



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME



GIREPAM

Projet GIREPAM

Gestion Intégrée des Réseaux Écologiques à travers les Parcs et les Aires Marines

Livrable T1.3.6 - Actions pilotes pour les zones marines

Actions pilotes pour la gestion et la restauration des habitats

RAPPORT FINAL

Juillet 2019



Gênes, le 31 juillet 2019

*La cooperazione al cuore del Mediterraneo
La coopération au cœur de la Méditerranée*

Sommaire général

1 Livrable T1.3.6 – Actions pilotes pour les zones marines	3
1.1 <i>Actions pilotes pour la gestion et la restauration des habitats</i>	3
1.1.1 <i>Matériels et méthodes</i>	3
1.1.1.1 Zone d'étude.....	3
1.1.1.2 Activité de terrain.....	4
1.1.1.3 Traitement des données.....	5
1.1.2 <i>Résultats</i>	6
1.1.3 <i>Discussions</i>	9
1.1.4 <i>Conclusions</i>	11
2 Bibliographie.....	12

1 Livrable T1.3.6 - Actions pilotes pour les zones marines

1.1 Actions pilotes pour la gestion et la restauration des habitats

1.1.1 Matériels et méthodes

1.1.1.1 Zone d'étude

Les recherches effectuées pour réaliser ce livrable se concentrent le long de la côte ligure orientale, dans l'Aire Marine Protégée (AMP) de Portofino, entre Camogli et Santa Margherita Ligure (Ligurie, Italie). La surveillance des herbiers à *Posidonia oceanica* dans la zone concernée est effectuée périodiquement depuis 2005.

Les données ont été collectées dans 4 sites au sein de l'AMP de Portofino, répartis le long des flancs est et ouest du promontoire. Les herbiers étudiés sont notamment les suivants :

- San Rocco : le site examiné se situe entre la commune de Camogli et le petit port de Porto Pidocchio, à l'ouest du promontoire de Portofino. Cette zone abrite un vaste herbier, qui s'étend de 5 m jusqu'à une profondeur maximale de 30 m, le long d'un linéaire côtier d'environ 2,7 km, avec une superficie totale de 55 ha. La limite supérieure est située entre 5 m et 10 m de profondeur et la limite inférieure entre 20 m et 30 m. La partie de la prairie la plus proche de la côte est installée sur roche, tandis qu'entre 15 et 25 m elle se développe sur *matte*, avec un fond sableux d'où émergent localement des affleurements rocheux. Dans cette bande bathymétrique, la présence de la plante est discontinue et sa limite inférieure est plutôt superficielle (environ 20 m) ; vers le sud, en correspondance du village de S. Rocco, la limite inférieure se situe autour de l'isobathe de 30 m.

Vers le sud, la répartition de la plante devient fragmentaire, avec présence de *matte* morte, qui forme une bande affectée par des phénomènes évidents de déchaussement et des phénomènes étendus d'érosion (Diviacco & Coppo, 2006).

- Cala Niasca : le site se trouve sur le flanc est du promontoire, où la prairie à *Posidonia oceanica* s'étend entre 3 et 7 m de profondeur, avec une forte présence de *matte* morte, tant vers la côte que vers le large, où elle atteint 17 m de profondeur (Diviacco & Coppo, 2006) ; les limites supérieure et inférieure ont donc régressé (Baudana, 2005).
- Punta della Cervara : dans cette zone, l'herbier s'étend sur 1300 m, sur une superficie totale d'environ 20 ha ; toutefois, 2 ha sur 20 sont formés d'une mosaïque de *matte* vivante et de *matte* morte, tandis que la *matte* morte s'élève à environ 7 ha (Diviacco & Coppo, 2006). Le développement bathymétrique se situe entre 3 m et 15 m environ.

Il s'agit d'une formation allongée dans sa partie sud, autour de Punta della Cervara, qui forme un étroit corridor au pied de la falaise, entre 5 et 10 m de profondeur, et qui se déploie ensuite

vers Punta Pedale.

À la limite inférieure, la couverture diminue pour faire place à une vaste bande de *matte* morte, qui atteint une profondeur de 18 m (Baudana, 2005) ; la limite supérieure est au contraire très proche de la côte et en contact étroit avec la falaise.

- Punta Pedale : comme les conditions hydrodynamiques et le niveau de pression anthropique changent profondément sur le flanc est du promontoire de Portofino sous l'influence de l'embouchure du torrent Entella et du poids des activités anthropiques, les herbiers à *P. oceanica* occupent une bande bathymétrique assez superficielle. La faible transparence des eaux amène rarement la limite inférieure en dessous de 15 m de profondeur, mais la présence de nombreuses baies et criques permet de trouver des formations affleurantes, désormais rares dans le contexte ligurien (Diviacco & Coppo, 2006).

La cause probable du processus de régression de l'herbier à posidonies est la décharge de matériaux terreux réalisée dans les années '70 juste au nord de Punta Pedale, aujourd'hui largement stabilisée par des ouvrages de protection, ainsi que d'autres dépôts réalisés dans les années '90 au sud de Punta Pedale afin de créer une plage artificielle (Diviacco & Coppo, 2006).

1.1.1.2 Activité de terrain

L'activité de terrain a été menée par le biais de recensements visuels directs, effectués par deux opérateurs en plongée sous-marine avec un appareil respiratoire autonome (ARA). Le présent travail est basé sur la collecte de données relatives à 4 herbiers à posidonies, situés au sein de l'AMP de Portofino, qui a eu lieu dans les années 2005, 2011 et 2018 pendant la saison estivale (entre les mois de juin et octobre). Pour cette dernière année, des échantillons ont été prélevés dans la période précédant l'onde de tempête qui a frappé la côte ligurienne le 29 octobre 2018 et aussi par la suite, pour évaluer les éventuels dommages subis par les herbiers.

Pour chaque site étudié, un transect perpendiculaire à la ligne de rivage (transect de profondeur) a été mis en place, matérialisé par l'utilisation d'un ruban gradué en mètres positionné grâce à un GPS (Global Positioning System) avec les coordonnées des points de départ et d'arrivée.

Le recensement visuel a été effectué par deux plongeurs sous-marins, afin de pouvoir comparer les données à la fin de la plongée, placés à une distance d'environ 2 m du ruban gradué (Montefalcone, 2009). L'estimation visuelle peut être affectée par des erreurs tant subjectives que dues à la turbidité des eaux.

En remontant depuis la limite inférieure, le long du ruban, des données concernant la profondeur et le recouvrement des différents secteurs (pourcentage de *P. oceanica* vivantes, *matte* morte, sable et roche), mais aussi la profondeur et la typologie de la limite inférieure (par exemple clairsemée, franche, érosive ou régressive) de l'herbier ont été notées (sur des petits tableaux spéciaux en PVC).

Les transects sur les 4 sites analysés (S. Rocco, Cala Niasca, Punta della Cervara et Punta Pedale) ont été mis en place le long d'un ruban gradué de longueur variable selon la répartition de

l'herbier, en plaçant les extrémités du ruban à des profondeurs minimales et maximales différentes en fonction des limites supérieures et inférieures (tableau 1).

Site	Longueur du ruban (m)	Profondeur minimale (m)	Profondeur maximale (m)
S. Rocco	260,0	5,0	30,0
Cala Niasca	116,5	1,8	11,7
Punta della Cervara	189,0	1,4	14,9
Punta Pedale	230,0	3,6	17,3

Tableau 1. Longueur, profondeur minimale et maximale des transects mis en place sur les sites analysés

Les observations de terrain sur les sites susmentionnés ont été menées entre 2005 et 2018. Le tableau 2 indique les années de mise en place des transects pour les différents sites.

Site	2005	2011	2018 – avant onde de tempête	2018 – après onde de tempête
S. Rocco	X	X	X	X
Cala Niasca	X			X
Punta della Cervara	X	X	X	X
Punta Pedale	X	X	X	X

Tableau 2 Années de mise en place des transects sur les sites analysés

1.1.1.3 Traitement des données

Une première caractérisation et étude des herbiers à *Posidonia oceanica* a été possible grâce à l'utilisation de l'Indice de Conservation (CI - Conservation Index), un indice écologique qui permet d'évaluer la qualité et l'état de santé de l'ensemble du milieu marin côtier (Montefalcone, 2009).

Le CI permet d'estimer l'état de santé de l'herbier en mesurant l'abondance relative de *matte* morte par rapport aux *P. oceanica* vivantes (Montefalcone, 2009). Le CI est donc capable de représenter les dommages subis par les herbiers de *P. oceanica* observés visuellement lors du prélèvement d'échantillons en plongée sous-marine (Abadie et al., 2016).

L'Indice de Conservation est calculé par la formule suivante :

$$CI = P / (P + D)$$

Où:

P est le % de recouvrement par *Posidonia oceanica* vivantes,

D est le % de recouvrement par *matte* morte (Moreno et al., 2001).

La valeur maximale est 1, qui correspond à un herbier où la *matte* morte est totalement absente. Une valeur égale à 0 indique en revanche un herbier qui a régressé, caractérisé uniquement par la *matte* morte.

Le CI comprend cinq classes d'état écologique (Montefalcone, 2009), figurant au tableau 3

CI	STATO ECOLOGICO
≥0,9	high
0,7-0,9	good
0,5-0,7	moderate
0,3-0,5	poor
<0,3	bad

Tableau 3. Classes d'état écologique du CI (Montefalcone et al., 2009)

1.1.2 Résultats

Le tableau 4 résume les résultats obtenus concernant l'état écologique des herbiers de *P. oceanica* considérés (S. Rocco, Cala Niasca, Punta della Cervara et Punta Pedale) entre 2005 et 2018.

Site	Indice de Conservation (CI)			
	2005	2011	2018 - avant	2018 - après
San Rocco	0,9	0,7	0,7	0,7
Cala Niasca	0,3			0,8
Punta Pedale	0,3	0,7	0,7	0,4
Punta della Cervara	0,6	0,7	0,7	0,5

Tableau 4 Tableau récapitulatif des valeurs de l'Indice de Conservation (CI). Les cases colorées indiquent la classification selon la littérature présentée au **tableau 3**

S. Rocco

En 2005, le premier segment du transect, jusqu'à la bathymétrie de 15 m, est principalement caractérisé par *Posidonia oceanica* sur substrat rocheux. L'herbier présente une couverture de 20% aux premiers mètres de profondeur. Il se poursuit vers le fond avec des recouvrements progressifs de *P. oceanica* sur *matte* morte (80%-100%) jusqu'à 21 m, profondeur après laquelle les phanérogames se présentent en pourcentage plus faible sur substrat sableux jusqu'à 29,7 m. À cette dernière profondeur, la limite inférieure, clairsemée, est stabilisée. Au-delà de cette bathymétrie, on retrouve de la *matte* morte, avec recouvrements de 90 à 100 %.

Les valeurs de l'Indice de Conservation indiquent un état écologique particulièrement élevé pour ce site ; selon la classification tirée de la littérature (Montefalcone et al., 2009), un état de conservation "high" est enregistré, avec une valeur de 0,9.

En 2011, le transect montre une distribution de *P. oceanica* sur substrat rocheux (60%) jusqu'à environ 9 m de profondeur, après laquelle la *matte* morte apparaît avec des pourcentages entre 10 et 35%. La limite inférieure est clairsemée, à une profondeur de 26,4 m.

L'évaluation au moyen de l'Indice de Conservation montre un changement de classe de l'état écologique, qui est de type "good" avec une valeur de 0,7.

Ce même transect a été répété en 2018, durant la période estivale précédant l'onde de tempête, où une prédominance de *P. oceanica* sur substrat rocheux (60-70%) jusqu'à environ 10,6 m est

observée. Puis, de 12 à 23 m, on constate également la présence de *matte* morte avec des pourcentages compris entre 10 et 35%. De 23 à 26,5 m environ, profondeur à laquelle se situe la limite inférieure, le fond est caractérisé par un paysage en mosaïque, avec présence de *P. oceanica* et de *matte* morte en pourcentages égaux.

La valeur de CI obtenue est de 0,7, ce qui correspond à un état écologique "good".

Suite à l'onde de tempête, survenue en octobre 2018, le transect montre une répartition dominante de *P. oceanica* sur roche jusqu'à environ 10 m. Entre 10 et 20 m, les phanérogames se développent en revanche sur sable, puis cèdent la place à un substrat constitué principalement de *matte* morte.

La valeur de CI indique un état écologique "good" selon la classification tirée de la littérature (Montefalcone et al., 2009) ; une valeur de 0,7 est constatée.

Cala Niasca

En 2005 le transect présente une alternance entre *P. oceanica* sur *matte* morte, avec des pourcentages respectifs d'environ 70% et 30%, et un paysage en mosaïque sur toute la longueur du transect.

Les valeurs de CI indiquent un mauvais état écologique pour ce site ; selon la classification tirée de la littérature (Montefalcone et al., 2009), un état de conservation "poor" est constaté, avec une valeur de 0,3.

Après l'onde de tempête, le transect est principalement caractérisé par *P. oceanica* sur *matte* morte jusqu'à une profondeur de 5 m, cédant ensuite la place à un substrat essentiellement sableux jusqu'à la limite inférieure, franche, située à une profondeur de 8,5 m.

La valeur de CI indique un état écologique "good", avec une valeur de 0,8.

Punta della Cervara

En 2005, le transect présente une étendue de sable allant jusqu'à 4 m, où il est possible d'observer la présence de *P. oceanica* sur roche (50-70%), puis de phanérogames sur *matte* morte (de 10 à 80%). Ensuite, un paysage en mosaïque domine, avec de petites taches de sable réparties jusqu'à la limite inférieure, franche.

L'évaluation de l'herbier par le CI montre une valeur de 0,6, qui représente un état défini comme "moderate".

En 2011 l'herbier est dense, avec des pourcentages de couverture allant de 80 à 100 % jusqu'à environ 6 m. Entre 7 et 8,5 m, on observe la présence de *matte* morte, puis un paysage en mosaïque jusqu'à la limite inférieure. Cette dernière est, dans ce cas, franche, située à environ 15 m de profondeur.

La valeur de CI obtenue est de 0,7 qui, selon la classification tirée de la littérature (Montefalcone et al., 2009), représente un état écologique de type "good".

Durant l'été 2018, avant l'onde de tempête, le transect montre une alternance de *P. oceanica* sur

substrat sableux et de *matte* morte jusqu'à 10,4 m. Ensuite, la présence de phanérogames sur *matte* morte domine, avec des pourcentages d'environ 70% pour *P. oceanica* et 30% pour *matte* morte, jusqu'à environ 14 m. A cette profondeur se situe la limite inférieure, franche.

L'état écologique constaté pour ce transect est de type "good", avec une valeur de 0,7.

Après l'onde de tempête, ce même transect révèle la présence de taches de *P. oceanica* avec feuilles déchirées aux premiers mètres de profondeur, cédant ensuite la place à *P. oceanica* et *matte* morte (60%) autour de 3 m. Puis domine la présence de phanérogames sur substrat sableux, avec couverture entre 50 et 70%, jusqu'à 11,8 m. À partir de là, on relève la présence de *matte* morte avec des pourcentages allant de 50 à 70 % jusqu'à 14,2 m. À cette profondeur se situe la limite inférieure, franche. Le long de ce transect des *P. oceanica* ensablées ont été observées à une profondeur d'environ 13 m.

La valeur de CI calculée pour ce transect est de 0,5, ce qui représente un état écologique de type "poor".

Punta Pedale

En 2005, le transect présente de petites taches de *P. oceanica* sur roche et *matte* morte jusqu'à 6 m de profondeur. Ensuite, on constate la présence de 100% de *matte* morte jusqu'à 6,7 m et de *P. oceanica* sur *matte* morte avec des pourcentages croissants allant de 20 à 70% jusqu'à 13,5 m. À partir de 14 m, le paysage se présente en mosaïque avec un faible pourcentage de *P. oceanica* et un pourcentage élevé de *matte* morte. La limite inférieure, franche, est visible à une profondeur de 17 m.

L'évaluation au moyen de l'Indice de Conservation montre un état écologique "poor", conformément à la classification tirée de la littérature (Montefalcone et al., 2009), avec une valeur de 0,3.

En 2011, l'herbier le long du transect montre une prédominance de *P. oceanica* sur *matte* morte, avec une couverture d'environ 60 à 90% pour les phanérogames et de 10 à 40% pour la *matte* morte, jusqu'à 15 m. Après cette profondeur, seule la *matte* morte est observée. La limite inférieure franche se situe à 15 m.

La valeur de CI calculée pour ce transect est de 0,7, ce qui représente un état écologique de type "good".

En 2017, le paysage caractérisant les premiers mètres de l'herbier est principalement constitué d'une étendue sableuse allant jusqu'à environ 8,5 m avec présence de taches de *P. oceanica* entre 5 et 6 m (10 à 20%). Après cette profondeur, l'herbier augmente progressivement et la répartition est uniforme (de 50 à 100 %). Autour de 13,6 m, les phanérogames et la *matte* morte présentent les mêmes pourcentages de couverture (50%) formant un paysage en mosaïque. À partir de 14,6 m, il ne reste plus que de la *matte* morte. À cette dernière profondeur se situe la limite inférieure franche.

L'évaluation de l'herbier au moyen de l'Indice de Conservation montre un état écologique "good", avec une valeur de 0,7.

Après l'onde de tempête, le transect montre la présence de *P. oceanica* sur substrat sableux avec des pourcentages croissants (de 20 à 60%) dès les premiers mètres jusqu'à environ 6,5 m. Ensuite, une étendue de sable allant jusqu'à 7,4 m est observée. A partir de là, les phanérogames se développent sur *matte* morte jusqu'à 15 m, où le pourcentage de cette dernière augmente (80%) et la limite inférieure régressive est attestée.

À environ 7,1 m, l'herbier est ensablé.

L'état écologique calculé pour ce transect est de type "poor", avec une valeur de 0,4.

1.1.3 Discussions

L'utilisation de l'Indice de Conservation comme mesure synthétique de l'état de conservation des *P. oceanica* se révèle efficace pour les herbiers étudiés, où les zones de *matte* morte observées sont principalement le résultat d'impacts anthropiques (Peirano et Bianchi, 1997).

L'approche utilisée dans l'étude des *P. oceanica* a permis une évaluation complète de l'état de santé des herbiers examinés au sein de l'AMP de Portofino.

S. Rocco

L'herbier à *P. oceanica* sur le site de S. Rocco montre un changement de classe de son état écologique, passant d'un état défini comme "high" à un état identifié comme "good". Ce changement ressort clairement du pourcentage de couverture de *P. oceanica* et de *matte* morte : en effet, en 2005, une plus grande surface analysée le long du transect était couverte par des phanérogames sur sable, alors qu'en 2011, seule la *matte* morte domine.

La profondeur de la limite inférieure confirme également le passage de l'herbier d'un meilleur état de santé à un état de santé moins bon, puisque lors du premier prélèvement d'échantillons, cette limite se situait à environ 29,7 m, alors qu'en 2011, elle se situe à des profondeurs inférieures à 26,4 m.

Les causes de ce changement pourraient être attribuées aux glissements de terrain survenus en 2010, qui ont entraîné une évolution en termes de dynamique géomorphologique le long du flanc ouest du promontoire entre Castellaro et Lo Scalo. À la suite de cet événement, l'accès piéton par les sentiers aux criques et aux falaises du littoral situées entre les endroits susmentionnés a été interdit par l'arrêté n° 38 du 08.07.2010.

Dans les années suivant 2011, l'état de santé de l'herbier se stabilise, comme en témoignent les transects mis en place en 2018, en restant dans la même classe de santé.

Un symptôme d'aggravation de l'état écologique se manifeste à la suite de l'onde de tempête survenue au mois d'octobre, après laquelle la typologie de la limite inférieure passe de clairsemée à régressive. Alors que dans le premier cas, la *matte* est généralement absente et le pourcentage de recouvrement des plantes, qui diminue progressivement, est inférieur à 50%, dans le second cas, la présence de *matte* morte indique la régression de l'herbier, ce qui est normalement dû à une augmentation de la turbidité des eaux.

Cala Niasca

L'étude de l'herbier de Cala Niasca fait apparaître une amélioration de l'état de santé écologique au fil du temps, puisque d'un état "poor" en 2005 l'herbier est passé à un état "good" en 2018.

Cette situation est illustrée par l'augmentation de la surface couverte par *P. oceanica* sur sable entre 5 et 8,5 m, alors qu'en 2005 la couverture de *matte* morte était prédominante.

L'interdiction de mouillage imposée lors de la création de l'Aire Marine Protégée le 26 avril 1999 a peut-être conduit à une amélioration de l'état de santé de l'herbier abrité à l'intérieur du périmètre côtier de la crique, ce qui a garanti le développement de l'herbier.

En revanche, il n'a pas été possible d'établir une comparaison avec les valeurs relatives à l'état de santé en 2018 avant et après l'onde de tempête, car les données ont été relevées dans la période suivant cet événement météo-marin.

Punta della Cervara

L'étude de l'herbier de Punta della Cervara fait apparaître une amélioration de l'état de santé écologique, qui passe de "poor" à "good", entre 2005 et 2011. Cela pourrait être dû à l'interdiction de mouillage imposée en 2010 et 2011 pendant toute la période estivale dans le cadre de la compétition de natation amateur "Il Miglio Blu" qui a eu lieu dans l'AMP de Portofino, ce qui a permis un meilleur développement de l'herbier en l'absence d'impacts dus à l'activité nautique.

Un autre changement peut être observé en comparant les transects mis en place avant et après l'onde de tempête d'octobre 2018. En effet, on enregistre une dégradation de l'état écologique de "good" à "poor", que l'on peut constater, par exemple, en observant in situ une partie de l'herbier à *P. oceanica* recouverte de sable à environ 13 m et une partie principalement caractérisée par des feuilles déchirées aux premiers mètres de profondeur du prélèvement d'échantillons après l'onde de tempête.

Punta Pedale

L'étude de l'herbier de Punta Pedale fait apparaître une légère évolution, entre 2005 et 2011, d'un état de santé "moderate" à un état de santé "good".

Cela pourrait être dû à l'interdiction de mouillage imposée en 2010, 2011 et 2012 dans le cadre de la compétition de natation amateur "Il Miglio Blu", ce qui a permis aux plantes de retrouver un meilleur état de santé.

Après 2011, l'état écologique de l'herbier se stabilise à un état "good", avec une caractérisation plus ou moins similaire et une limite inférieure autour de 15 m.

Cependant, à la suite de l'onde de tempête, l'état écologique de l'herbier se détériore, passant d'un état "good" à un état "poor".

L'événement météo-marin pourrait avoir affecté la capacité des phanérogames à mener leur activité de photosynthèse, étant donné la quantité de sable observée le long du transect sur les

feuilles des plantes, ce qui a provoqué leur recul, comme le montre également l'évolution de la limite inférieure de franche à régressive.

1.1.4 Conclusions

Les herbiers de phanérogames sont largement reconnus comme étant des écosystèmes marins clés (Hemminga & Duarte, 2000), car ils représentent un habitat capable de rendre de nombreux services utiles aux activités côtières. Ce sont en effet l'un des écosystèmes les plus riches et les plus diversifiés de la zone côtière : un hectare d'herbier peut accueillir jusqu'à 350 espèces animales différentes.

Cependant, au siècle dernier, l'urbanisation généralisée le long de la bande côtière a provoqué des changements radicaux dans les systèmes marins. Cela est particulièrement vrai pour la mer Méditerranée, dont le littoral est aujourd'hui urbanisé pour les deux tiers (Montefalcone et al., 2009).

Trouver les bonnes méthodes pour prédire l'ampleur de l'impact sur les écosystèmes et la réaction de ces derniers aux facteurs de stress est une priorité pour formuler des stratégies visant à arrêter le déclin (Côté et al., 2016). Comme *Posidonia oceanica* est une espèce très sensible aux variations environnementales, elle permet une bonne caractérisation du paysage marin côtier : l'utilisation de bio-indicateurs permet de déterminer l'impact et la progression de la pression anthropique sur l'état de santé des biocénoses (Rainbow & Phillips, 1993) au fil du temps.

L'importance des phanérogames dans le maintien de l'équilibre côtier, tant écologique que physique, étant reconnue dans le monde entier (Walker, 1992 ; Boudouresque & Meisnez, 1982), une évaluation de l'état de santé de quelques herbiers à *P. oceanica* le long du promontoire de Portofino a été réalisée afin de déterminer la conservation de l'habitat dans le temps et tout changement dû à des altérations anthropiques ou naturelles.

Les résultats obtenus à partir de l'analyse en appliquant l'indice de conservation CI ont fait ressortir des situations différentes pour les quatre sites étudiés.

D'après la comparaison des valeurs de recouvrement, sur la période 2005-2011, le long du transect de S. Rocco, il est apparu que l'herbier a subi une détérioration de son état de santé, probablement due à un glissement de terrain, survenu en 2010, sur le flanc ouest du promontoire. En effet, le roulement de blocs rocheux et le glissement de terrain meuble pourraient avoir provoqué une augmentation de la turbidité des eaux, qui aurait empêché les plantes de réaliser leur activité de photosynthèse, limitant ainsi leur développement.

Cependant, entre 2011 et 2018, il semble que l'état de l'herbier soit resté constant, sans augmentation des zones de *matte* morte. Une seule altération, suite à l'onde de tempête en octobre 2018, est identifiée dans la régression de la limite inférieure de l'herbier.

Cette situation pourrait prouver que *P. oceanica* est très sensible aux perturbations d'origine naturelle. Cela a d'ailleurs été confirmé par l'étude des herbiers situés le long du flanc est du promontoire, et notamment ceux de Punta della Cervara et de Punta Pedale.

Dans les deux cas, lors du prélèvement d'échantillons effectué après l'onde de tempête, la présence de sable recouvrant une partie des herbiers a été constatée, ce qui pourrait avoir perturbé la croissance des plantes, entraînant leur régression. Cela est également attesté par l'évolution de la limite inférieure de franche à régressive, qui a entraîné une dégradation de l'état écologique de l'herbier.

Cependant, les phénomènes météo-marins et les glissements de terrain ne sont pas les seuls facteurs de forçage qui affectent la santé des phanérogames.

2 Bibliographie

- Abadie, A., Lejeune, P., Pergent, G., Gobert, S., 2016. From mechanical to chemical impact of anchoring in seagrasses: the premises of anthropogenic patch generation in *Posidonia oceanica* meadows. *Marine Pollution Bulletin* 109,61–71.
- Baudana, M. (2005). Stato attuale ed evoluzione recente delle praterie di *Posidonia oceanica* presenti lungo il versante orientale del Promontorio di Portofino. Tesi di laurea in Scienze Ambientali, Università di Genova.
- Boudouresque, C.F., Meisnez., A. (1982). Découverte de l'herbier de Posidonie - Cahier n.4. Parc National de Port-Cros, Hyères.
- Côté, I.M., Darling, E.S., Brown, C.J. (2016). Interactions among ecosystem stressors and their importance in conservation. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 283, 20152592.
- Diviacco, G., Coppo, S. (2006). Atlante degli habitat marini della Liguria: descrizione e cartografia delle praterie di *Posidonia oceanica* e dei principali popolamenti costieri. Regione Liguria.
- Hemminga, M.A., Duarte, C.M. (2000). *Seagrass ecology*. Cambridge University Press, 298.
- Montefalcone, M. (2009). Ecosystem health assessment using the Mediterranean seagrass *Posidonia oceanica*: a review. *Ecological indicators*, 9(4), 595-604.
- Moreno, D., Aguilera, P.A., Castro, H. (2001). Assessment of the conservation status of seagrass (*Posidonia oceanica*) meadows: implications for monitoring strategy and the decision-making process. *Biological Conservation*, 102, 325–332.
- Peirano, A., Bianchi, C. N. (1997). Decline of the seagrass *Posidonia oceanica* in response to environmental disturbance: a simulation-like approach off Liguria (NW Mediterranean Sea). *The response of marine organisms to their environments*, 87-95.
- Rainbow, P. S., Phillips, D. J. (1993). Cosmopolitan biomonitors of trace metals. *Marine pollution bulletin*, 26(11), 593-601.
- Walker, D. I., McComb, A.J. (1992). Seagrass degradation in Australian coastal waters. *Marine Pollution Bulletin*, 25(5-8), 191-195.