

Suivi biologique et morphologique du cordon dunaire de la plage des Cabanes

Bilan de l'état du cordon 5 ans après les travaux à Fleury d'Aude



Septembre 2020



1

CONTACTS

Hugues Heurtefeux

hheurtefeux@eid-med.org

Delphine BOULET

dboulet@eid-med.org

Mathieu Gervais

mgervais@eid-med.org

EID Méditerranée

Pôle Littoral

165 avenue Paul Rimbaud

34 184 Montpellier Cedex 4

www.eid-med.org



Le pôle Littoral de l'EID Méditerranée s'investit dans la protection et la restauration des cordons dunaires et des plages. Les connaissances scientifiques et techniques accumulées sur cet espace constituent aujourd'hui un capital mis à disposition des collectivités territoriales et des établissements publics. Ainsi nous concevons et proposons aux collectivités des actions de protection et de réhabilitation des plages et des dunes, ainsi que des modalités de gestion de la fréquentation adaptées à ces sites.



SOMMAIRE

Contexte	6
Suivi de la végétation	9
I. Méthode.....	9
II. Résultats du suivi par espèce	12
III. Résultat du suivi général	23
IV. Bilan et analyse par zone.....	29
V. Cartographie synthétique.....	36
Suivi de la faune	37
Suivi morphologique	39
I. La zone de prélèvement de l'embouchure.....	39
II. Evolution générale de l'érosion sur le secteur depuis 2015	44

CONTEXTE

L'opération de travaux (2014-2015) visait à reconstituer un cordon dunaire avec plusieurs opérations : rechargement en sable, remodelage, pose de ganivelles, de géotextile et végétalisation afin de favoriser le recouvrement d'un cordon dunaire reconstitué. Le département de l'Hérault en tant que le maître d'ouvrage, doit depuis assurer le suivi des travaux.

Dans le cadre de l'**arrêté n°2013330-0004** de dérogation aux interdictions relatives aux espèces de flore et de faune sauvages protégées, pour le réensablement de la plage de Fleury, **les mesures de suivi sont décrites et doivent être mises en place.**

Conformément à cet arrêté, il s'agissait pour cette année de réaliser :

- Un suivi de la **végétation** du cordon dunaire (Estimation du taux de reprise des espèces plantées en 2014-2015 à l'aide de levés naturalistes + levé drone pour estimer la surface de recouvrement de la végétation)
- Un suivi des stations **d'Euphorbe peplis**
- Un suivi de la recolonisation des dunes restaurée par **les espèces de reptiles** visées dans la dérogation de l'arrêté

Un **suivi morphologique** avec le levé de 6 profils topographiques en travers, 2 profils topographiques en long et 2 profils bathymétriques a également réalisé et les résultats ont été comparés aux précédents afin de connaître l'évolution du site depuis la reconstitution du cordon.

Repères géographiques sur le secteur du cordon dunaire de Fleury d'Aude

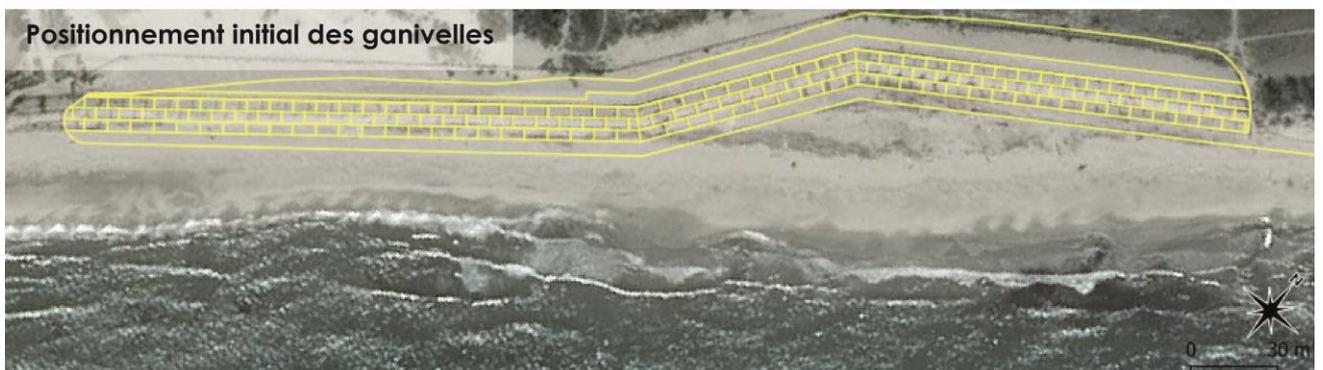
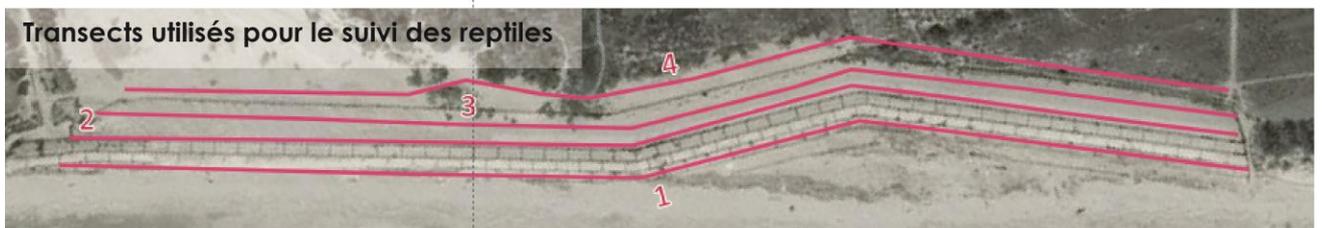
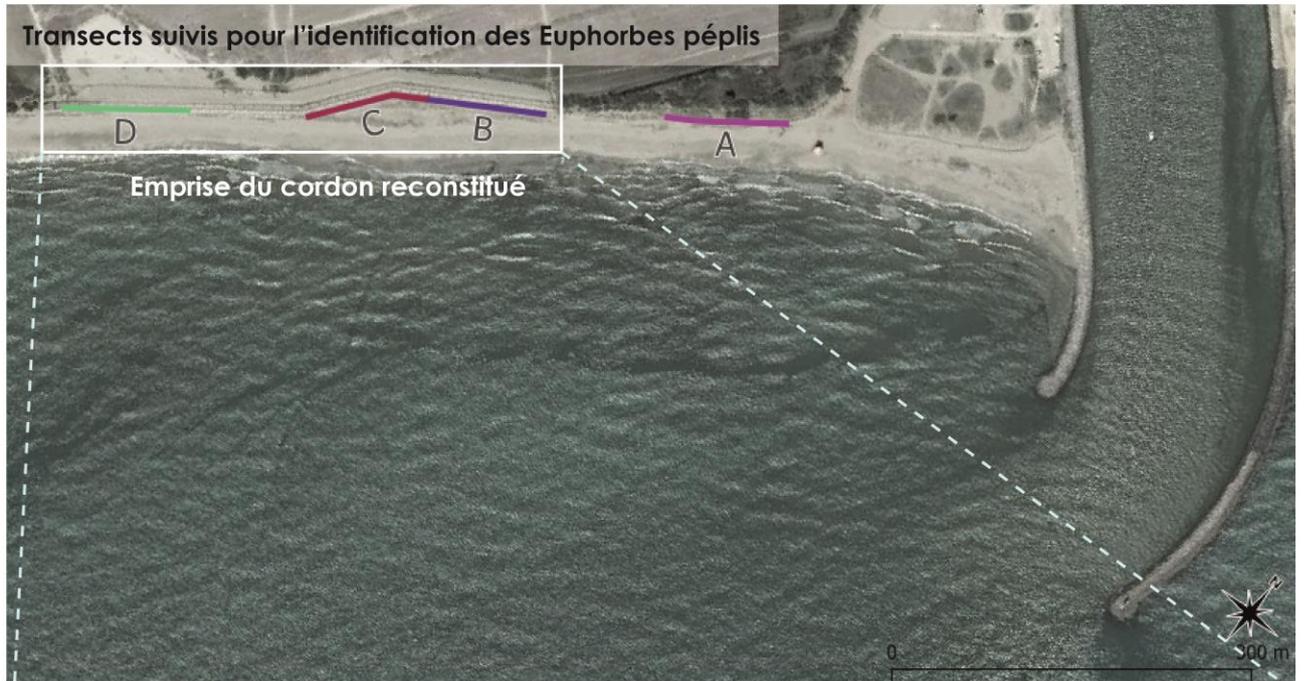
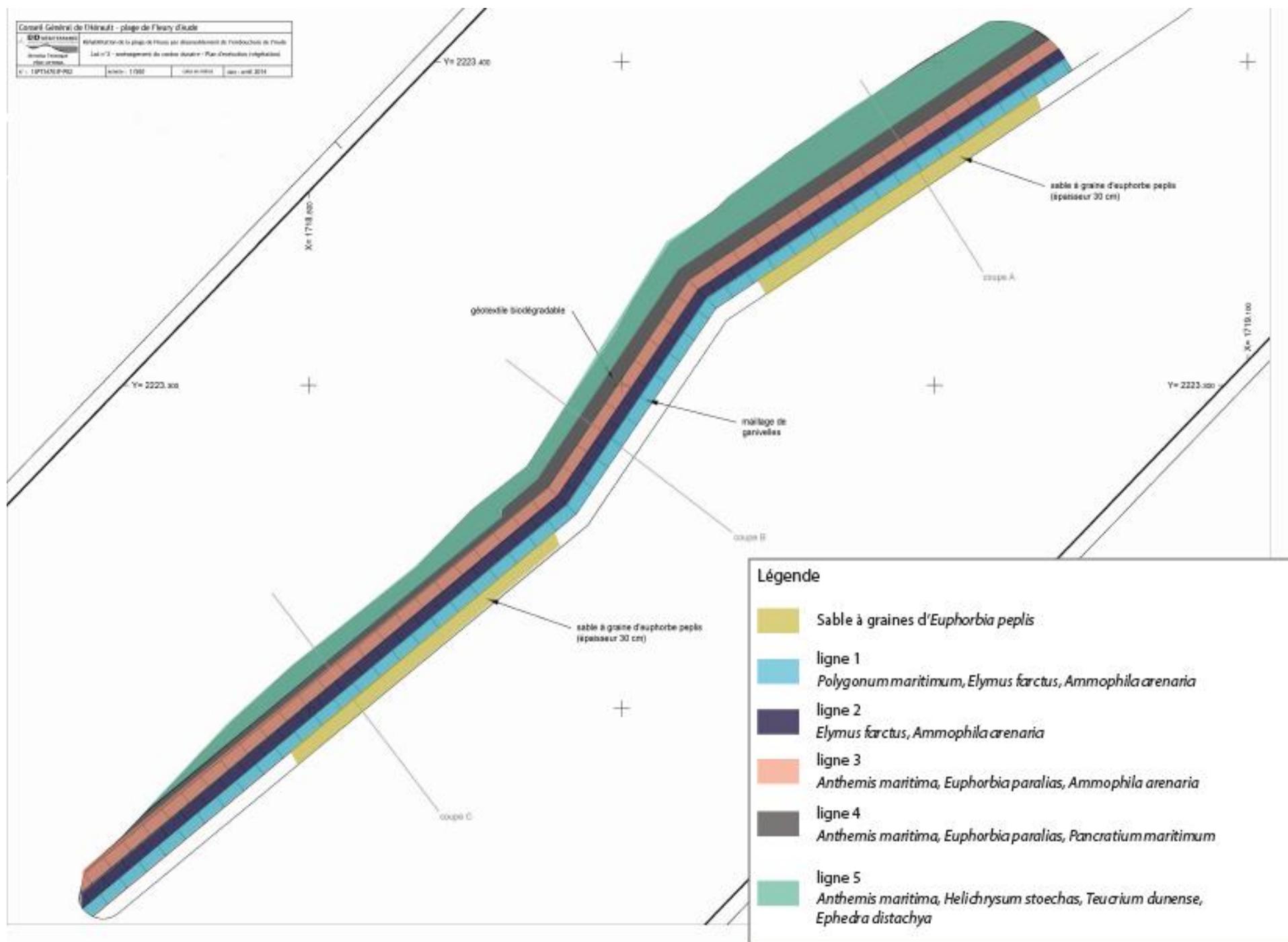


Figure 1 : Plan d'implantation de la végétation, (EID Méditerranée)



SUIVI DE LA VEGETATION

I. Méthode

1.1. Le comptage

Pour effectuer le suivi nous nous équipons de fiche terrain avec les espèces à suivre et de compteur mécanique.

Nous comptons les espèces présentes puis regroupons toutes les données dans des tableurs Excel.

Lorsque les individus d'une espèce ne sont pas trop nombreux et distinguables les uns des autres, nous les comptons donc de façon unitaire.



1.2. Le recouvrement et l'expérimentation par suivi drone

Lorsque la densité d'individus est trop importante, l'estimation du recouvrement végétal peut être utilisée. Il s'agit d'estimer la surface que l'espèce occupe dans une zone délimitée suivant cette grille de recouvrement :

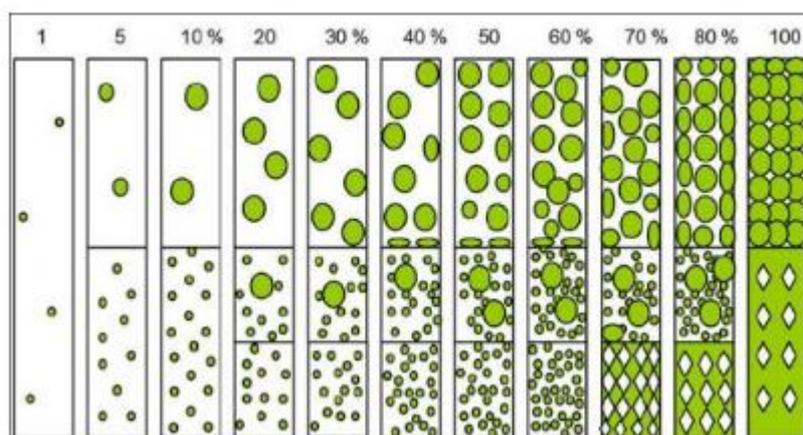


Figure 2: Pourcentage de recouvrement selon le type de répartition des espèces (Source: N. Fromont d'après PRODON)

Depuis 2018, le pôle littoral de l'EID a développé et validé une chaîne de traitement permettant d'avoir une bonne estimation des pourcentages de recouvrement de la végétation sur une zone, à partir d'analyses de photographies prises par drone. Des validations terrain ont par ailleurs été réalisées. Ce type de suivi est donc à effectuer en complément d'un comptage terrain des différentes espèces car il est impossible d'identifier la nature des espèces à partir de l'orthophotographie réalisée.

Afin d'estimer les surfaces de recouvrement de la végétation sur le cordon dunaire, plusieurs étapes sont réalisées :

- Prises de vue par drone

Pour réaliser les prises de vue, la mission drone a été réalisée Le 03/06/20 contre le 19/06/19 l'année passée. Deux survols ont été nécessaires et réalisés en moins d'une heure à 50m d'altitude. Au total plus de 500 photographies ont été utilisées pour la génération de l'orthophotographie par le logiciel de traitement.

- Génération d'une orthophotographie du cordon dunaire

La résolution de l'orthophotographie récupérée est de 2cm.

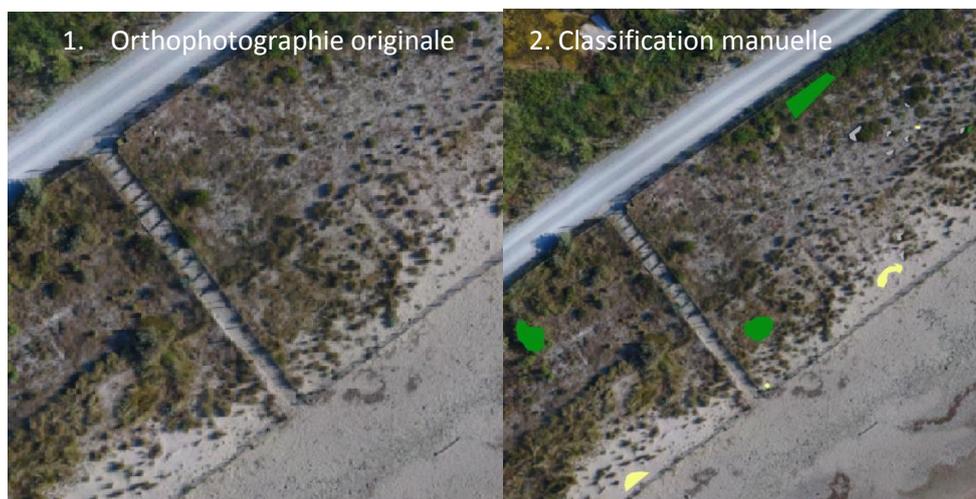
- Classification supervisée sous SIG

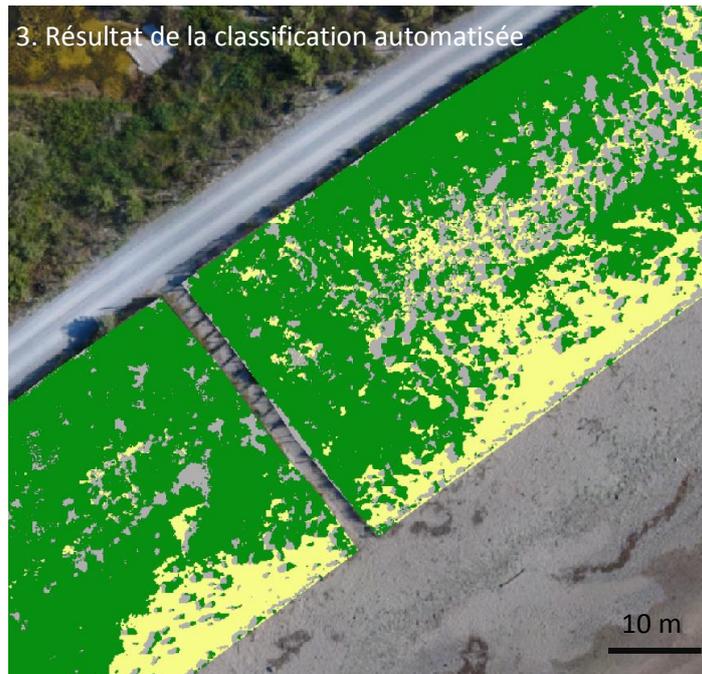
Les objets de nature similaire ont des propriétés spectrales similaires, c'est-à-dire que les images d'objets de même nature apparaissent dans des couleurs proches.

L'objectif de la classification, dite supervisée, est de classer les pixels du cordon suivant la nature du milieu et d'avoir leur proportion, ou recouvrement, par casier. Au total cette année deux classes ont été définies : sol nu et végétation (En 2019 une classe « ombre » avait été définie en supplément).

Etant donné que le drone n'était pas équipé d'une caméra avec capteur infrarouge, il a fallu réaliser une classification des différents milieux présents sur le cordon.

Pour cela une nouvelle couche « d'entraînement » a été créée dans laquelle nous avons dessiné des polygones correspondants aux différents types d'occupation du sol, c'est l'échantillonnage.





Ensuite l'algorithme établit des seuils et la classification automatique est lancée sous Qgis suivant des paramètres préalables. Les résultats de ce traitement ont été examinés et validés. Il semble en effet que les différents espaces catégorisés correspondent relativement bien à ceux résultant de la classification.

En définitive nous obtenons des superficies en m² suivant les classes préalablement définies (voir résultats Partie 3.2).

II. Résultats du suivi par espèce

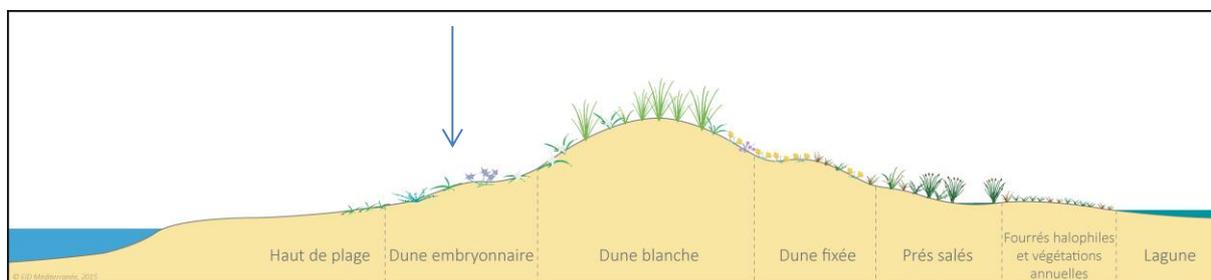
2.1. *Polygonum maritimum*

Renouée maritime

Famille : Polygonacées

Type biologique : Plante vivace

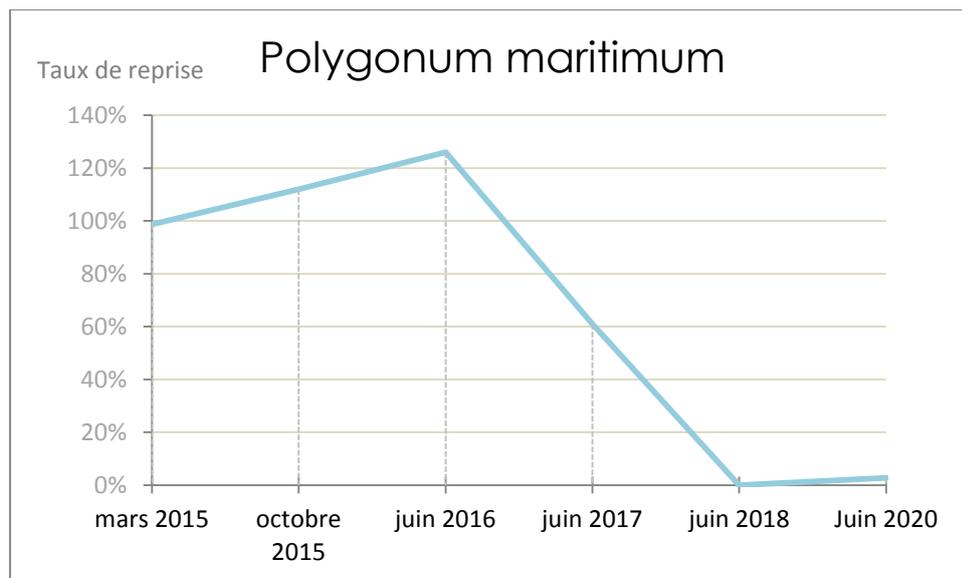
Taille : De 10 à 50 cm



Description : Plante possédant de longues tiges ligneuses, diffuses et étalées. Elles portent des feuilles sur toute leur longueur. Les fleurs sont blanches.

Floraison : De mai à octobre.

Distribution géographique : Espèce littorale à très large répartition (Méditerranée, Manche, Atlantique).



Légère reprise cette année de la présence des renouées en haut de plage principalement.

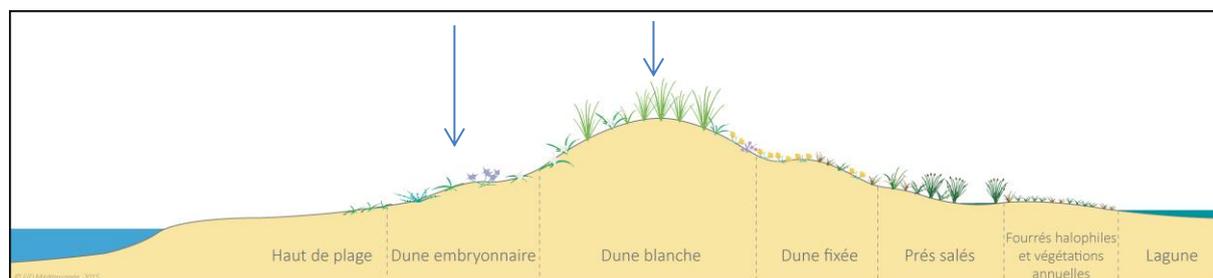
2.2. *Anthemis maritima*

Marguerite des sables

Famille : Astéracées

Type biologique : Plante vivace

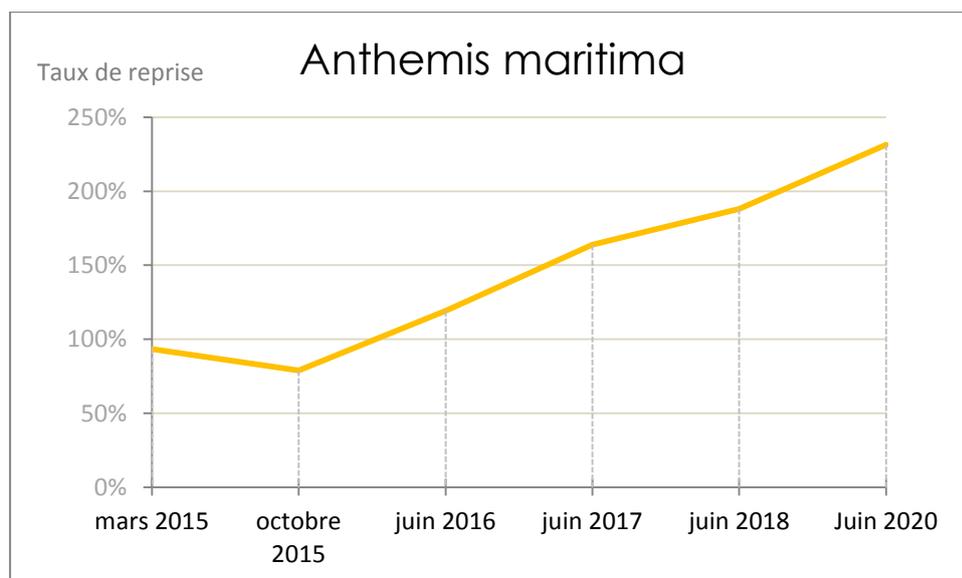
Taille : De 10 à 35 cm de hauteur



Description : Plante formant un petit buisson sphérique. Elle possède un pivot central avec de nombreuses tiges secondaires prêtes à fournir des racines adventives au moindre ensevelissement, lui permettant de faire un marcottage naturel. Les fleurs sont blanches et jaunes.

Floraison : En avril.

Distribution géographique : Espèce littorale de l'ouest de bassin méditerranéen.



Développement de l'espèce qui sur certaines portions recouvre totalement le cordon.

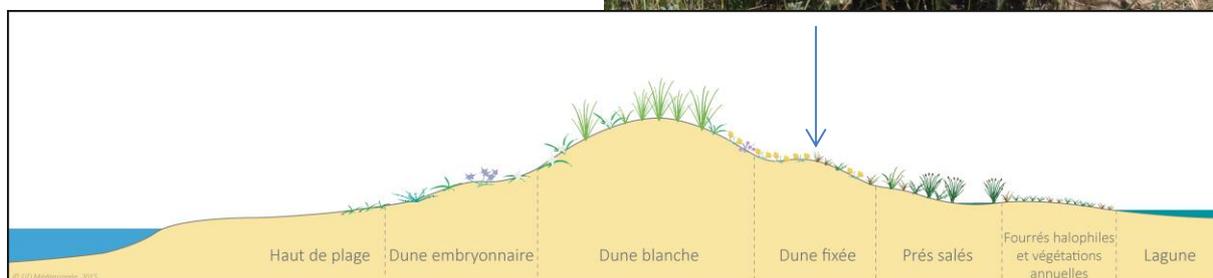
2.3. *Helichrysum stoechas*

Immortelle des dunes

Famille : Astéracées

Type biologique : Plante vivace

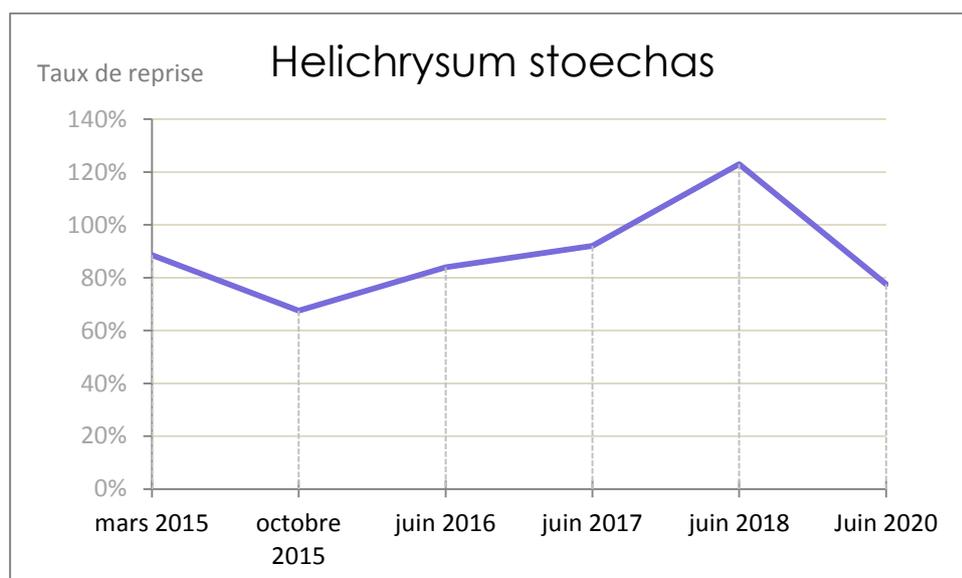
Taille : De 10 à 50 cm de hauteur



Description : Plante à pivot, en touffes plus ou moins dressées à base ligneuse, formant des buissons sphériques. Les fleurs sont jaunes.

Floraison : De juin à octobre.

Distribution géographique : Toute la Méditerranée occidentale ainsi que l'Atlantique.



Présence de l'espèce particulièrement sur la partie Est du cordon. Malgré une légère baisse du nombre de pieds comptés, le taux de reprise est encore très satisfaisant.

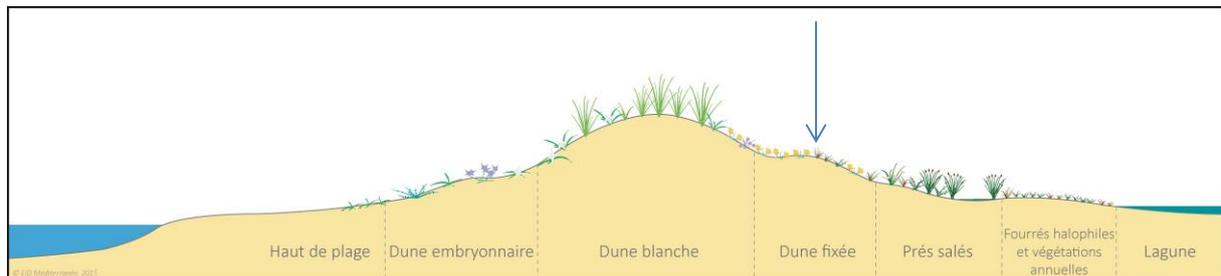
2.4. *Teucrium dunense*

Germandrée des dunes

Famille : Lamiacées

Type biologique : Plante vivace

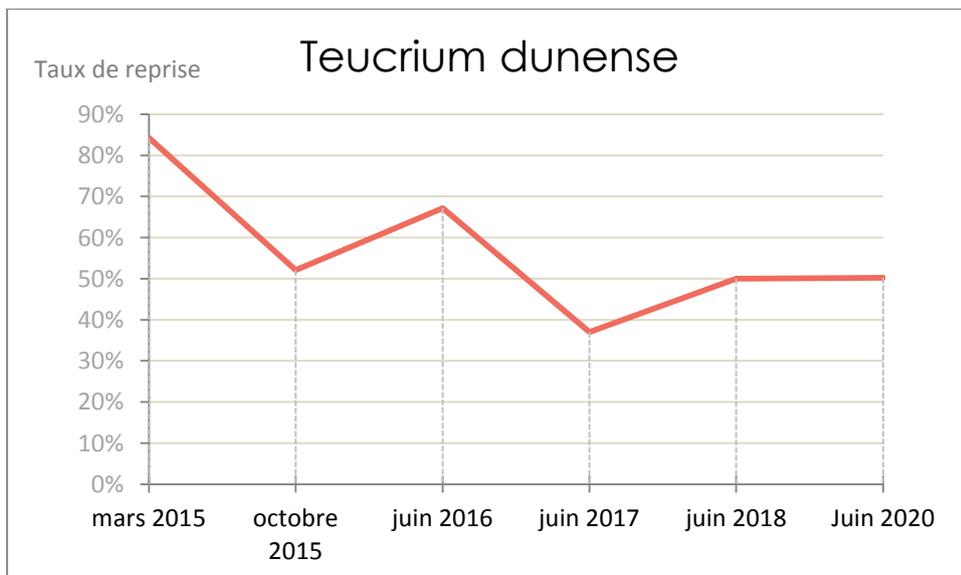
Taille : De 10 à 30 cm de hauteur



Description : Plante de couleur gris-vert, entièrement recouverte d'un duvet, dressée en touffe sphérique. Les tiges sont ligneuses et les fleurs sont blanches. Les feuilles sont crénelées et enroulées sur les bords.

Floraison : De mai à août.

Distribution géographique : Espèce du littoral méditerranéen de France et d'Espagne.



Stabilisation du taux de reprise de cette espèce depuis 2018.

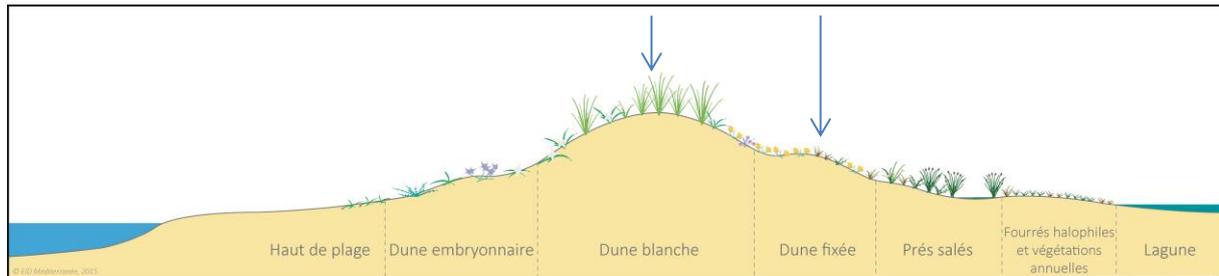
2.5. *Pancratium maritimum*

Lis de mer

Famille : Amaryllidacées

Type biologique : Plante vivace

Taille : De 20 à 60 cm de hauteur



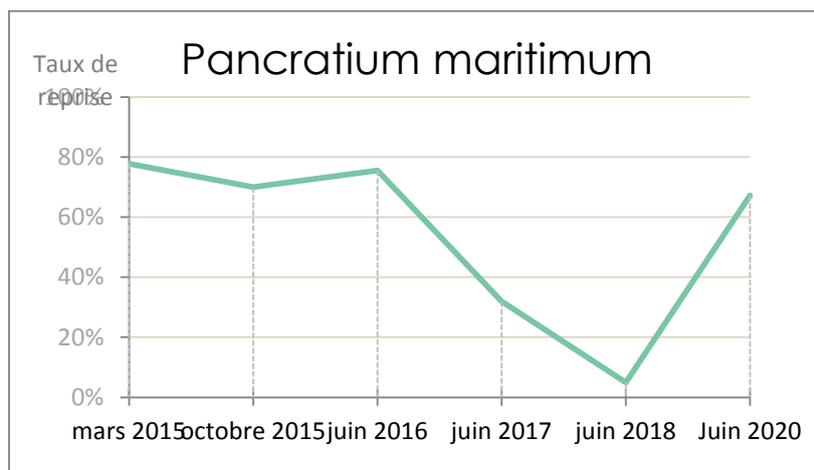
Description : Plante à bulbe profondément enterré. Les feuilles sont larges d'environ 1,5 cm et longues d'environ 40 cm et sont gris-vert. Les grandes fleurs blanches sont très caractéristiques. Les graines sont noires à 3 angles et sont très légères.

Floraison : De juillet à septembre.

Distribution géographique : Espèce des littoraux méditerranéens du Maroc et de l'Asie, présente sur toute la côte française, mais rare en Atlantique.

Période de prélèvement : La récolte des graines pour les semis se fait en septembre et octobre.

C'est une espèce au développement très lent et sensible à la concurrence, mais qui peut résister à de fortes perturbations grâce à son bulbe. Le taux de reprise dans le cadre de cette mission de végétalisation est satisfaisant.



De nombreux Lys ont été comptés cette année avec un taux de reprise qui semble revenir progressivement à celui constaté en 2015. Le faible taux de 2018 était certainement dû à l'absence de visibilité de cette plante à bulbe une fois séchée.

2.6. *Euphorbia paralias*

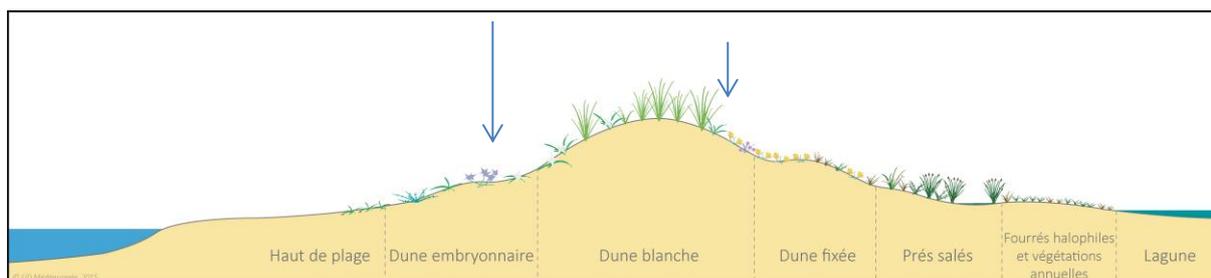
Euphorbe des dunes



Famille : Euphorbiacées

Type biologique : Plante vivace

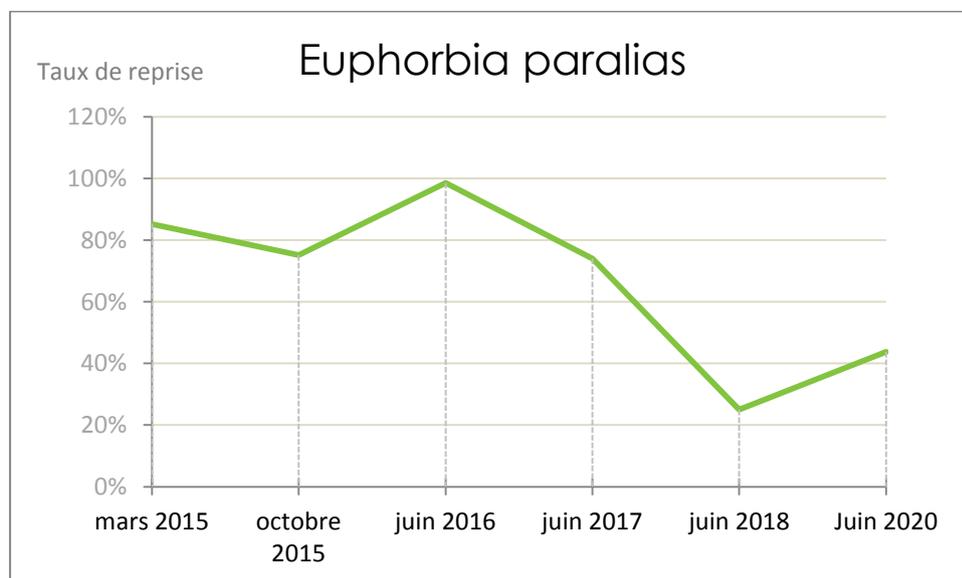
Taille : De 30 à 60 cm de hauteur



Description : Plante aux tiges densément feuillées, poussant en touffes hautes. Les tiges sont ligneuses à la base. Les inflorescences forment des ombelles vert clair.

Floraison : De mai à septembre.

Distribution géographique : Espèce littorale méditerranéenne et atlantique.



Après une décroissance depuis 2016, la présence d'euphorbe des dunes revient progressivement à la hausse cette année.

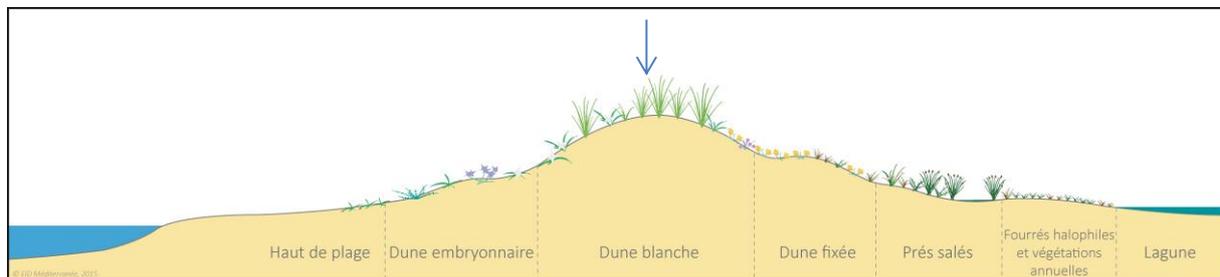
2.7. *Ammophila arenaria*

Oyat

Famille : Poacées

Type biologique : Plante vivace

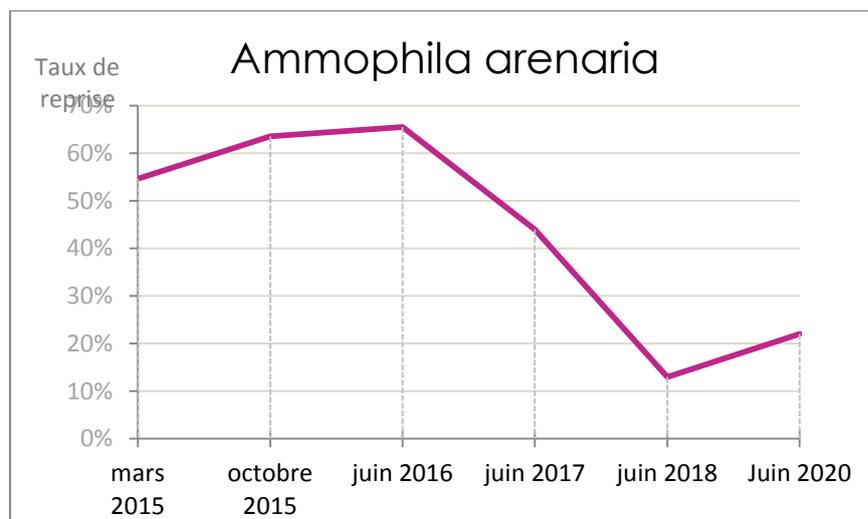
Taille : De 0,50 à 1,50 m de hauteur



Description : Plante herbacée formant des touffes denses et présentant de longs rhizomes traçants. Les feuilles sont allongées et dressées, plus ou moins enroulées. La multiplication de cette espèce est presque uniquement végétative. Elle présente des inflorescences en panicules serrées et denses de 10 à 20 cm de long.

Floraison : En juin.

Distribution géographique : Espèce littorale de l'ouest de bassin méditerranéen.



L'oyat, principalement présent en crête de dune a très largement souffert des tempêtes qui ont occasionné une taille de la dune en falaise. Beaucoup de plants ont vu leurs racines exposées à nu, ce qui a certainement conduit à une forte mortalité de l'espèce bouturée.

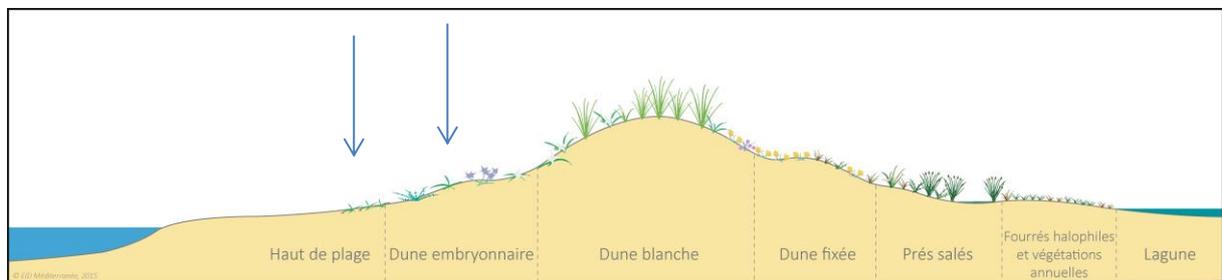
2.8. *Elymus farctus* ou *Elytrigia juncea*

Chiendent des sables

Famille : Poacées

Type biologique : Plante vivace

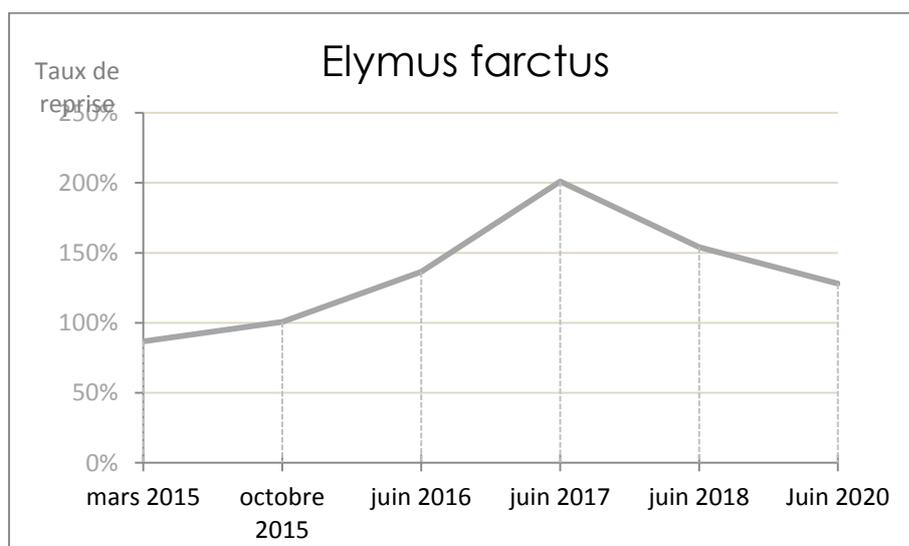
Taille : De 30 à 80 cm de hauteur



Description : Plante à rhizome émettant des tiges aériennes constituant un obstacle important au vent et donc permettant le captage du sable. La multiplication est principalement végétative. Les inflorescences terminales forment des épis longs et lâches.

Floraison : De août à septembre.

Distribution géographique : Espèce présente sur tous les littoraux de France métropolitaine.



Le chiendent a toujours un taux de reprise supérieur à 100% malgré une baisse constatée depuis 2017.

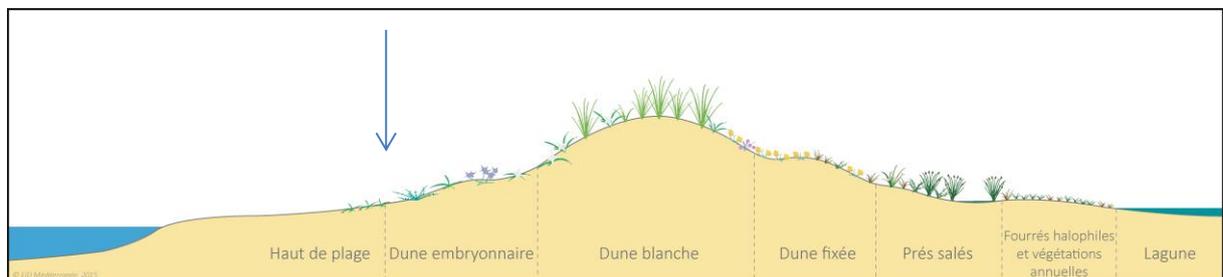
2.9. *Euphorbia pepelis*

Famille : Euphorbiacées

Type biologique : plante annuelle

Taille : de 20 à 80 cm d'étalement

Statut de protection : protection nationale



Description : Plante à feuilles glauques et charnues gris-vert. Les tiges couchées, étalées en cercle. En fin de saison, les tiges et les feuilles peuvent rougir.

Floraison : De mai à juin.

Distribution géographique : Espèce des littoraux de la Manche, de la Méditerranée, de l'Atlantique, jusqu'en Mer Noire.

C'est une espèce pionnière qui colonise les hauts de plage et dunes embryonnaires. Elle est en forte régression en Méditerranée, puisqu'elle est très sensible à la dégradation de son habitat, au nettoyage mécanique des plages et au piétinement.

Date du passage : 16/06/20



- Transect A :

Il s'agit du cordon dunaire originel situé à l'ouest du poste de secours. Cette zone n'a pas fait l'objet de rechargement. La zone du transect ne comporte pas d'Euphorbes Peplis. Ce constat est valable pour toute la dune embryonnaire du cordon non aménagé. Sur cette zone on constate le passage de véhicule à proximité du pied de dune, l'absence de mise en défens sur toute la longueur du cordon et la forte pente du cordon dunaire à l'ouest. Un pied d'Euphorbe Peplis a toute de même été identifié en bordure de cordon dunaire aux abords du cheminement piéton menant au parking.



Figure 3 : Photographies du transect A

- Transects B et C :

Ces deux transects n'ont pas pu être levés étant donné la présence de bois flotté issu du nettoyage de plage sur ces deux zones. La ligne de mise en défens a d'ailleurs quasiment disparu au fur et à mesure des années et des coups de mer sur le secteur depuis 2015.



Figure 4 : Photographies du transect B à gauche et C à droite

- Transect D :

Sur ce transect, comme pour le transect A, il n'y a pas de pieds d'Euphorbe Peplis.



Figure 5: Photographies du transect D

Etant donné les faibles résultats obtenus du fait certainement de la trop forte dégradation de la dune, un comptage exhaustif a été réalisé. Les pieds d'Euphorbes Peplis identifiés se situent sur la zone arrière ouest du cordon (voir Cartographie synthétique).

Une centaine de pieds a été dénombrée sur la zone arrière de la dune.

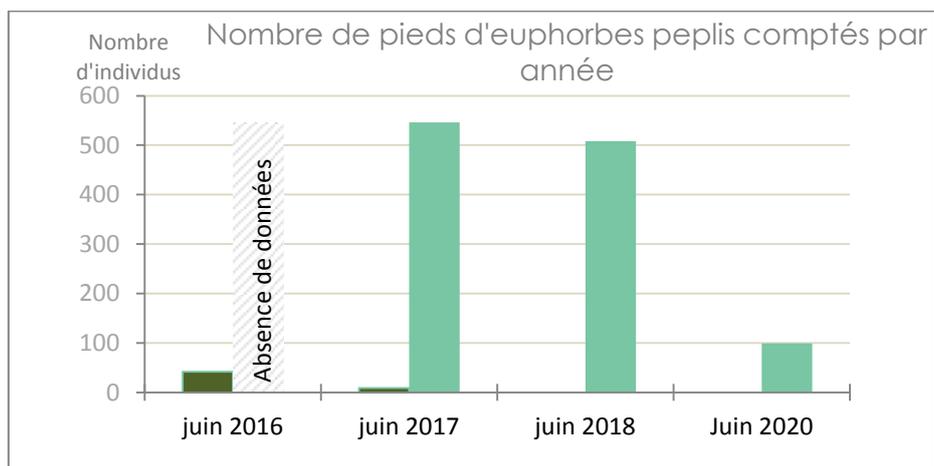


Figure 6 : Zone en arrière-dune sur laquelle il y a des Euphorbes Peplis

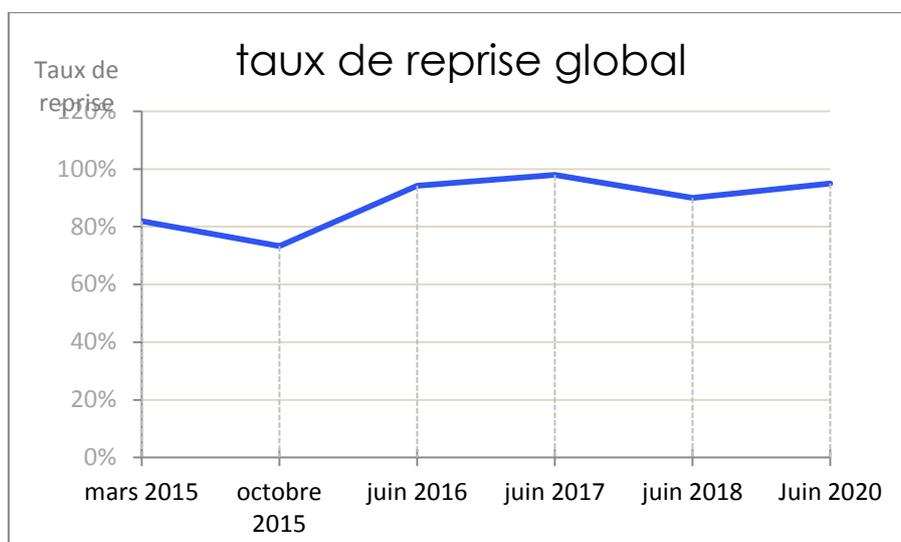


III. Résultat du suivi général

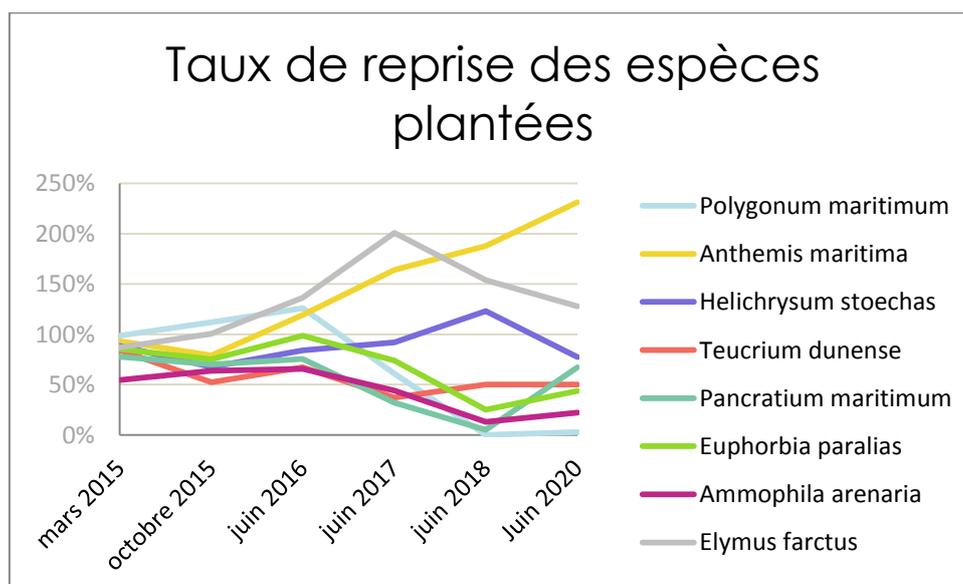
3.1. Taux de reprise

Le taux de reprise est calculé en fonction de l'évolution des espèces depuis la plantation de 2015. Ainsi, si sur 100 plants il n'en reste que 80 alors le taux de reprise sera de 80%, s'il est supérieur à 100% c'est qu'il y a plus de plants que ceux plantés en 2015.

L'histogramme ci-dessous, nous indique que la reprise globale est très bonne en 2020 avec même une légère augmentation par rapport à 2018. On passe de 90 à 95%. La végétation plantée et spontanée se développe.



Le graphique suivant reprend l'évolution du taux de reprise de chacune des espèces plantées sur le cordon dunaire.



Le tableau ci-dessous présente le nombre de plants compté sur la totalité de la zone d'étude.

Espèces	Total comptées	Taux de reprise en 2020 (%)	Evolution par rapport à 2018
Polygonum maritimum	4	3	↗
Anthemis maritima	4424	231	↗
Helichrysum stoechas	1520	78	↘
Teucrium dunense	130	50	≡
Pancratium maritimum	121	67	↗
Euphorbia paralias	707	44	↗
Ammophila arenaria	392	22	↗
Elymus farctus	678	128	↘

D'un point de vue général le taux de reprise global des espèces est plus important qu'en 2018 (passage de 90 à 95%). Deux espèces (camomille et chiendent) dépassent même les 100% de taux de reprise.

D'un point de vue des espèces la quasi-totalité d'entre elle se développent. Seules deux espèces seraient moins présentes en nombre qu'en 2018 mais avec des taux de reprise très satisfaisant.

3.2. Suivi du recouvrement

D'une manière générale le recouvrement du cordon par la végétation est bon comme en témoigne le taux de reprise global et les photographies ci-dessous. Attention tout de même aux invasives et principalement aux cannes de Provence qui commencent à envahir certains secteurs (voir Partie 3.3 sur l'analyse par zone).



Figure 7 : Recouvrement en 2015 à gauche et en 2020 à droite, (EID Méditerranée)



Figure 8 : Recouvrement en 2015 à gauche et en 2020 à droite, (EID Méditerranée)



Figure 9 : Recouvrement en 2015 à gauche et en 2020 à droite, (EID Méditerranée)



Ouest

Figure 10 : Recouvrement en 2015 à gauche et en 2020 à droite, (EID Méditerranée)

Grace à la photogrammétrie drone et à la méthode de classification supervisée développée, nous avons pu obtenir pour 2019 et 2020 le recouvrement végétal en m² et en pourcentage sur le cordon de Fleury. Ces deux années sont donc comparables et il semblerait que le recouvrement végétal ait augmenté entre ces deux années d'environ 5%.

	Superficie (en m²)	
	Sol nu	Végétation
2019	5661.4	4560.0
2020	5004.7	5219.9
	Recouvrement (%)	
	Sol nu	Végétation
2019	55.39	44.61
2020	48.95	51.05

3.3. Autres constats

Sur le cordon dunaire les ouvrages en ganivelles ont beaucoup souffert des différents coups de mer. Plusieurs lignes coté mer ont été emportées comme le montrent les orthophotographies suivantes.



Sources : IGN jusque 2015 et EID pour 2020

Echelle : longueur de part et d'autre du cordon ouvrage - environ 400m

Figure 11: Comparaison d'orthophotographies du site à différentes dates, (EID Méditerranée)



Figure 12: Front de dune dont les premières lignes de ganivelles ont été emportées (EID, Juin 2020)

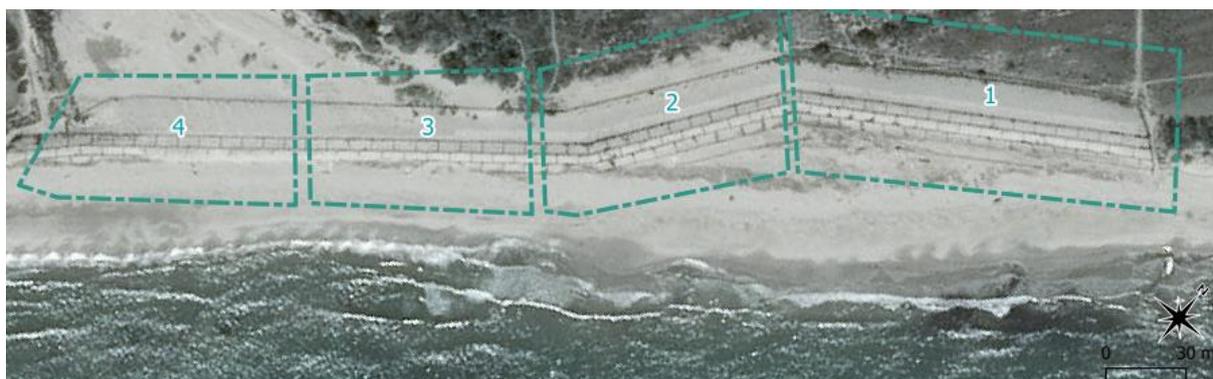
Des dégradations ponctuelles sont aussi constatées sur toute la longueur du cordon. Elles sont pointées dans la cartographie de synthèse (partie V). Il s'agit souvent de ganivelles couchées ou arrachées pour favoriser le passage à travers la dune. Ce type de dégradations qui favorise le piétinement est très pénalisant pour la végétation dunaire et menace bien évidemment les bons résultats de couvert végétal constaté jusque-là.



Figure 13: Illustrations des dégradations sur les ganivelles coté terre, (EID 2020)

Pour finir de nombreuses invasives ont été identifiées cette année. Leur emprise par zone est décrite ensuite et la cartographie de synthèse permet de les localiser. Il s'agit de yuccas, d'oliviers de bohème et de canne de provence. C'est pour le moment cette dernière qui est la plus inquiétante car elle gagne en superficie recouverte au détriment d'autre espèces.

IV. Bilan et analyse par zone



4.1. Zone 1

- Couverture végétale

La couverture végétale est très largement marquée en dune fixée par l'immortelle qui recouvre une large couverture de la zone. Quelques tamaris, giroflées, malcomies et luzernes sont tout de même présents. La partie plus haute sur laquelle du géotextile avait été installé est marquée par la présence ponctuelle de lys et d'euphorbes paralias mais en très faible quantité. La crête de dune est-elle composée majoritairement d'oyats.



Figure 14: Couverture importante d'immortelles sur la zone 1

- Invasives

Sur cette zone la Canne de Provence très largement présente en dune fixée contre la ligne de ganivelle. Elle semble prendre plus de largeur à l'extrémité ouest du secteur. Elle se retrouve aussi sur une poche en haut de dune vive.

Quelques oliviers de bohème et de nombreux yuccas ponctuent aussi la dune vive et la dune fixée.



Figure 15: Invasives sur la zone 1

4.2. Zone 2

- Couverture végétale

L'immortelle prend toujours une place importante mais moins dense en dune fixée que pour la zone précédente. On constate le retour de la camomille maritime. Il semblerait que les camomilles soient préférentiellement présentes en bordure de tamaris et en dune vive ou le recouvrement quasi-total empêche un bon comptage.



Figure 16: Retour de la camomille maritime sur la zone 2

- Invasives

Sur cette zone la cane de Provence est quasiment absente mais quelques pieds d'oliviers de bohème et de yuccas sont implantés.



Figure 17: Présence d'oliviers de bohème sur la zone 2

4.3. Zone 3

- Couverture végétale

Sur cette zone la couverture végétale est moins dense et on retrouve un lit sableux important en dune fixée. Cette zone est la seule à contenir des raisins de mer en dune fixée. Cette couverture plus sablonneuse laisse plus de place aux euphorbes paralias et aux camomilles maritimes.



Figure 18: Illustration de la végétation trouvée en zone 3

- Invasives

Seuls quelques yuccas sont présents sur cette zone.

4.4. Zone 4

- Couverture végétale

Cette zone est également largement sablonneuse et il semblerait qu'il y ait un roulement vers le nord de la dune. En effet sur la zone normalement couverte par un habitat de dune fixée on retrouve un habitat et des espèces typiques de dune vive. Un bourrelet s'est également formé avec un surcreusement plus au nord. Des luzernes et des panicauts apparaissent enfin.



Figure 19: Illustration de la couverture végétale de la zone 4

- Invasives

Seuls quelques yuccas et un olivier de bohème sont présents sur cette zone.

4.5. Etat de la dune embryonnaire et de la dune vive

La dune embryonnaire est complètement absente sur la quasi-totalité du cordon reconstitué. Soit la dune est taillée en falaise soit elle est recouverte de dépôts de bois flottés et de sables issus du nettoyage de plage.

Sur la secteur le plus à l'est, la dune embryonnaire est présente avec quelques peids de chiendents des sables, d'euphorbes paralias, de renouées et de panicauts. La dune vive suit la même configuration (taillée en falaise à l'ouest et en meilleur état à l'est). De l'oyat et des camomilles enrichissent tout de même le cortège végétal. Des rangées de panicaut sont aussi remarquables sur les secteurs les plus à l'est. Ils sont hérités des semis fait en 2015.

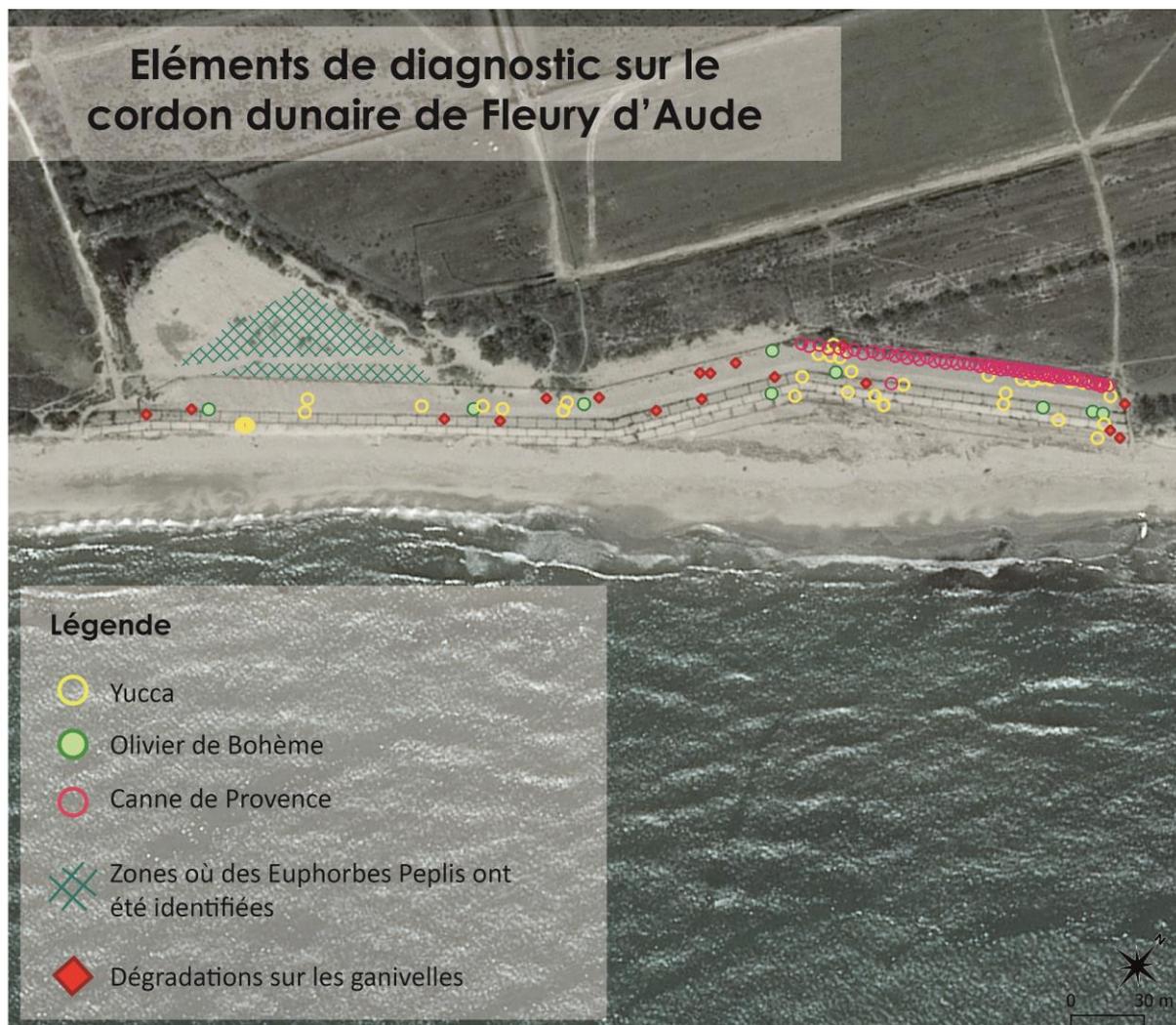


Figure 20: Etat de la dune (embryonnaire et vive) à l'est du cordon



Figure 21: Etat de la dune (embryonnaire et vive) sur la partie ouest du cordon

V. Cartographie synthétique



SUIVI DE LA FAUNE

Les travaux à Fleury d'Aude ont impacté des populations de lézards (4 espèces concernées). L'arrêté de dérogation aux interdictions relatives aux espèces de flore et de faune sauvage protégées, prévoyait plusieurs mesures d'atténuation, de compensation et de suivi pendant une durée de 10 années après les travaux.

Il s'agit de l'arrêté n°2013330-0004 de dérogation aux interdictions relatives aux espèces de flore et de faune sauvages protégées, pour le réensablement de la plage de Fleury

4 espèces de reptiles sont visées dans les mesures de suivi faunistique du présent arrêté :

- *Psammotromus edwardsianus* – Psammotrome d'Edwards
- *Psammotromus algirus* – Psammotrome algire
- *Lacerta bilineata* – Lézard vert occidental
- *Podarcis liolepis* – Lézard catalan



Figure 22: Psammotrome algire à gauche (EID), lézard catalan au centre (EID), Psammotrome d'Edwards à droite (CEN PACA) et lézard vert en bas (CEN PACA)

Lors du projet de reconstitution du cordon il a été acté une potentielle destruction de 1 à 2 spécimens par espèce et de la destruction de 0,2 ha d'aires de repos et de sites de reproduction. Des mesures de suivi doivent donc être mises en œuvre pour une durée minimale de 15 ans soit jusqu'en 2028 inclus.

Dans l'arrêté il est précisé qu'un suivi de recolonisation de la nouvelle dune doit être effectué par un dénombrement des individus contactés par espèce, sur une période de 10 ans : n+1, n+2, n+3, n+5 et n+10.

En 2020, la première saison de comptage a été réalisée et 6 passages ont été réalisés les :

- 09/07/20
- 22/07/20
- 04/08/20
- 01/09/20
- 11/09/20
- 17/09/20

Cette année les comptages ont eu lieu tardivement du fait de la crise sanitaire. Pour les prochaines années il est préconisé de commencer les suivis en mai (2 suivis en mai, 2 en juin et 2 en juillet dans l'idéal).

Les conditions météorologiques favorables ont été respectées pour chaque comptage (ensoleillement et température entre 17 et 25°C). Les prochaines années une analyse plus poussée des conditions sera menée pour déterminer une fenêtre de levés plus précise.

	Numéro de transect	Dates des levés					
		09-juil	22-juil	04-août	01-sept	11-sept	17-sept
Psammordrome algire	1	0	2	1	3	5	3
	2	6	1	4	3	4	0
	3	0	0	1	1	4	6
	4	1	0	1	1	0	0
	Total	7	3	7	8	13	9
Lézard catalan	1	0	0	1	0	2	5
	2	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	1
	4	0	0	0	0	0	0
	Total	0	0	1	0	2	6

Seuls deux types de lézards ont été identifiés sur le secteur : le Psammordrome algire et le lézard catalan. Quelques fois des lézards n'ont pas pu être identifiés. Il est possible qu'il s'agisse de Psammordrome d'Edwards car ce lézard est plus petit et plus rapide dans ses déplacements. Un suivi sur plusieurs années est donc nécessaire pour vérifier cette supposition. Un suivi de la faune complémentaire pourrait également être intéressant car certaines espèces d'insectes, comme les hyménoptères, ont été identifiés comme les scolies des jardins.

SUIVI MORPHOLOGIQUE

I. La zone de prélèvement de l'embouchure

Deux profils bathymétriques situés dans l'embouchure de l'Aude sont levés chaque année depuis 2013 pour évaluer l'évolution du stock sédimentaire suite à l'opération de dragage de début 2014.



Figure 23 : localisation des profils levés dans la zone de prélèvement (suivi des travaux de rechargement et de restauration dunaire de 2014)

Ce dragage a servi à faciliter l'accès au port du Chichoulet et a permis de recréer un cordon dunaire dans le secteur de plage des cabanes de Fleury. Ce secteur était fortement en érosion avec une largeur de plage devenu critique depuis les années 2000 et des franchissements réguliers du cordon lors des fortes tempêtes. Ce nouveau cordon a donc eu vocation à recréer un système plage-dune plus résilient et naturel, qui permet également d'éviter la submersion marine de la zone humide qui sert aussi à une activité agricole (d'élevage) sur l'arrière-cordon.

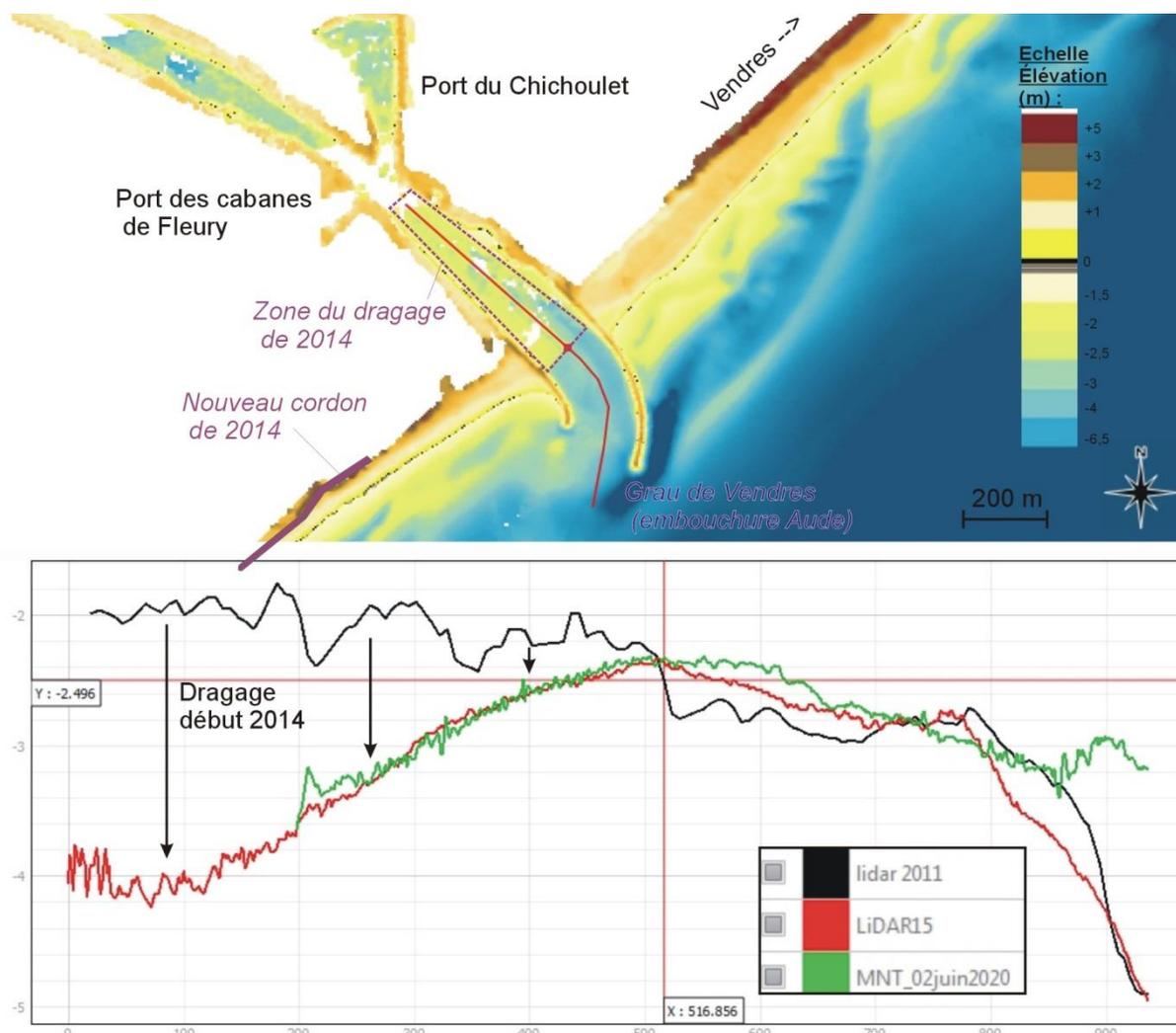


Figure 24 : évolution d'un profil central dans l'embouchure d'après les données bathymétriques LiDAR de 2011 et 2015 (bathymétrie par laser aéroportés, données DREAL-Occitanie / litto3D) et d'après le dernier levé bathymétrique au sondeur et DGPS de l'EID-Méditerranée (fond de carte bathy : LiDAR été 2011)

La Figure 24 montre l'évolution depuis 2011 d'un long profil dans l'embouchure lors de plusieurs été : en 2011, avant dragage, en 2015, après dragage, et en juin 2020 actuellement. Cette figure montre que l'essentiel du dragage a été réalisé sur la partie amont du site qui est ici étudié. En effet, le suivi de l'EID vise la partie de l'embouchure plus en aval par où le sable revient par comblement lent ces 6 dernières années (dans l'espace coudé de l'embouchure et au niveau des premiers bancs de sable en mer).

Le rapport précédent de 2018 reprenait tous les levés réalisés par l'EID à Fleury et à Vendres : depuis 2013 dans l'embouchure, et depuis 2016 sur les portions de plages avoisinantes. Nous nous focaliserons dans ce rapport sur l'évolution depuis 2015, « évolution dite post-dragage », en utilisant les deux derniers levés de 2018 et 2020 par rapport aux données Lidar de 2015 (données qui ont l'avantage de couvrir intégralement le site).

Sur les deux profils levés chaque année dans l'embouchure de l'Aude, présentés en Figure 25 et Figure 26 suivantes, le stock du bouchon sableux paraît se reconstituer surtout par la mer, avec la construction et le déplacement d'une barre d'embouchure lié aux apports de sable par la mer et au déferlement des vagues. Ces barres comblent nettement une fosse initialement très prononcée avant le dragage de 2014 le long de la digue la plus en mer, fosse certainement liée à un dragage antérieur à l'été 2011 car on la voit nettement sur la bathymétrie de la Figure 24. Il est aussi possible que cette fosse soit le résultat du creusement par de forts courants de dérive et d'arrachement contraints et déviés par la digue de l'Aude.

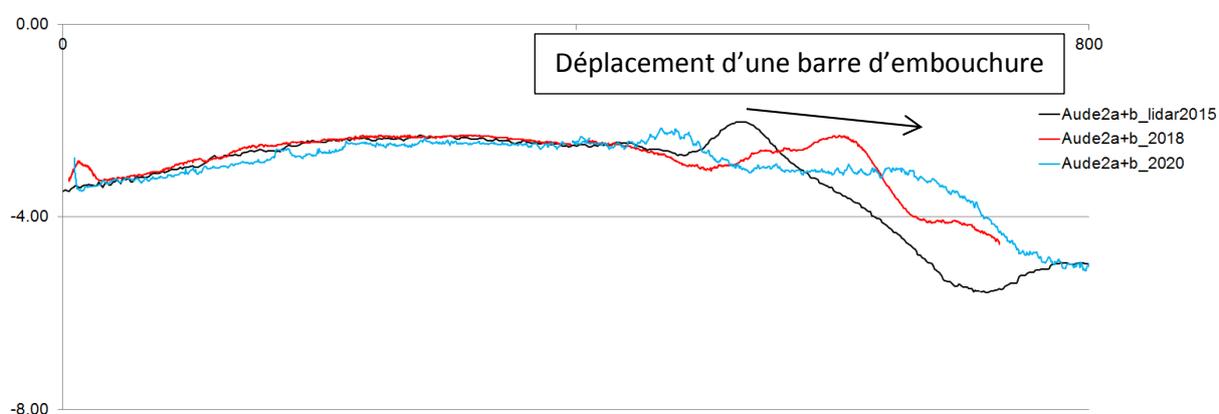


Figure 25 : évolution du profil au « Aude 2 » dans la partie SO de l'embouchure (profil prolongé ici en mer lors des levés par rapport au plan initial de suivi défini en Figure 23 précédente)

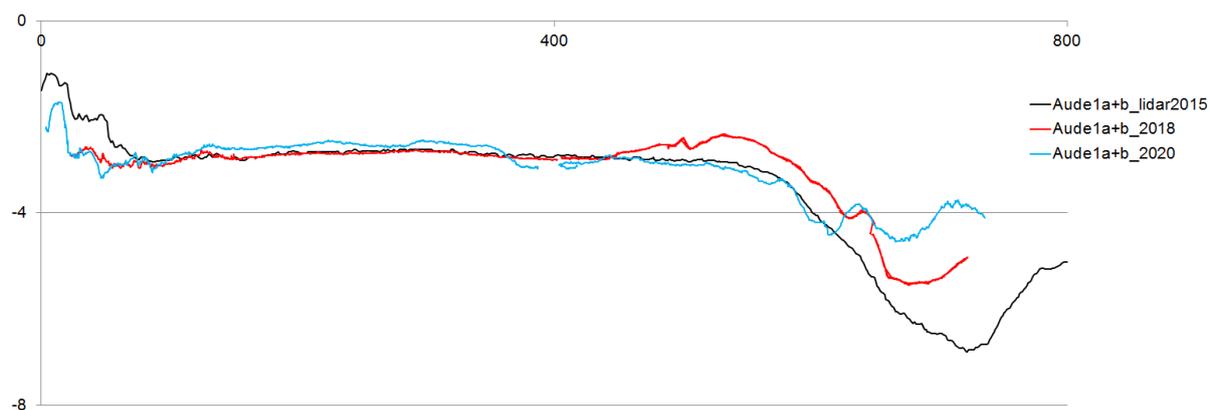


Figure 26 : évolution du profil au « Aude 1 » dans la partie NE de l'embouchure (profil prolongé ici en mer lors des levés par rapport au plan initial de suivi défini en Figure 23 précédente)

Comme pour le profil central qui a été présenté en Figure 24, plusieurs autres profils ont été levés par l'EID dans l'embouchure en 2018 et 2020 afin de constituer une carte grossière des profondeurs entre les digues, carte présentée ci-après en Figure 27.

Ces cartes montrent bien que la bathymétrie change surtout au niveau de l'extrémité des digues, qu'un banc de sable progresse vers la mer entre les deux musoirs des 2 digues. Toutefois un chenal paraît se creuser le long de la digue NE la plus longue, sur la rive gauche de l'embouchure, certainement en raison de la contrainte fluviale et des récentes crues d'octobre 2019 et du 21-22 janvier 2020 (tempête Gloria). Dans le polygone rouge de la Figure 27, espace symbolisant la zone qui a été levé chaque année, on estime qu'environ 10 500 m³ s'est accumulé naturellement sous l'action des houles ce qui prouve que l'embouchure se comble naturellement (à l'exception d'un petit chenal de vidange à l'est qui se maintient mais qui doit bouger fortement selon les chroniques de crues et de tempêtes.

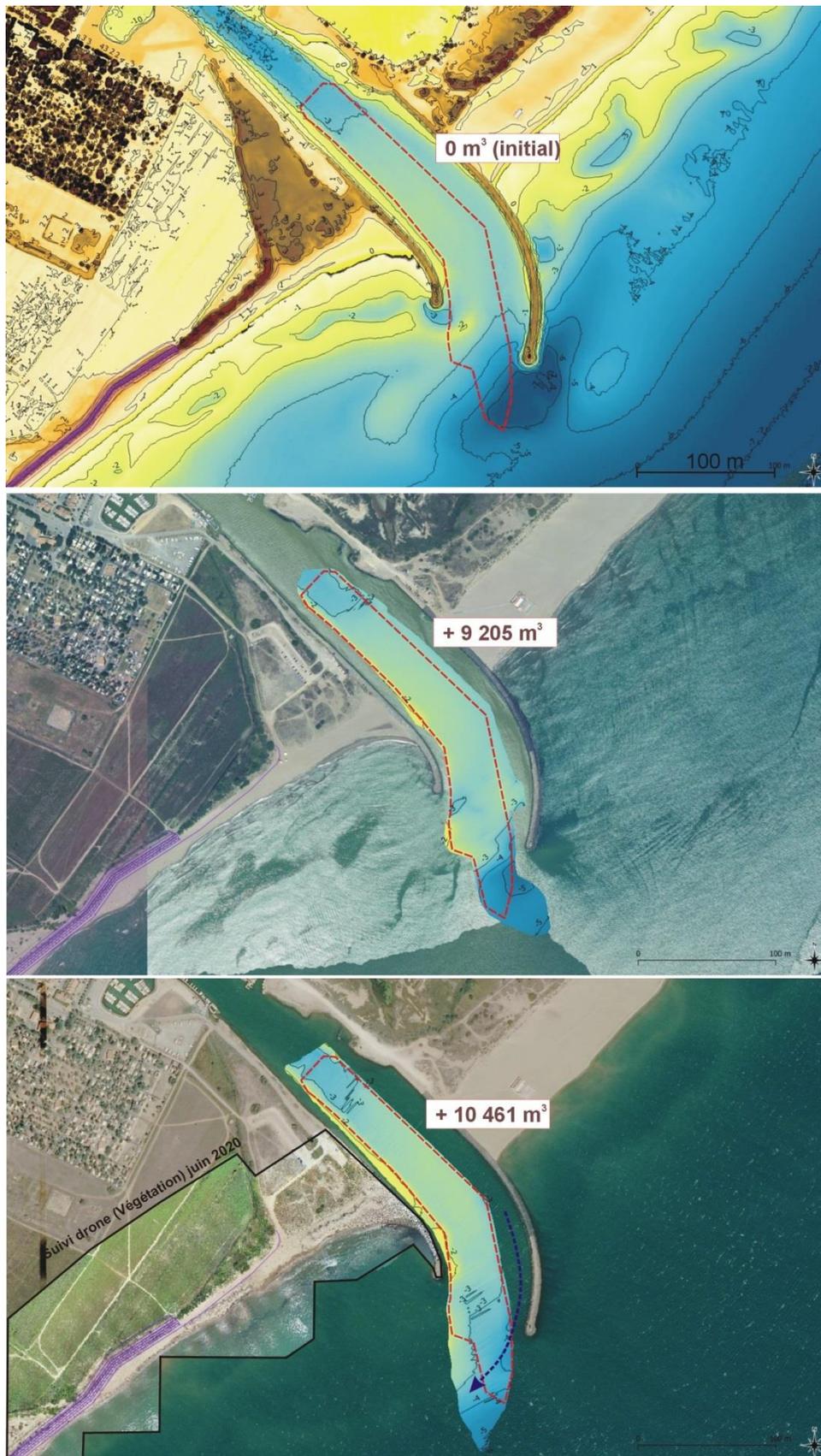


Figure 27 : Evolution de la bathymétrie de l'Aude en 2015, 2018 et 2020 (périodes estivales). Le cadre rouge représente une zone commune de levé sur laquelle des volumes peuvent être calculés par rapport à l'été 2015.

La bathymétrie de l'embouchure se montre nettement ensablée sur toute la berge située en rive droite le long de la digue là où la contrainte d'écoulement fluvial est moindre.

II. Evolution générale de l'érosion sur le secteur depuis 2015

Afin de contextualiser l'évolution du site où a été implanté le nouveau cordon dunaire, un suivi des surfaces et des largeurs de plage est fait depuis 2015 sur le secteur de Fleury décrit ci-dessous et sur le site du nouveau cordon. Si, comme décrit dans le rapport précédent de 2018, le site de Vendres a subi de l'érosion entre les étés 2015 et 2018, en particulier à proximité de Valras, l'évolution de ces 2 dernières années contre l'embouchure est moins préoccupante que du côté des cabanes de Fleury et en particulier sur le site du nouveau cordon où l'érosion s'est encore aggravée entre début septembre 2019 et début juin 2020 comme l'indique le tableau ci-dessous (après avoir reculé de 11 m face au cordon entre 2015 et 2019, la plage a encore perdue 6 mètres supplémentaires).



Figure 28 : différents secteurs pour l'étude du trait de côte

Position moyenne du trait de côte depuis 2015 (en mètres) :

	2015	2019	2020
Zone cordon	0	-11	-17
Cabanes Fleury jusqu'à pissevaches	0	-9	
Vendres	0	-10	

Ainsi, il paraît très clair que si la tempête Gloria a apporté dernièrement de grandes quantités de bois flottés sur des kilomètres de plage entre Fleury et Saint-Pierre-la-mer, l'apport de sable par la crue du fleuve (apport par le lit du cours d'eau) semble lui bien moins clair, voir supposé inexistant.

2.1. Profils topo-bathymétriques suivis en 2015 -2018 -2020

En plus des profils bathymétriques dans l'embouchure de l'Aude et des 6 profils topographiques suivis habituellement depuis 2016 à l'ouest -côté Fleury, deux profils bathymétriques ont été levés en 2018 de part et d'autre de l'embouchure (les profils F1 et Ve1), et 3 autres profils bathymétriques de Fleury se sont rajoutés en 2020 (F2, F2bis et F3). Le plan de ces profils est ici présenté en Figure 29. Certains de ces profils ont été suivis au début des années 2000 par le SMNLR : ce sont les noms de profils « BT-xxxx » indiqués sur la figure.

Afin d'homogénéiser la compréhension des phénomènes, tous les profils topo-bathymétriques transversaux récents seront comparés dans ce rapport avec les données Lidar de 2015.

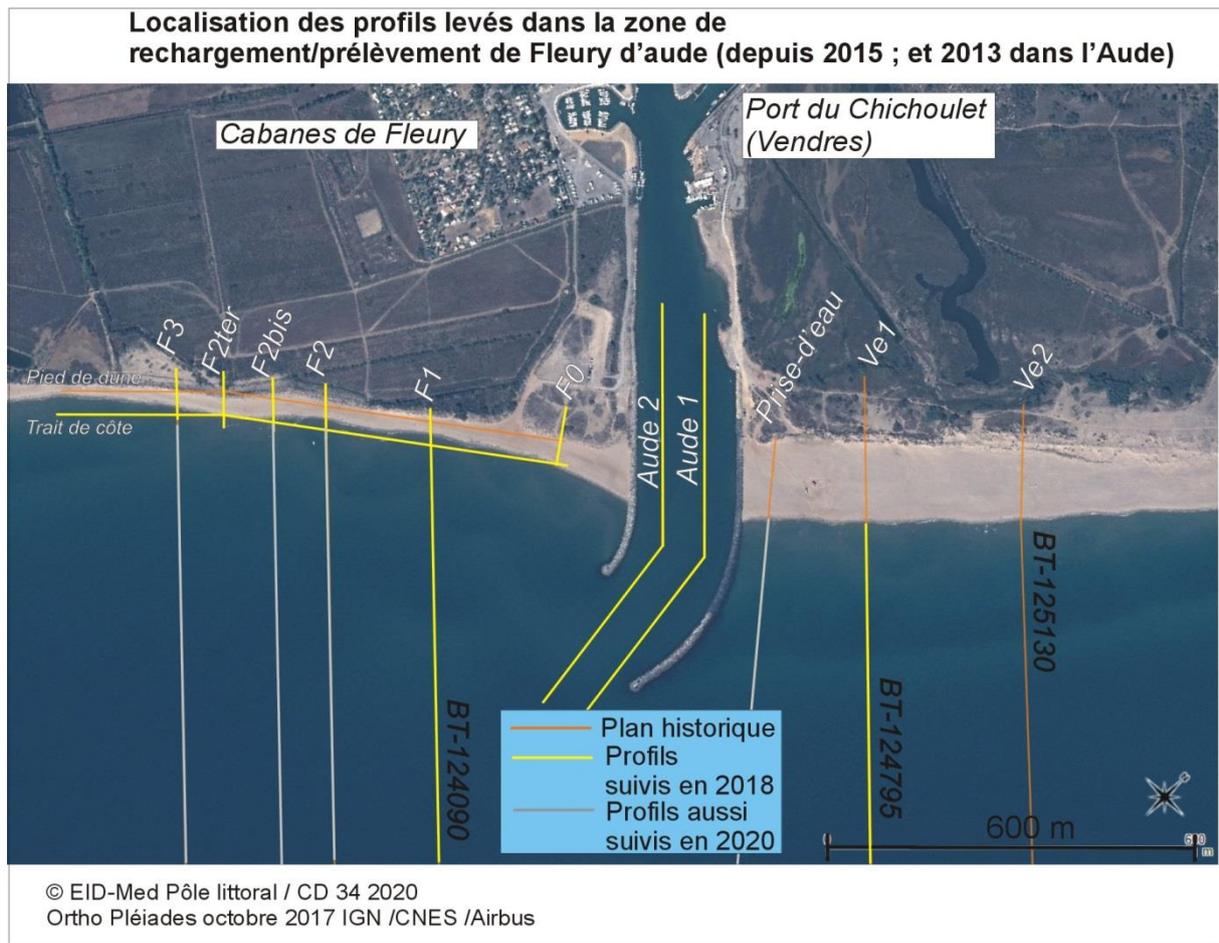


Figure 29 : les profils suivis en 2018 et 2020 sur la zone de Fleury - Vendres (embouchure)

Pour mieux comprendre les évolutions de la partie émergée des profils et de l'érosion du trait de côte (ici creusement du « bas de plage ») la Figure 30 montre les images aériennes disponibles au moment des levés réalisés. Ces images révèlent que l'érosion a été très forte dès l'hiver-2016-2017, puis également lors de l'hiver 2017-2018 (avec la grosse tempête de mars 2018). On note une petite récupération, mais sans retour à l'état initial, pendant la saison 2018-2019. En 2019-2020, il faut noter le dépôt massif de bois flotté sur la plage et des sinuosités marquées de la plage (forme de grands croissants avec des creux et des « caps » du trait de côte) en lien avec les barres sous-marine qui ont varié fortement. Au final les zones les plus creusées en 2020 semblent être sur les profils F1, F2 et F3, en face donc du nouveau cordon.

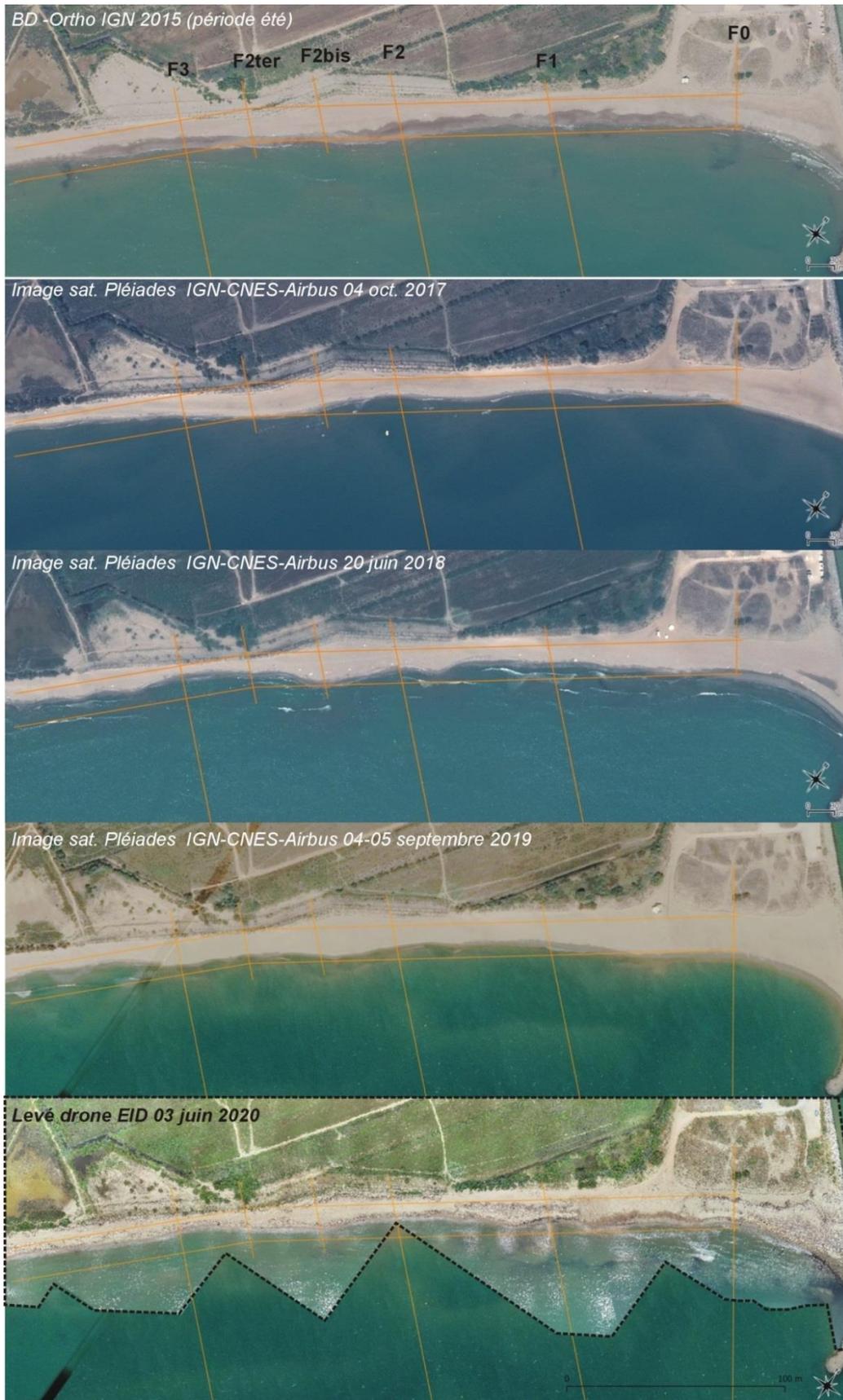


Figure 30 : illustration des mouvements du trait de côte depuis 2015 d'après toutes les images aériennes disponibles sur la zone des profils suivis en topographie correspondant à la zone d'aménagement de la plage et du nouveau cordon

2.2. Evolution des profils topo-bathymétriques

- Bilan général des volumes entre 2015 et 2020

D'après les profils situés à proximité, de part et d'autre de l'embouchure, il apparaît assez clairement que le volume reste plutôt stable, en particulier sur la zone sous-marine. L'érosion qui était initialement présente sur la zone émergée après la phase 2016-2018 sur le profil F1 notamment ne semble pas se poursuivre (légère récupération). Il est étonnant de voir que l'accrétion des fonds directement à l'ouest de l'embouchure est importante, bien que l'endroit se trouve en aval-dérive de l'embouchure. Comme attendu, les fonds en amont-dérive, côté Vendres, accumulent du sable, et cela bien au-delà de la distance en mer que forme l'obstacle des digues, face à l'endroit où le trait de côte a progressé vers la mer, cela malgré le contexte tempétueux entre les étés 2016-2018.

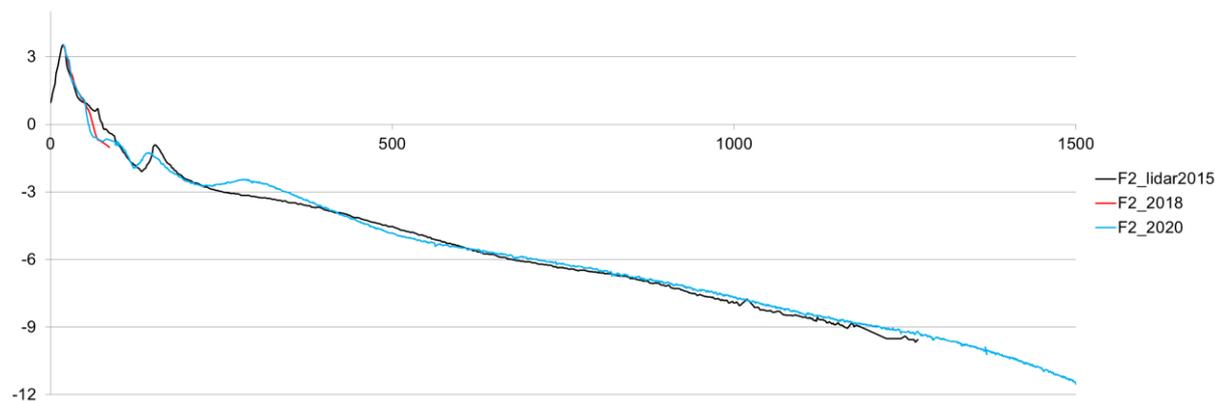
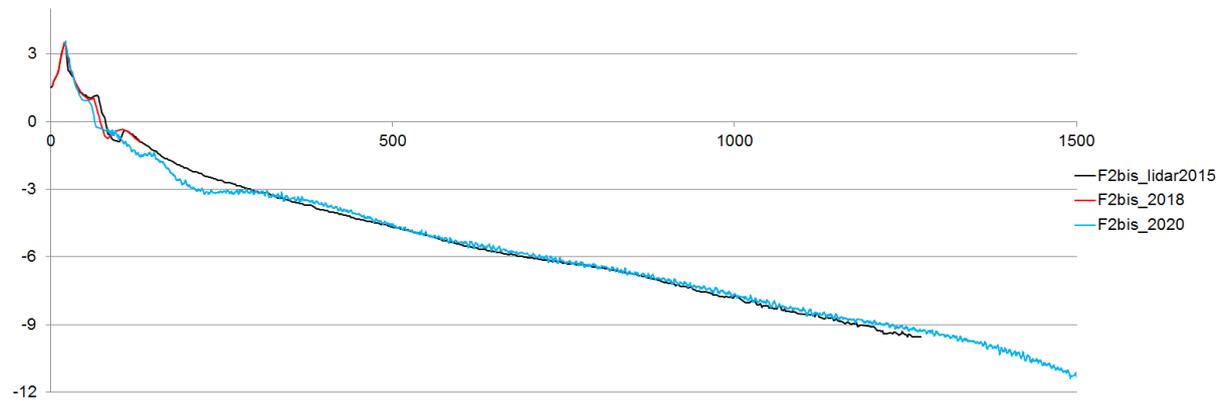
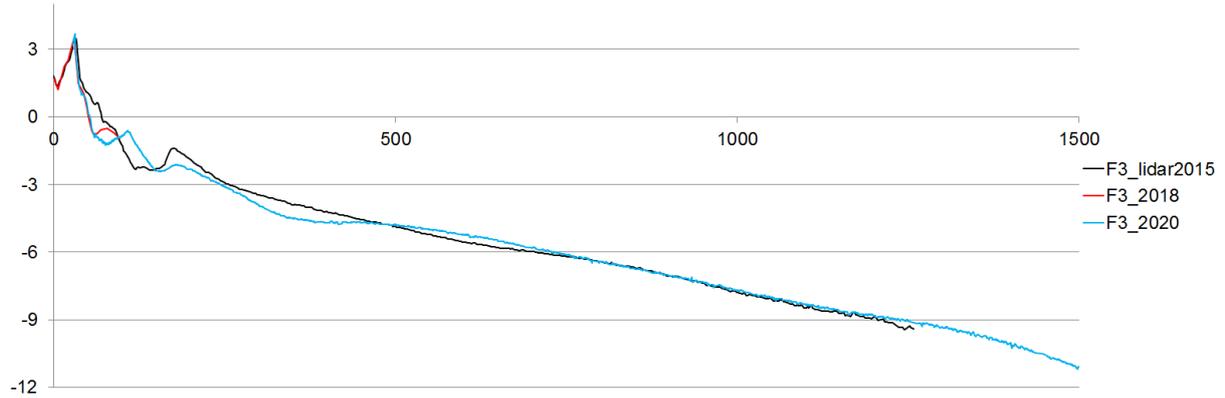
En revanche, il est nettement plus préoccupant de constater que si l'érosion se stabilise directement au contact de la digue, celle-ci progresse vers l'ouest sur toute la longueur de côte face au nouveau cordon. A la fois les volumes émergés et immergés s'amenuisent. Sur les profils les plus en érosion, 20 à 30 m³ ont été perdus entre la crête de dune et le trait de côte entre 2015 et 2020 (pour un recul du trait de côte d'une vingtaine de mètres). Comme pour ce qui a été observé dans d'autres études pour l'encoche d'érosion au nord-est de Vendres, au contact des brise-lames de Valras, il semble ici que l'encoche d'érosion s'élargisse sur une plus grande distance longitudinalement plutôt que de se creuser indéfiniment juste derrière l'ouvrage



Figure 31 : Bilan des volumes pour l'évolution entre les étés 2015 et 2020 des volumes sableux de la plage émergée (volumes au-dessus du niveau de la mer correspondant au Z = 0 m NGF) et les volumes de la zone sous-marine entre le trait de côte et l'isobathe de -7 m (les chiffres sont exprimés en m³ pour une bande de littoral d'un mètre de largeur entre la dune et le large).

- Les profils topo-bathymétriques 2015-2018-2020 en coupe

Les profils bathymétriques entre F3 à F1 montrent d'une manière générale un recul des systèmes de barres en direction du large, avec un dépôt de sable au large de l'ancienne barre externe (bancs de sable immergé le plus au large) visible en 2015. En réponse à cela, la plage émergée (et sa continuité sous l'eau en pied de plage) se creuse fortement, et une nouvelle barre apparaît le plus souvent proche de la plage.



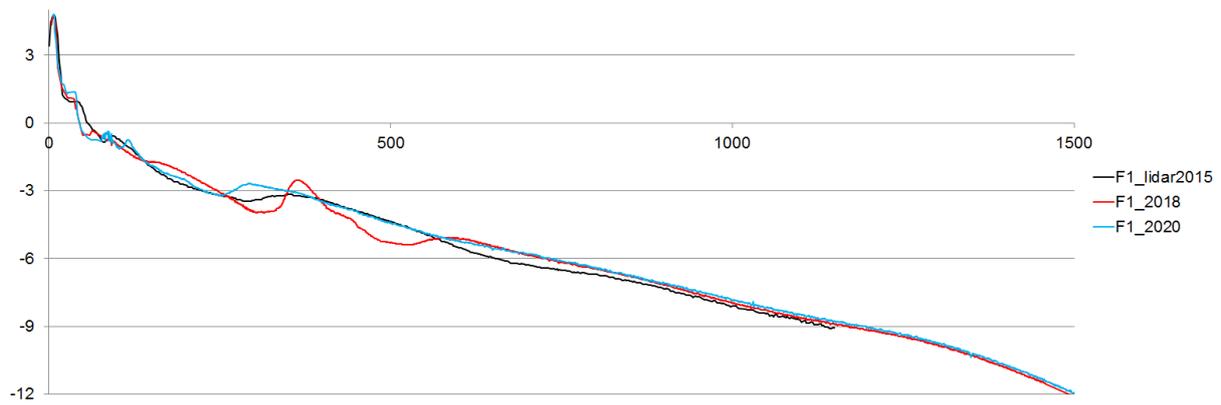
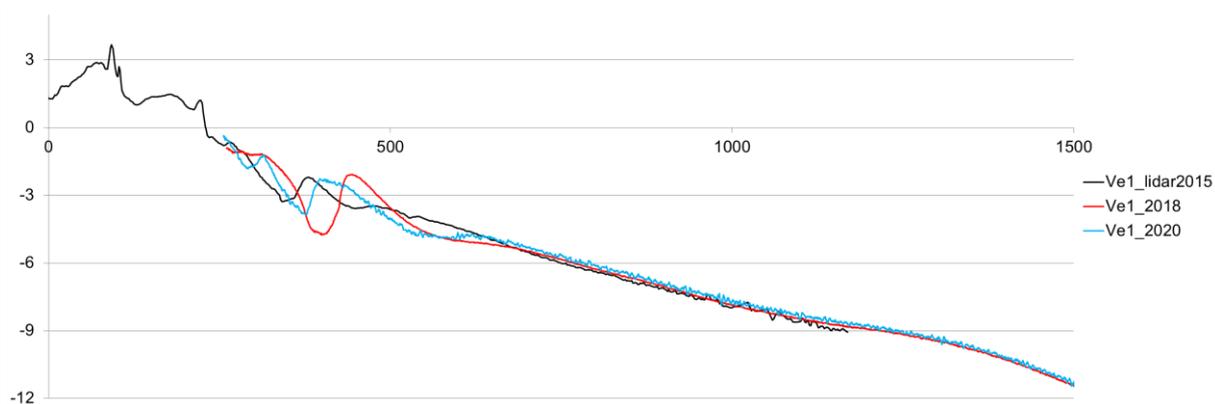
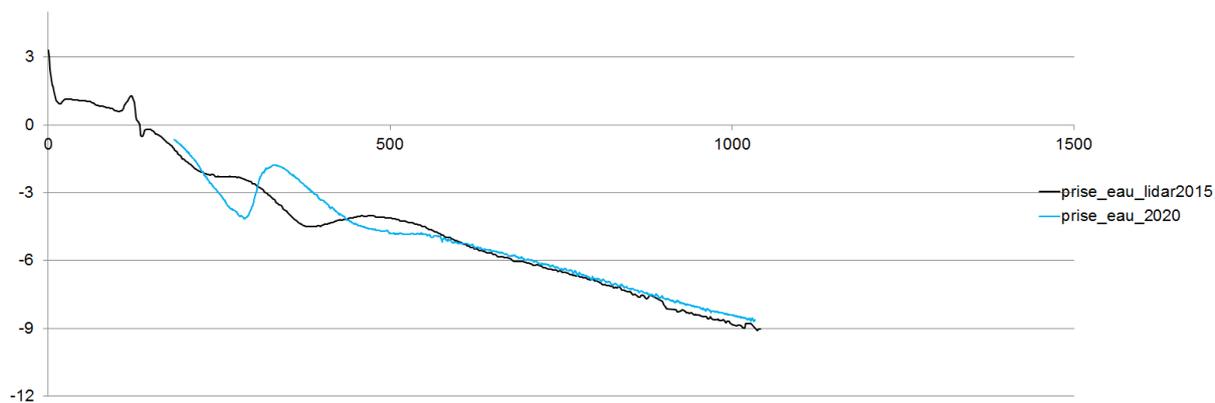


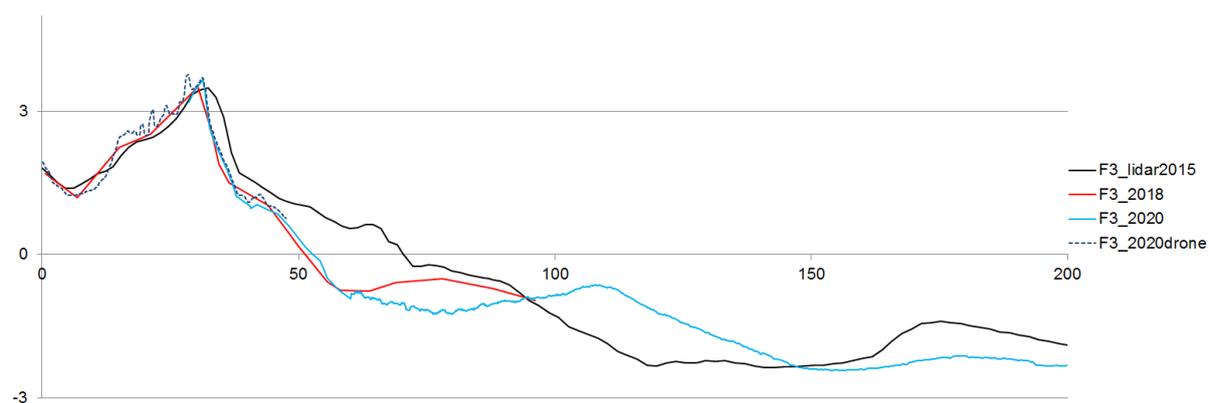
Figure 32 : images aériennes disponibles où sont visibles les motifs de barres d'avant-côte entre 2015 et 2019 (pas d'image encore en 2020)

Du côté de Vendres, le système de barre a aussi reculé vers le large et un système double barres (deux reliefs sous-marin sont bien marqués aujourd'hui entre le trait de côte et la limite des digues de l'Aude en mer), ce que l'on voit surtout apparaître sur le profil Ve1. Même si aucun profil topographique n'a été réalisé depuis le Lidar de 2015, il apparaît nettement que l'avant-plage (pied de plage sous l'eau) ne recule pas autant qu'à l'ouest de l'Aude.



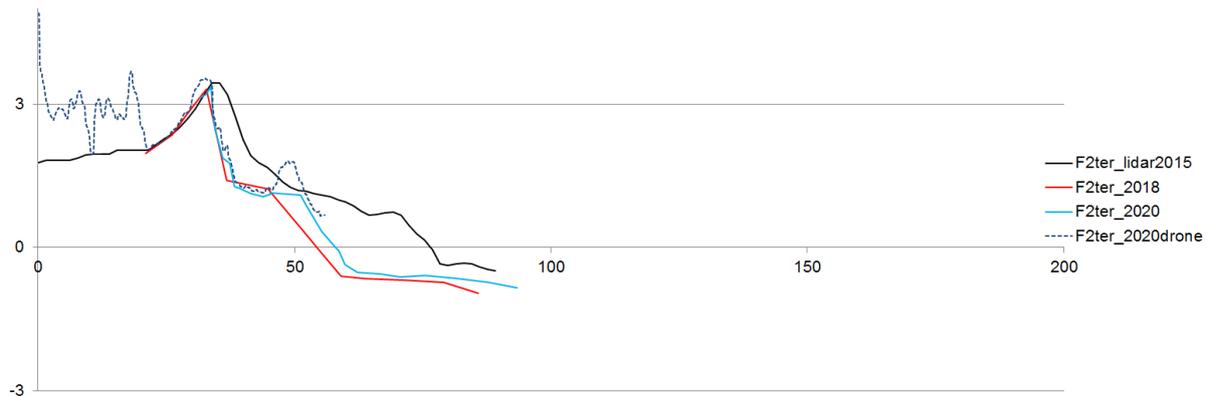
- Zoom sur l'évolution des profils topographiques dans la zone de recharge

Attention !!! : Sur les profils à terre, la donnée topographique issue du levé photogrammétrique drone du 03 juin est aussi présentée, mais en trait pointillé. Cette donnée inclue le relief du sursol correspondant aux plantes dunaires et aux tas de bois sur la plage qui n'ont pas étaient levés à la canne DGPS.

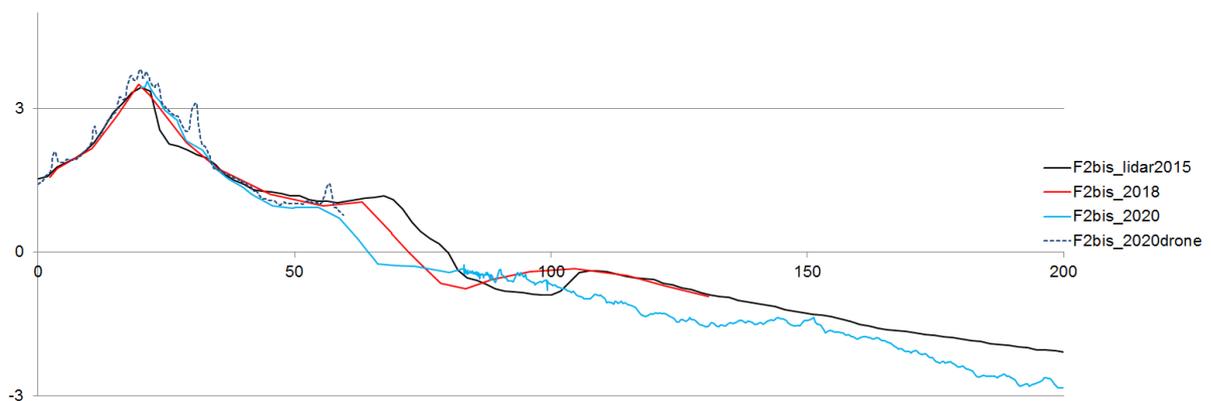


Le profil 3 se situe au droit d'une ancienne brèche restaurée par l'aménagement de 2014. La dune reconstituée par les travaux est toujours présente mais la plage s'est raccourcie et creusée, avec un rétrécissement de près de 20 m de la plage et une érosion marquée du front dunaire. Ce sable arraché à la plage semble se retrouver dans les petits fonds entre 0 m NGF et -2m NGF. Comme pour tous les profils, peut-être à l'exception de F0, la dynamique des barres sur l'avant-côte immergée

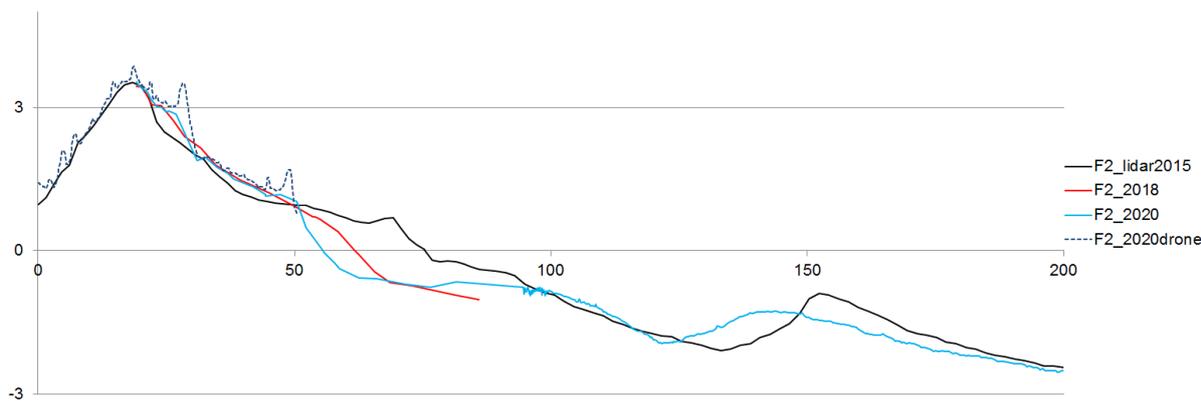
semble très active et contrôle en grande partie les zones d'érosion de la plage en lien avec la modification des barres en festons.



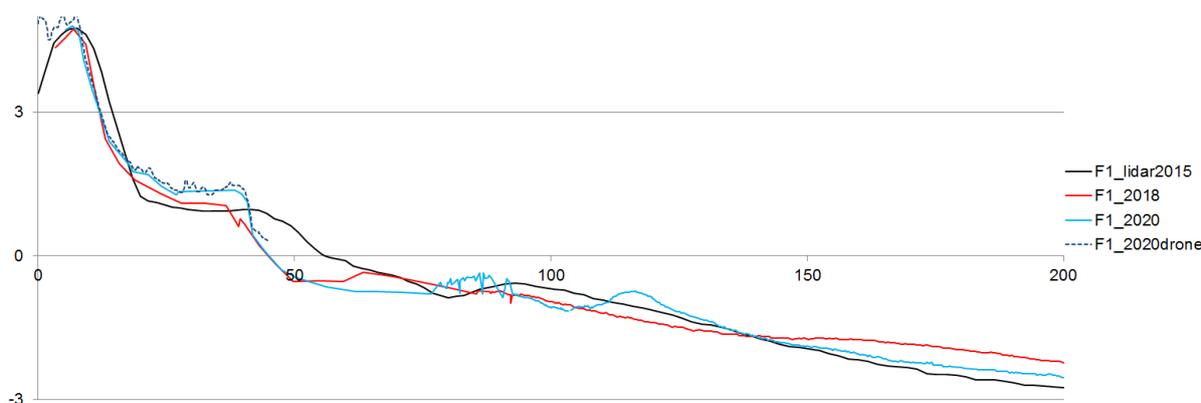
Le profil 2ter était stable sur la période 2015-2016-2017, mais il a subi de plein fouet les changements des trois dernières saisons. Certainement à cause de la tempête de mars 2018 dernier, la plage a reculée de -17,5 m en 2018, emportant aussi la moitié du cordon dunaire côté mer. Le trait de côte a ensuite de nouveau avancé de 4 m jusqu'à aujourd'hui. Le profil réalisé en drone montre l'empilement de bois sur la plage sur le bas de la plage (remaniement de ce bois par les engins mécaniques de la mairie).



Sur le profil 2BIS, toute la plage s'érode également sur toute la période d'étude et sans que le front de la dune en soit largement affecté (n.b. : à cet endroit la dune fait un rentrant vers les terres). Le stock sous-marin d'avant-plage s'amenuise lui fortement. Rappelons que ce profil 2bis se situe au droit de l'une des anciennes brèches décrites dans les rapports précédents (brèche d'avant 2015).

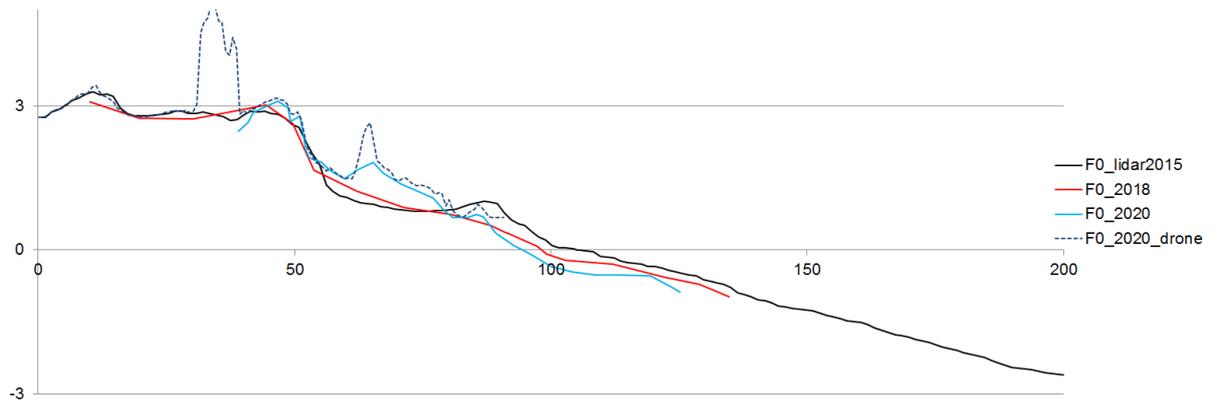


Le profil F2 se situe aussi sur le nouvel ouvrage à un endroit où la dune existante a subi un recul lors des travaux. Si le haut de plage et la dune paraît stable, moyennant un dépôt de sable en mars 2018 puis de bois avec Gloria, ce profil a fortement reculé sur le bas de la plage entre 2015 et 2020.



Le profil F1 est placé sur l'ancienne dune d'altitude plus haute (autour de 4,7 mètre NGF) fortement végétalisée sur sa crête et son revers. La plage est en revanche relativement étroite et en érosion, mais après l'effet intense de 2016-2018, le trait de côte n'a plus reculé aussi brutalement (dans le détail, les images aériennes montrent qu'il a avancé en 2018-2019, puis reculé en 2019-2020). Il est inquiétant de constater, comme pour le reste du cordon qui est aménagé, que la plage est étroite et que le front dunaire a été attaqué à plusieurs reprises chaque hiver, ce qui met à mal la capacité de cicatrisation de la dune. Hormis en pied de plage, la perte sédimentaire sur les fond n'est pas aussi préoccupante ces deux dernières saisons sur cette zone plus proche des digues de l'Aude.

A l'est du profil F1, la plage est dans l'ensemble plus large et un peu moins sujette à l'érosion ces dernières années, dans le sens où le recul du trait de côte n'est pas aussi important. Toutefois, par comparaison des données du Lidar de 2015 et du levé photogrammétrique drone de 2015, d'importante quantité de sable se sont déposées sur le haut de plage, face à une érosion de la partie basse, ce qui montre que la dynamique initiée par les vagues est davantage dans le sens du recul vers les terres (rétrogradation vers les terres du prisme sableux sous l'action des vagues).



Le profil F0 présente une dune chaotique car régulièrement piétinée et qui n'a été que récemment mise en défens avant l'été 2015. Depuis 2015 cette dune est globalement stable, et couverte de bosquets. Il peut être observé un gonflement prometteur de la crête de la dune côté plage. La plage a légèrement évolué, avec une translation du volume de sable vers le haut entre 2015 et 2020. A l'endroit du profil, le trait de côte a légèrement reculé, mais ce n'est pas le cas quelques dizaines de mètres à côté. Une quantité massive de bois s'est accumulée contre la digue lors de la tempête Gloria du 20 janvier, couvrant d'une épaisseur métrique l'ensemble de la plage de tronc, branches et très nombreux débris végétaux (roseaux) ou déchets. Ce bois était encore présent, mais partiellement retiré début juin 2018 à l'ouest du profil F0, face à l'accès à la plage