisation. Trajet retour.
- Samedi 05/09/2020 : Mobilisation : Trajet vers le site et déploiement sur zone. Installation de la base GPS. Installation des cibles à terre, Vol du drone, mesures des positions des cibles en terre, enlever des cibles. Trajet retour.

Les figures qui suivent illustrent les travaux réalisés au cours de la mission N°3 :

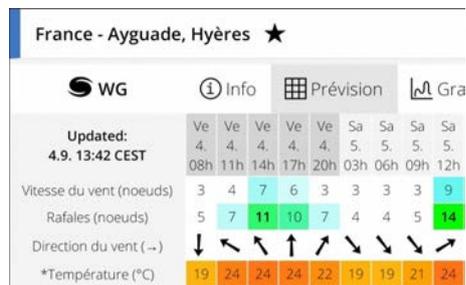


Figure 81 : Conditions météorologiques le 04/09/2020 et le 05/09/2020



Figure 82 : A gauche : Installation et calage de la base GPS & Etat de mer le 04/09/2020
 Puis : Des cibles ont été déposées (en terre) et enlevées à la fin de la mission.
 Le modèle du drone utilisé est Phantom 4 RTK. Etat de mer le 05/09/2020

VI.2) Résultats de l'orthophotographie de septembre 2020

L'orthophotographie réalisée est présentée dans son intégralité sur la figure ci-dessous en comparaison avec l'orthophotographie IGN datant de 2017.

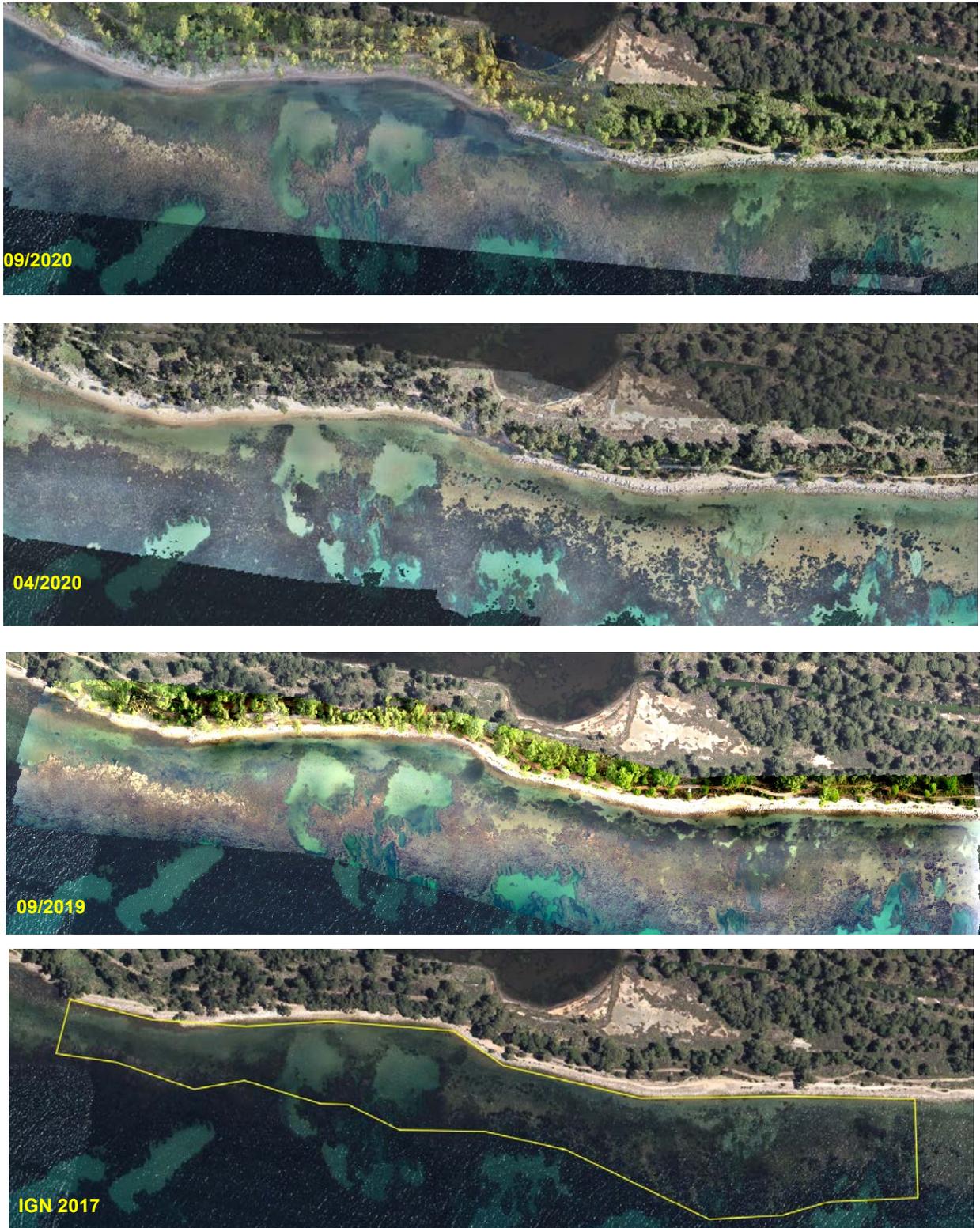


Figure 83 : Comparaison des quatre orthophotographies sur l'ensemble du secteur d'étude
 Orthophotographie réalisée le 05/09/2020 (Mission 3) de résolution 1 cm (UHR)
 Orthophotographie réalisée le 10/04/2020 (Mission 2) de résolution 1 cm (UHR)
 Orthophotographie réalisée en septembre 2019 (Mission 1) de résolution 1 cm (UHR)
 superposées à l'orthophotographie IGN datant de 2017
 Orthophotographie IGN 2017 de résolution 20 cm (THR) et zone d'étude en jaune

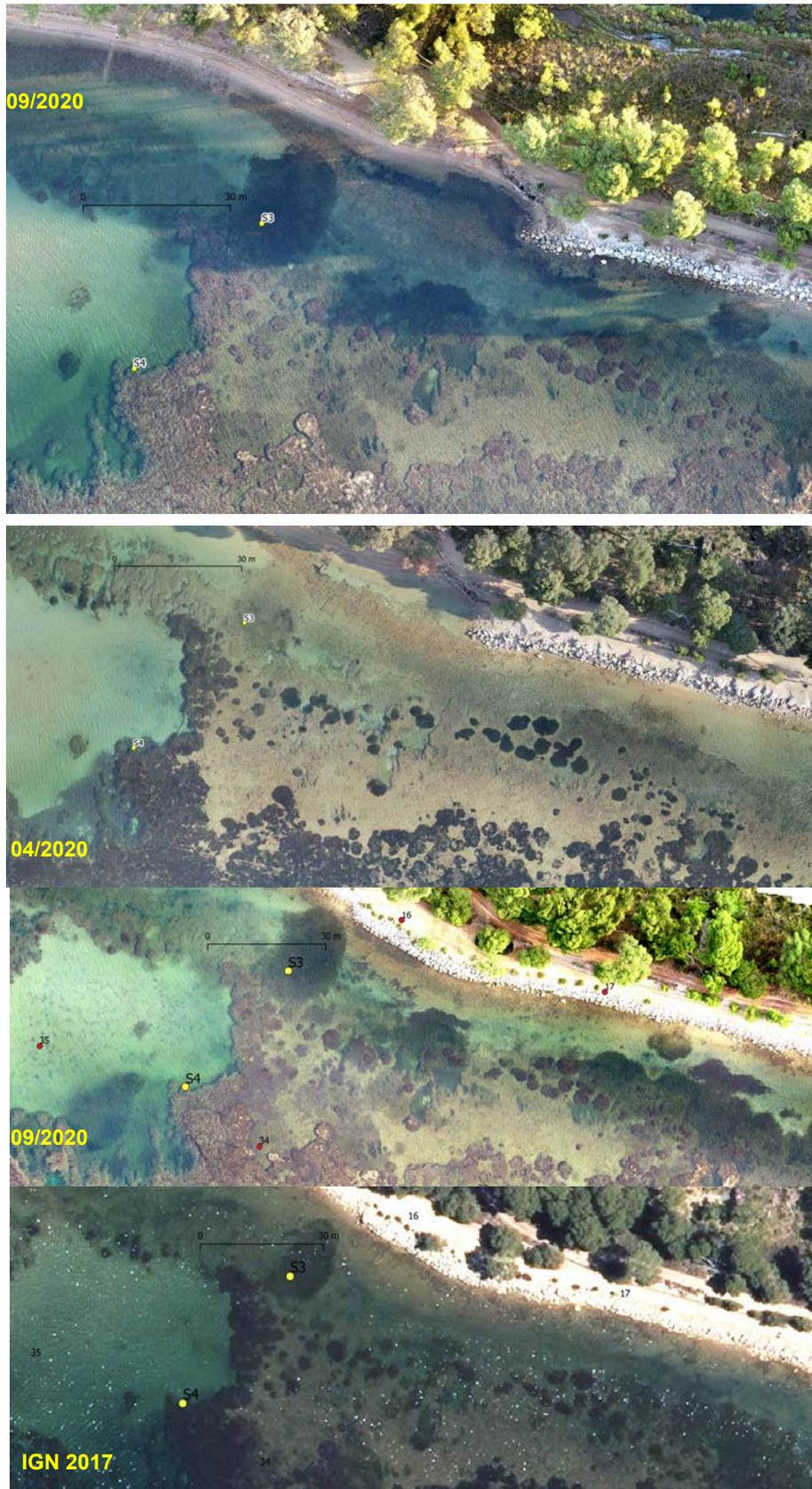


Figure 84 : Comparaison d'extraits des 4 orthophotographies : de haut en bas : Orthophotographie de résolution 1 cm (UHR) du 05/09/2020 (Mission 3), du 10/04/2020 (Mission 2), de septembre 2019 (Mission 1) Orthophotographie IGN 2017 de résolution 20 cm (THR)

La comparaison des orthomosaïques met en évidence la résolution accrue des images acquises avec le drone aérien. Les feuilles de posidonies sont bien vertes en hiver et ne sont pas desséchées comme après l'été.

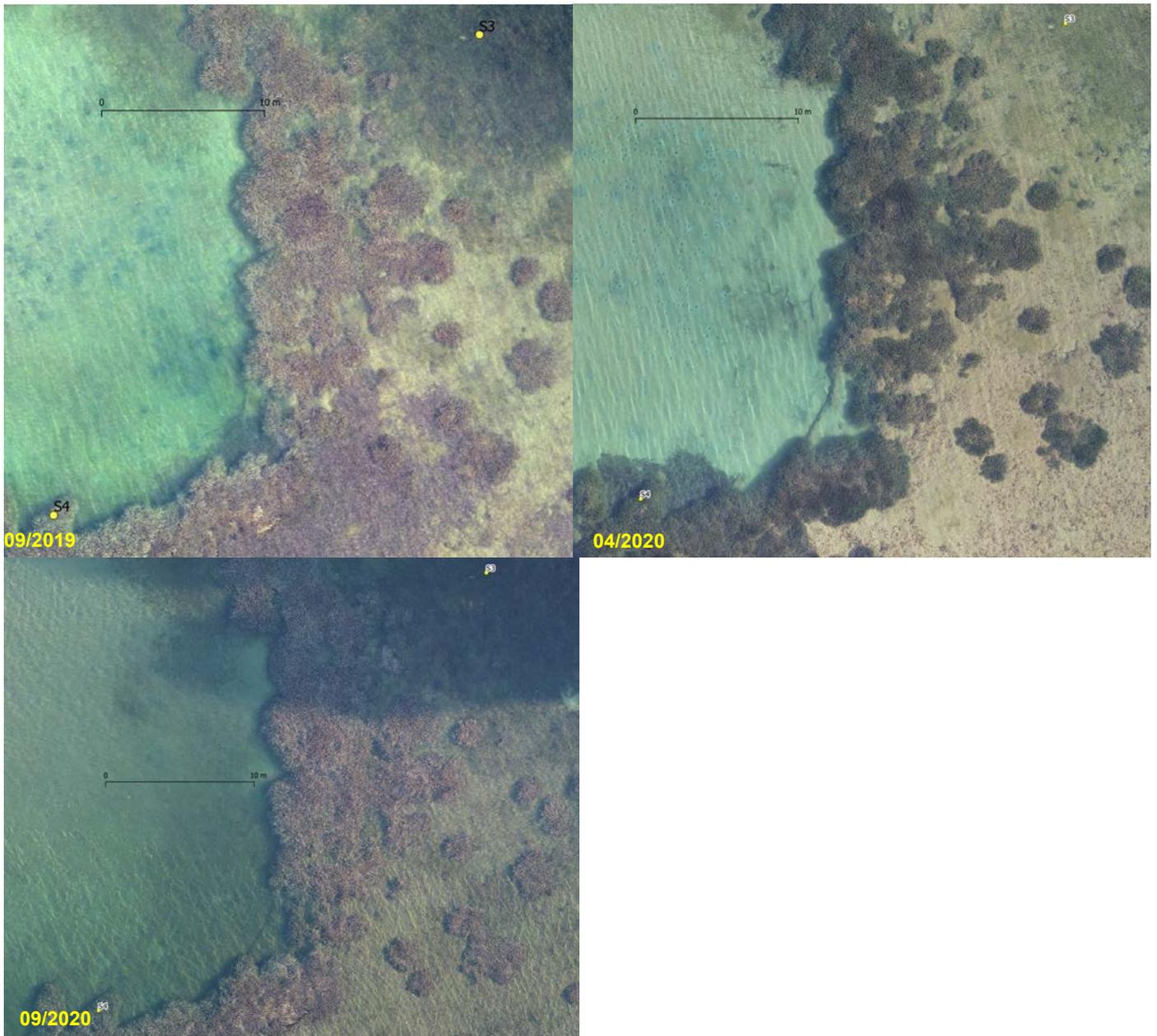


Figure 85 : Comparaison d'extraits des 4 orthophotographies

En haut en bas et de gauche à droite :

Orthophotographie réalisée en septembre 2019 (Mission 1) de résolution 1 cm (UHR)

Orthophotographie réalisée le 10/04/2020 (Mission 2) de résolution 1 cm (UHR)

Orthophotographie réalisée le 05/09/2020 (Mission 3) de résolution 1 cm (UHR)

Le contrôle du géoréférencement des orthomosaiques a été réalisé par repérage d'objets sur le fond et contrôlé sur l'intégralité de la zone du secteur d'étude, par comparaison avec les mosaïques de sept 2019 et d'avril 2020.

VI.3) Suivi de la distribution spatiale de l'herbier de posidonies

La figure suivante présente la position du linéaire de référence pour le suivi ainsi que celles des deux micro-secteurs de suivi définis pour le suivi de l'herbier en taches du lagon.



Figure 86 : En noir : linéaire de référence pour le suivi de la limite de l'herbier
En rouge : Les deux micro-secteurs de suivi pour l'herbier en patches du lagon

L'analyse comparée des orthophotos UHR prises en septembre 2019, en avril 2020 et en septembre 2020 ne met pas en évidence de modification de la limite supérieure de l'herbier de posidonies.

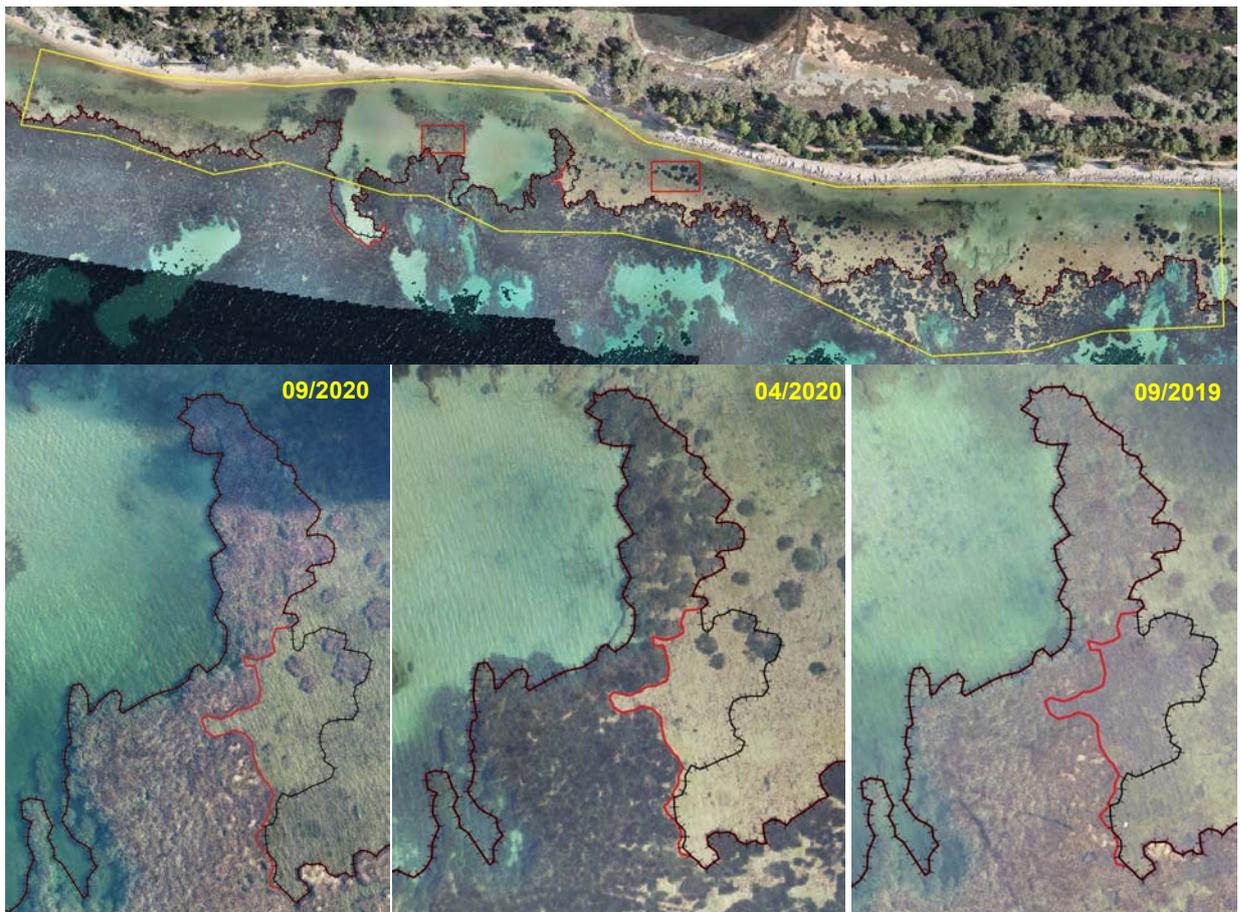


Figure 87 : Linéaire de référence
pour le suivi de la limite de l'herbier de posidonies
En noir : Défini en 09/2019
En rouge : linéaire de référence rectifié en 2020

La figure suivante présente les extraits des orthophotos UHR relatifs aux deux micro-secteurs de suivi.

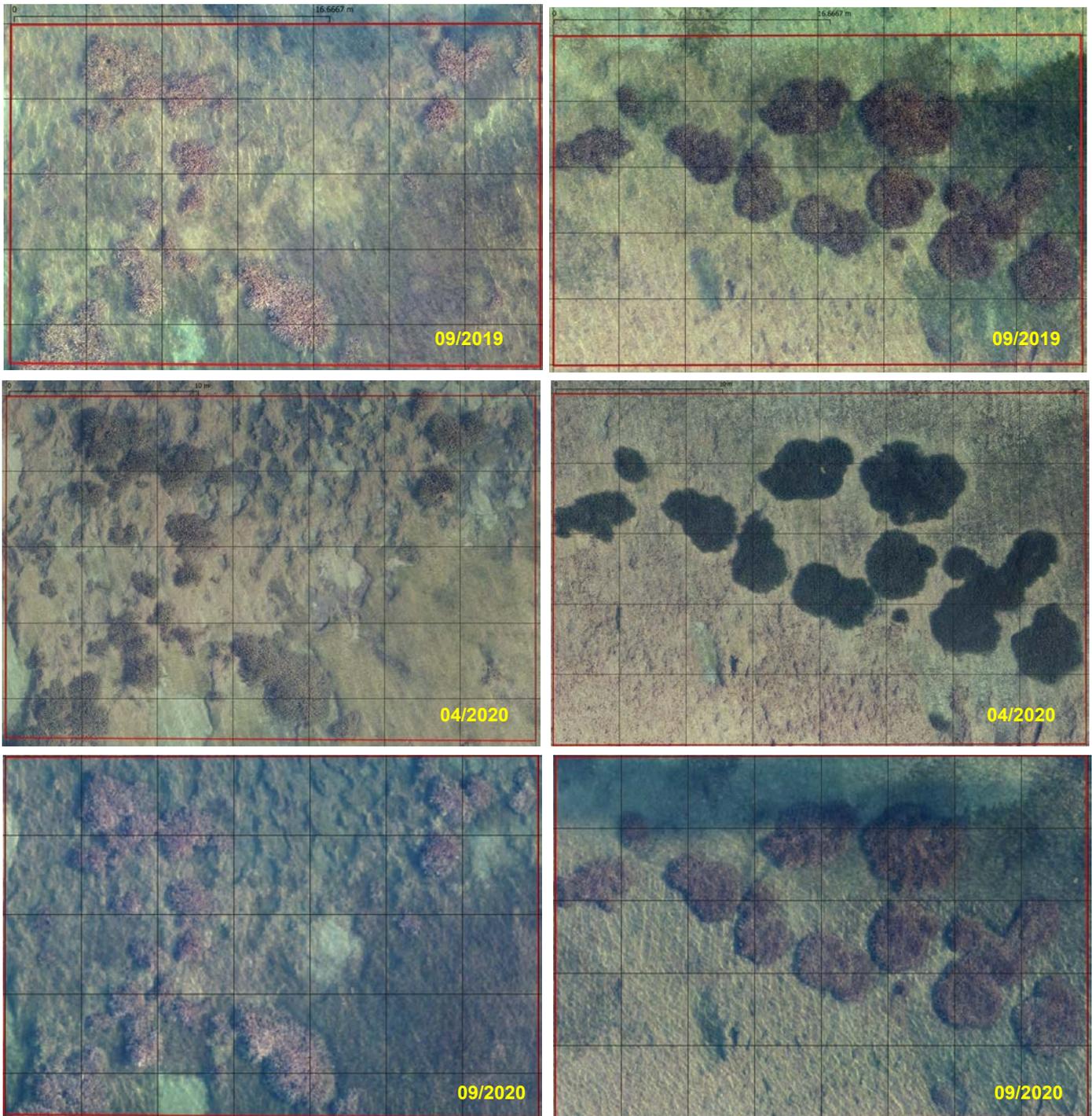


Figure 88 : Micro-secteurs Ouest et Est
 En haut en bas : Septembre 2019 - Avril 2020 - Septembre 2020

Nous ne notons pas d'évolution de l'herbier de posidonies sur ces deux micro-secteurs.

VI.4) Observations subaquatiques

Environ 265 photos géo-référencées ont été prises sur le secteur maritime en plongée, ainsi que 6 vidéos.

La figure ci-dessous présente l'ensemble des positions des vues sous-marines réalisées en plongée.



Figure 89 : Positions des vues sous-marines réalisées lors des explorations sur le terrain

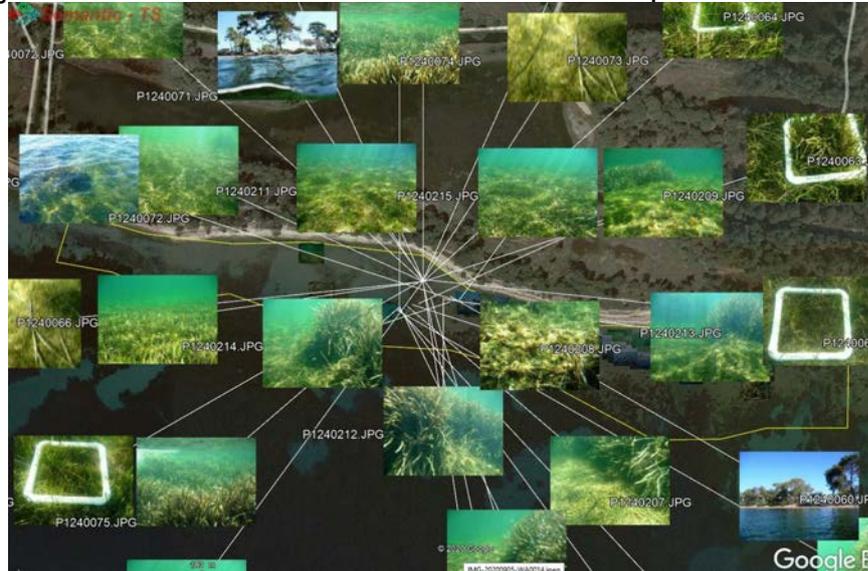


Figure 90 : Atlas photographique : un clic sur la photo permet de l'observer

VI.5) Observations de la vitalité

Lieux des stations de suivi

Les lieux des stations de suivi de la vitalité des herbiers sont représentés sur la figure ci-dessous :



Figure 91 : Position des stations de mesures des paramètres de vitalité des herbiers

Les stations (en jaune) sont situés sur le récif barrière et sur un herbier dense de cymodocées

A droite : 2 stations de références situées hors de la zone d'impact des travaux

A gauche : 2 couples de 2 stations de vitalité au droit de la zone des travaux (récif et herbiers de cymodocées)

En rouge : 2 secteurs de suivi micro-surfacique de la distribution en taches de l'herbier de posidonies du lagon

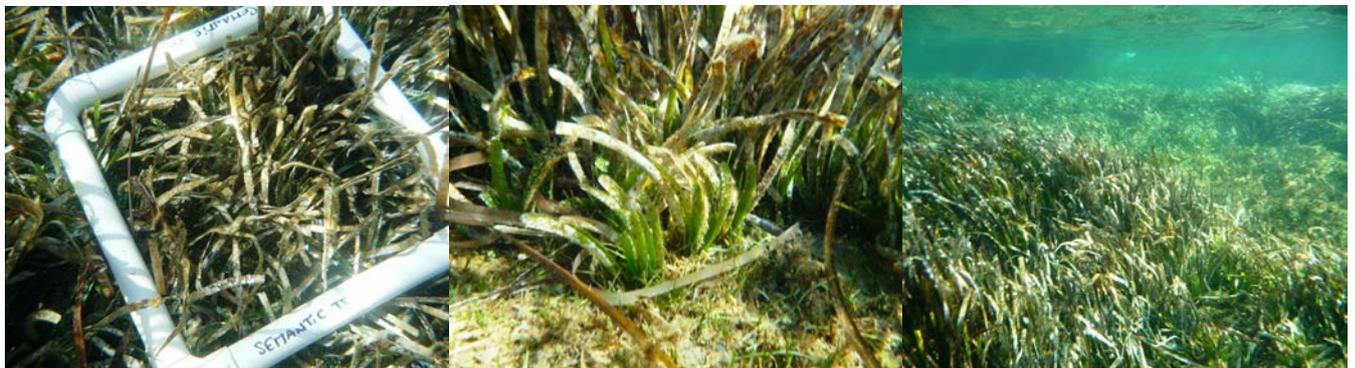
Station S2

La station S2 est située sur l'herbier de posidonies dont la morphologie est fragmentée. Présence d'un herbier de cymodocées bordant l'herbier de posidonies.

S2	2019_09	2020_04	2020_09
Densité moyenne de faisceaux par m2	948	911	974
Densité (Giraud 1977)	Très dense	Très dense	Très dense
Densité (Pergent Martini 1994)	Densité normale	Sub normale inf.	Densité normale
Pourcentage de rhizomes plagiotropes	30%	13%	27%
Taux de recouvrement (%)	> 80%	> 80%	> 80%
Type d'herbier	Récif		
Nature fond	Matte		
Etat santé/vitalité			

Figure 92 : Résultats des mesures des paramètres de vitalité


Station	S2
Lat	43° 6.772'N
Lon	6° 13.897'E
Profondeur (m)	< 1 m


Figure 93 : Station S2 : Photographies sous-marines illustratives. Rhizomes plagiotropes. Inhomogénéité de l'herbier

Les écarts de densité observés sont faibles et non représentatifs de modifications importantes de la structure de l'herbier. Notons d'autre part la non-homogénéité de l'herbier, dont les feuilles sont fortement broutées.

Le pourcentage de rhizomes plagiotropes observé est issu des mesures suivantes :

		2019_09	2020_04	2020_09
% Faisc.plagio		30%	13%	27%
Nombre de plagiotropes sur 10	Lot1	4	2	3
	Lot2	3	1	4
	Lot3	2	1	1

Figure 94 : Station S2 : Mesure du pourcentage de rhizomes plagiotropes

Les écarts de pourcentage de rhizomes plagiotropes observés sont faibles et non représentatifs de modifications importantes de la structure de l'herbier.

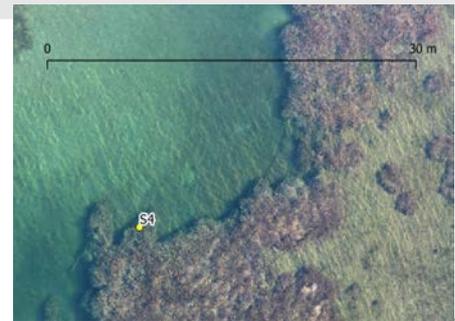
Le code couleur change en raison de la proximité des valeurs mesurées avec les seuils qui définissent les classes de densité et de pourcentage de rhizomes plagiotropes.

Les observations et les grandeurs mesurées ne mettent pas en évidence de modifications significatives de la vitalité de l'herbier.

Station S4

La station S4 est située sur le récif barrière. La limite de l'herbier de posidonies est franche en ce lieu.

S4	2019_09	2020_04	2020_09
Densité moyenne de faisceaux par m2	1007	963	959
Densité (Giraud 1977)	Très dense	Très dense	Très dense
Densité (Pergent Martini 1994)	Densité normale	Densité normale	Densité normale
Pourcentage de rhizomes plagiotropes	0%	0%	0%
Taux de recouvrement (%)	> 80%	> 80%	> 80%
Type d'herbier	Récif affleurant		
Nature fond	Matte		
Etat santé/vitalité			



Station	S4
Lat	43° 6.814'N
Lon	6° 13.633'E
Profondeur (m)	< 1 m

Figure 95 : Résultats des mesures des paramètres de vitalité

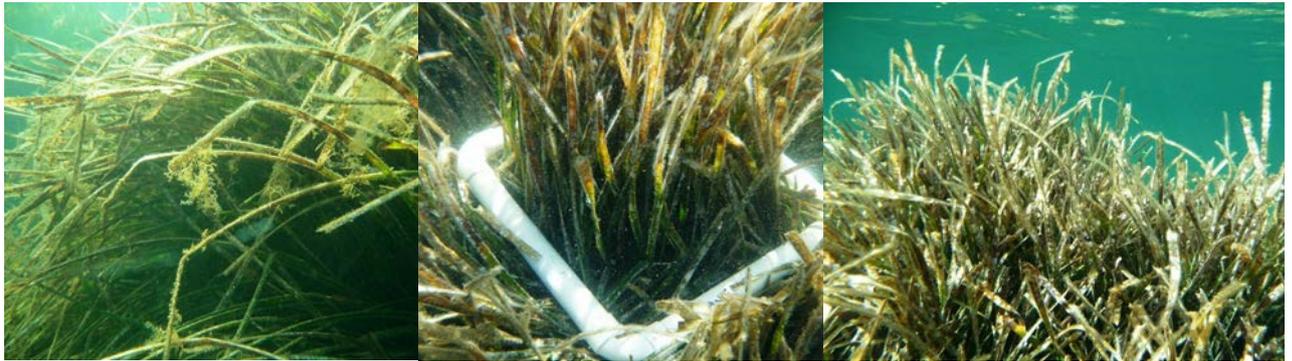


Figure 96 : Station S4 : Photographies sous-marines illustrative

Observations de très nombreux épiphytes. Pas d'évolution observée des paramètres. Forte présence de *Caulerpa racemosa*.

Station S6

La station S6 est située sur le récif barrière. La limite de l'herbier de posidonies est fragmentée en ce lieu. Forte présence de *Caulerpa racemosa*.

S6	2019_09	2020_04	2020_09
Densité moyenne de faisceaux par m2	970	941	1007
Densité (Giraud 1977)	Très dense	Très dense	Très dense
Densité (Pergent Martini 1994)	Densité normale	Densité normale	Densité normale
Pourcentage de rhizomes plagiotropes	0%	0%	0%
Taux de recouvrement (%)	> 80%	> 80%	> 80%
Type d'herbier	Récif affleurant		
Nature fond	Matte		
Etat santé/vitalité			



Station	S6
Lat	43° 6.823'N
Lon	6° 13.577'E
Profondeur (m)	< 1 m

Figure 97 : Résultats des mesures des paramètres de vitalité



Figure 98 : Station S6 : Photographies sous-marines illustratives. A droite : *Caulerpa racemosa*

Observations de nombreux épiphytes. Pas d'évolution observée des paramètres.

Station S1

La station S1 est située sur le récif barrière, sur un herbier de cymodocées dense et continu.

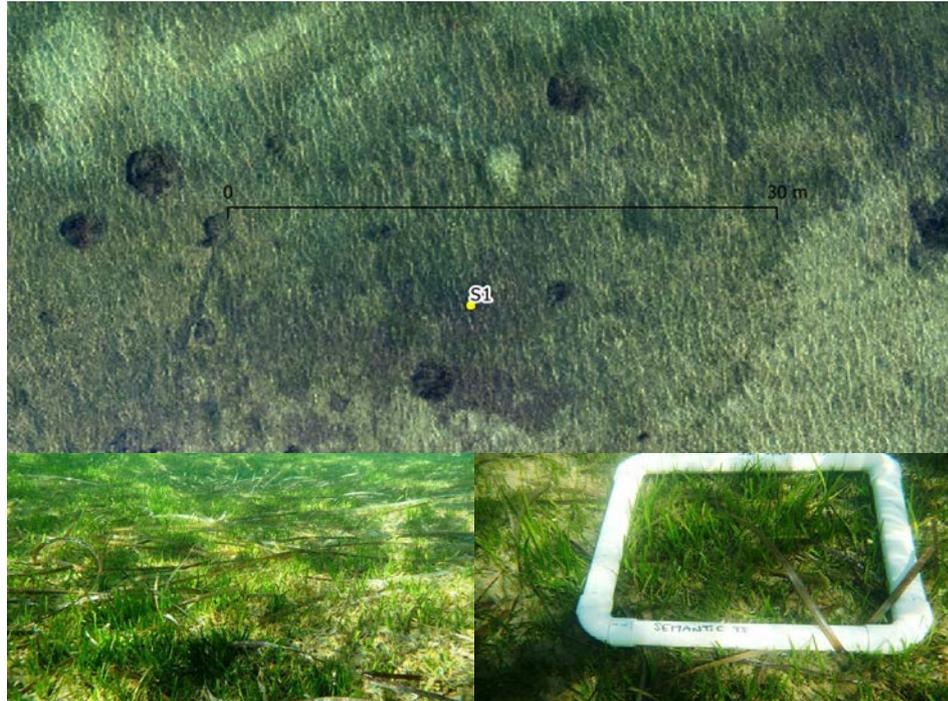


Figure 99 : Station S1 : En haut : Position de la station sur l'herbier.

En bas à gauche : Vue de l'herbier. A droite : quadrat 30 x 30

Herbier non homogène . 2 types de longueur moyenne des feuilles : 7 à 9 cm (ou ras, 3 à 4 cm). Densité des faisceaux : forte. Peu d'épiphytes. Herbier brouté.

Station S3

La station S3 est située sur le récif barrière, sur un herbier de cymodocées très dense et continu.

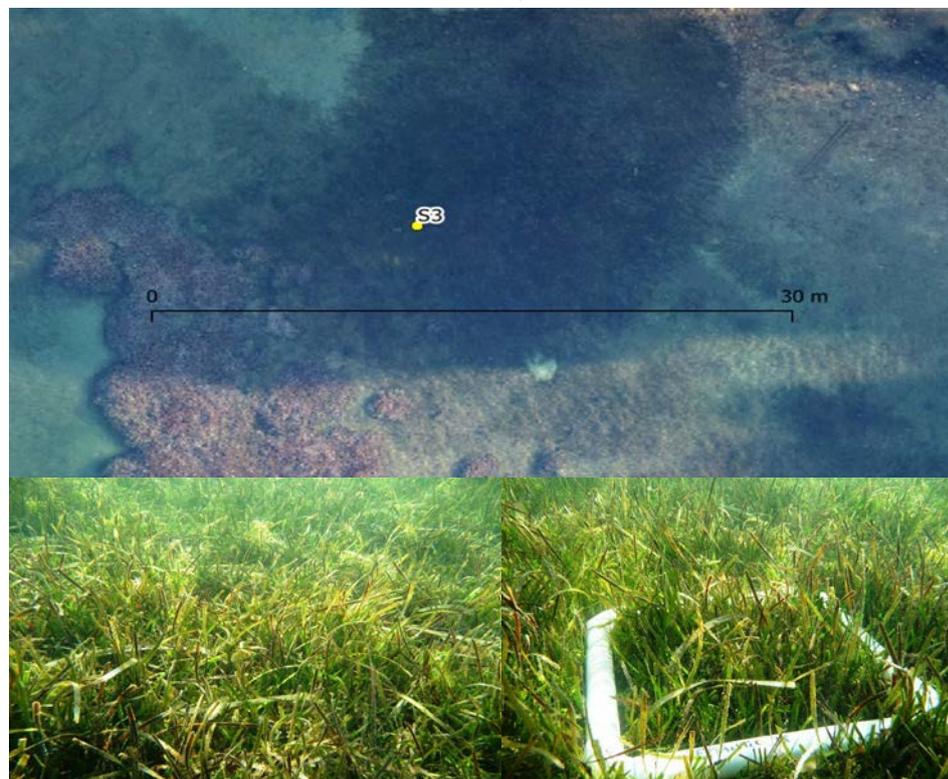


Figure 100 : Station S3 : En haut : Position de la station sur l'herbier.

En bas à gauche : Vue de l'herbier. A droite : quadrat 30 x 30

Herbier hétérogène. Longueur moyenne des feuilles : de 4 cm à 27 cm. Densité des faisceaux : forte
Herbier fortement brouté.

Station S5

La station S5 est située sur le récif barrière, sur un herbier de cymodocées peu dense et continu.

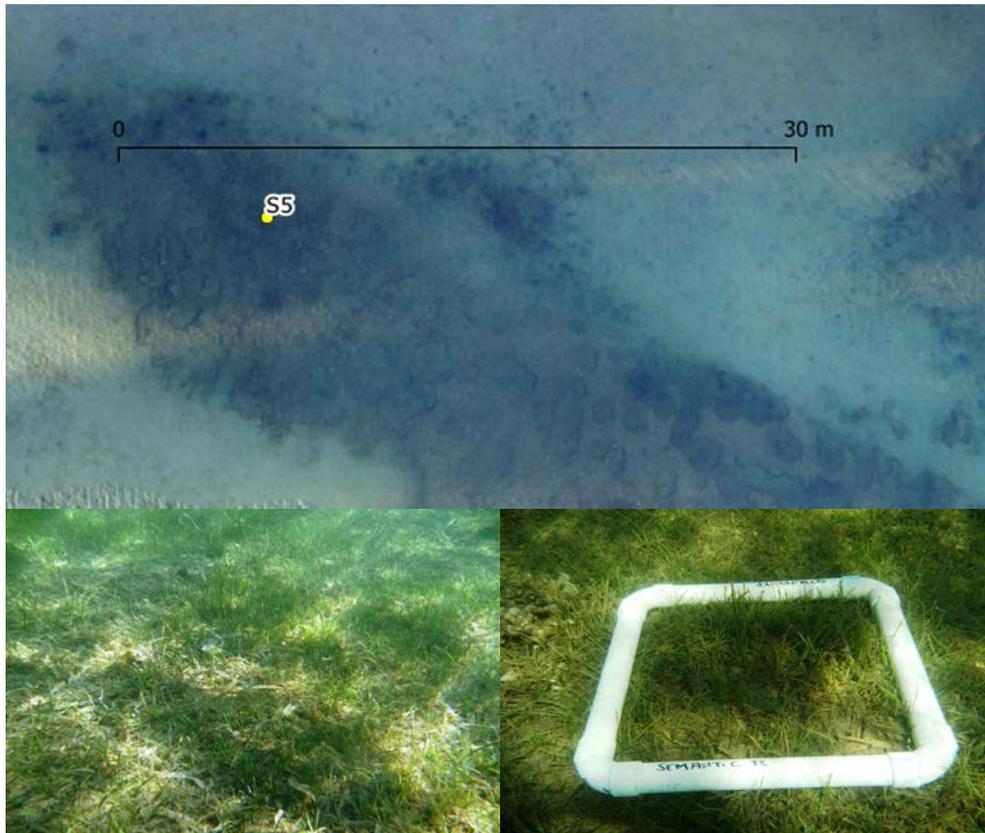


Figure 101 : Station S5 : En haut : Position de la station sur l'herbier.

En bas à gauche : Vue de l'herbier. A droite : quadrat 30 x 30

Longueur moyenne des feuilles : 10 cm.

Densité des faisceaux : Faible

Espèces associées observées

Espèces de vertébrés observées

Famille	Nom Commun	Genre espèce
<i>Atherinidae</i>	Athérine	<i>Atherina sp.</i>
<i>Labridae</i>	Sublet	<i>Symphodus rostratus</i>
	Crénilabre méditerranéen	<i>Symphodus mediterraneus</i>
	Crénilabre tanche	<i>Symphodus tinca</i>
	Girelle	<i>Coris julis</i>
<i>Moronidae</i>	Loup (Plusieurs isolés - Passe)	<i>Dicentrarchus labrax</i>
<i>Mullidae</i>	Rouget de vase	<i>Mullus barbatus</i>
<i>Pomacentridae</i>	Castagnole	<i>Chromis chromis</i>
<i>Serranidae</i>	Serran écriture	<i>Serranus scriba</i>
	Serran chevrette	<i>Serranus cabrilla</i>
<i>Sparidae</i>	Saupe	<i>Sarpa salpa</i>
	Dorade (banc 10 adultes - Lagon)	<i>Sparus aurata</i>
	Sparaillon	<i>Diplodus annularis</i>
	Sar commun (banc #20 adultes - Récif)	<i>Diplodus sargus</i>
<i>Tripterygiidae</i>	Triptérygion rouge	<i>Tripterygion tripteronotus</i>

Très nombreux alevins observés dans le lagon contre le récif et sur le récif.

Plusieurs loups solitaires observés sur le récif.

Autres espèces observées (Nom commun)

- Holothurie
- Etoile de mer
- Eponge jaune (*Aplysina*)
- Anémone, cérianthe
- Acétabulaire, padine
- Algue invasive *Caulerpa racemosa*

Aucune grande nacre (*Pinna nobilis*) vivante n'a été observée.



Figure 102 : Eponge jaune (*Aplysina*) – Padines - Dorade – Caulerpe (*Caulerpa racemosa*)



Figure 103 : Nombreux alevins
En haut : Récif - En bas : Lagon

VI.6) Autres observations

En sus des lieux des 6 stations de suivi qu'il était prévu d'explorer à nouveau, des observations ont été réalisées sur les lieux pour lesquels des accumulations importantes avaient été observés en avril 2020 (à proximité du point A, localisé entre S6 et S4, et présenté sur la figure ci-contre)



Figure 104 : Observations d'un bloc de cymodocées fendu (Paroi du récif barrière, coté lagon) – Avril 2020

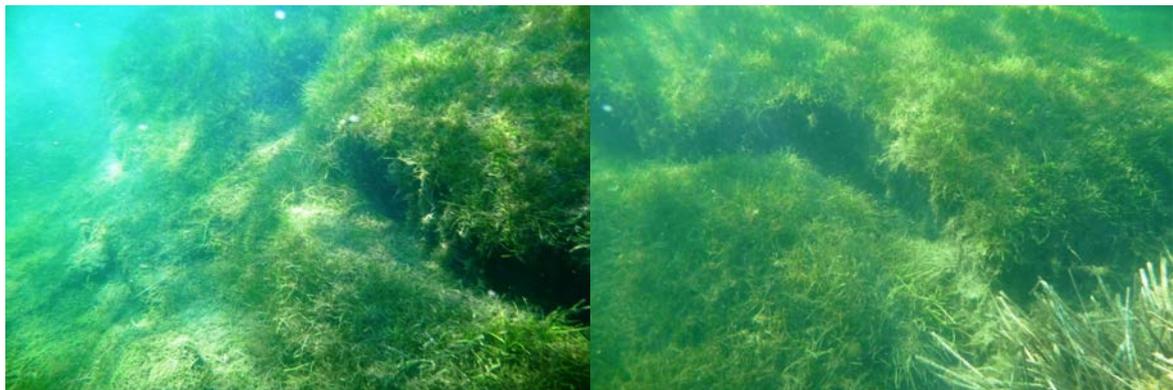


Figure 105 : Observations du même bloc de cymodocées fendu (Paroi du récif barrière, coté lagon) – Sept. 2020



Figure 106 : Observations d'accumulation de sable (Paroi du récif barrière, coté lagon) -Avril 2020 - Sept. 2020

Pas d'observation particulière, ni de modification par rapport à avril 2020 autour de ces points. Toutes les observations sont compilées dans l'atlas photographique.

VI.7) Conclusions de la Mission 3

L'analyse comparée des orthophotographies UHR prises en septembre 2020 ne met pas en évidence de modification de la limite supérieure de l'herbier de posidonies par rapport aux relevés d'avril 2020 et de septembre 2019.

Nous ne notons pas non plus d'évolution de la répartition surfacique de l'herbier de posidonies sur les deux micro-secteurs de suivi.

Des observations et les mesures des paramètres de la vitalité des herbiers ont été réalisées sur les 6 stations de suivi. Les observations et les grandeurs mesurées ne mettent pas en évidence de modifications significatives de la vitalité de l'herbier.

Les écarts de densité observés sont faibles et non représentatifs de modifications importantes de la structure de l'herbier. Le code couleur change en raison de la proximité des valeurs mesurées avec les seuils qui définissent les classes de densité et de pourcentage de rhizomes plagiotropes.

VI.8) Bon de livraison B/20/115/CN

Les données suivantes sont fournies :

Dossier QGIS

LTR 3,4

SCR EPSG:2154 - RGF93 / Lambert-93

Contenant :

- ✓ RASTERS
 - ✓ 2020_09 Orthophotographie de la zone mesurée (Résolution 1 cm)
 - ✓ 2020_09 Orthophotographie de la zone mesurée (Résolution 5 cm)
 - ✓ 2020_09 Orthophotographie de la zone mesurée (Résolution 10 cm)
 - ✓
 - ✓ 2020_04 Orthophotographie de la zone mesurée (Résolution 1 cm)
 - ✓ 2020_04 Orthophotographie de la zone mesurée (Résolution 5 cm)
 - ✓ 2020_04 Orthophotographie de la zone mesurée (Résolution 10 cm)
 - ✓ 2019_09 Orthophotographie de la zone mesurée (Résolution 1 cm)
 - ✓ 2019_09 Orthophotographie de la zone mesurée (Résolution 10 cm)
 - ✓ Orthophoto BD Ortho 2017 (Résolution 20 cm)
- ✓ SHAPEFILE
 - ✓ 2020_04_Linéaire de référence pour le suivi de l'herbier de posidonies
 - ✓ 2019_09_Linéaire de référence pour le suivi de l'herbier de posidonies
 - ✓ Contour des 2 micro-secteurs surfaciques
 - ✓ Positions des 6 stations de suivi de la vitalité des herbiers

Dossier GOOGLE EARTH

Données Mission 3 (septembre 2020) :

Atlas photographique :

- ✓ basse résolution des vues sous-marines géo-référencées **2020_09_VT_APN.kmz**
- ✓ des photos extraites des vidéos **2020_09_VT_VIDEO_Lieux.kmz**

Orthophotographies de la zone mesurée

- ✓ Résolution 1 cm **L93_Orthomosaique_2020_1cm.kmz**
- ✓ Résolution 5 cm **L93_Orthomosaique_2020_5cm.kmz**
- ✓ Résolution 10 cm **L93_Orthomosaique_2020_10cm.kmz**
- ✓ Positions des stations de suivi **2019_09_Station.kml**
- ✓ Limite de la zone **Limite zone.kml**

Linéaire de suivi de référence

Linéaire de suivi 2019

2020_04_LineaireSuiviHerbier.kml
2019_09_Lineaire_Suivi_Herbier.kmz

PDF

- ✓ Rapport Mission 1 & 2 & 3 au format PDF
R_20_090_CN_Rapport_Mission3.PDF
R_20_090_CN_Rapport_Mission3_V2.PDF

VIDEO

- ✓ Vidéos sous-marines (Vignettes géoréférencées)

VII. ANNEXE

SUIVI DES HERBIERS MARINS SUR LE SITE DES VIEUX SALINS D'HYÈRES DANS LE CADRE DES TRAVAUX DE DÉSENROCHEMENTS

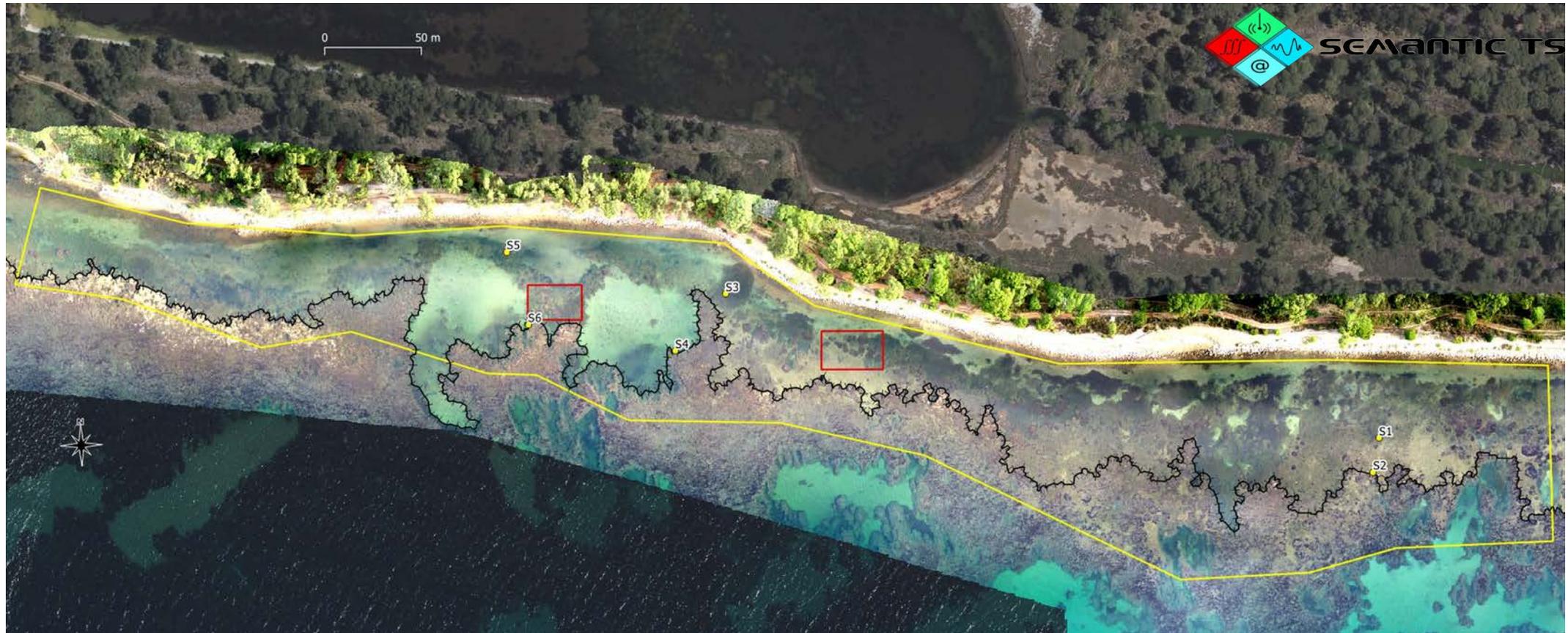


Figure 107 : HYERES Vieux Salins. Données cartographiques - Mission N°1 - Septembre 2019

Orthophotographie UHR (1 cm)

En jaune : Stations de suivi de la vitalité

En noir : Linéaire pour le suivi de la limite de l'herbier

En rouge : Les deux micro-secteurs de suivi pour l'herbier en patchs du lagon



Figure 108 : HYERES Vieux Salins. Données cartographiques - Mission N°2 - Avril 2020
 Orthophotographie UHR (1 cm)
 En jaune : Stations de suivi de la vitalité
 En rouge : Linéaire de référence pour le suivi de la limite de l'herbier
 Rectangles rouge : Les deux micro-secteurs de suivi pour l'herbier en patchs du lagon

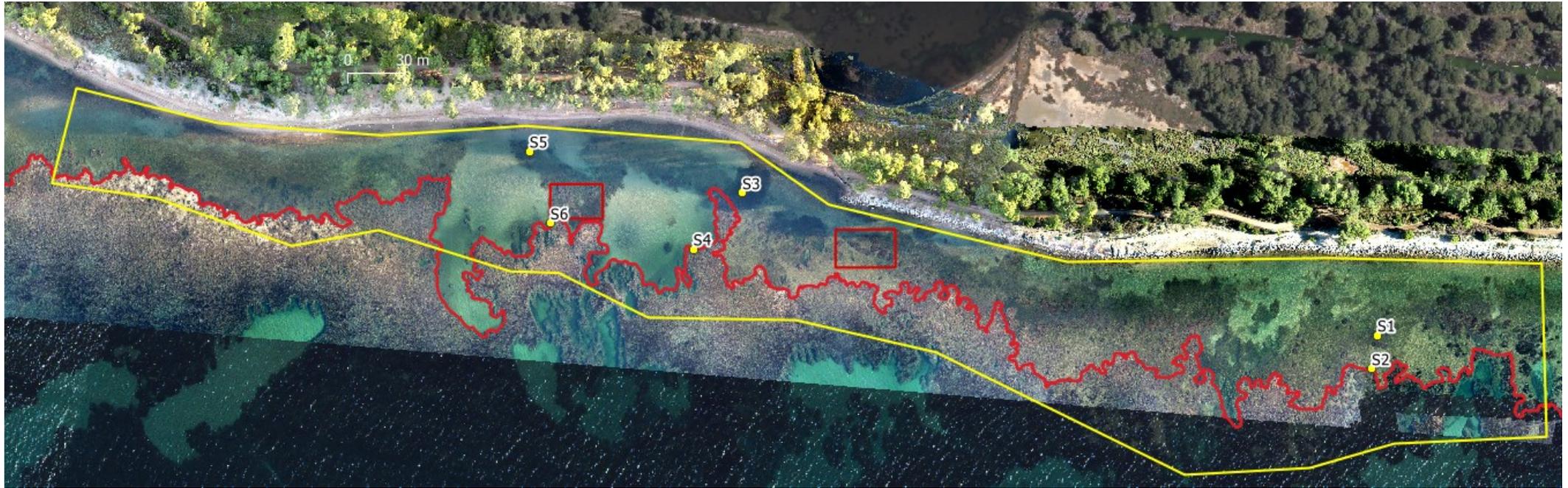


Figure 109 : HYERES Vieux Salins. Données cartographiques - Mission N°3 - septembre 2020

Orthophotographie UHR (1 cm)

En jaune : Stations de suivi de la vitalité

En rouge : Linéaire de référence pour le suivi de la limite de l'herbier

Rectangles rouge : Les deux micro-secteurs de suivi pour l'herbier en patches du lagon