

Dossier d'accompagnement du formulaire Cerfa 13617*01 pour une demande d'autorisation de la coupe de feuilles de posidonie (*Posidonia oceanica*) auprès de la DDTM du Var

Contexte

Le projet européen MaCoBioS a pour objectif de proposer des solutions fondées sur la Nature d'atténuation et d'adaptation au changement climatique sur les écosystèmes marins côtiers.

Pour y parvenir, le consortium regroupant 16 partenaires internationaux, étudie les relations entre le changement climatique, la biodiversité et les services écosystémiques des principaux écosystèmes côtiers en Méditerranée nord occidentale, Atlantique nord et Caraïbes. En Méditerranée française, l'écosystème clé pris en compte est l'herbier de posidonie dont les actions sont dirigées par l'Institut océanographique Paul Ricard (IOPR).

Les solutions fondées sur la Nature (SfN : Cohen-Shacham *et al.*, 2016 ; Science for Environment Policy, 2021) utilisent la Nature pour répondre à au moins un grand défi sociétal tout en favorisant la biodiversité et le bien-être humain. Les herbiers de posidonie forment un habitat essentiel pour la biodiversité méditerranéenne et fournissent de nombreux services écosystémiques. Parmi ces services, ils atténuent l'impact de la houle sur le littoral, maintiennent les sédiments en place, ils sont aussi l'habitat et la nurserie de nombreuses espèces, ils participent à la purification de l'eau, produisent de l'oxygène et forment un excellent puit de carbone (Campagne *et al.*, 2015 ; Nordlund *et al.*, 2016). A ce titre, les herbiers de posidonie sont une source importante de solutions pour l'atténuation et l'adaptation au changement climatique. Afin de proposer des actions durables et efficaces, les SfN doivent être appréhendées à l'échelle du paysage sous-marin (UICN, 2020 ; Seddon *et al.*, 2020 ; UNDRR, 2021). Bien que très importantes, les connaissances fondamentales dans le milieu marin sur les interactions entre biodiversité et services écosystémiques à l'échelle du paysage écologique sont rares (e.g. IPBES, 2019 ; IPBES-IPCC, 2021). C'est dans ce contexte que se place l'étude pour laquelle des prélèvements de feuilles de posidonie sont nécessaires.

Liens vers le projet MaCoBioS et l'IOPR :

Site internet MaCoBioS

<https://macobios.eu/>

Fiche d'information MaCoBioS

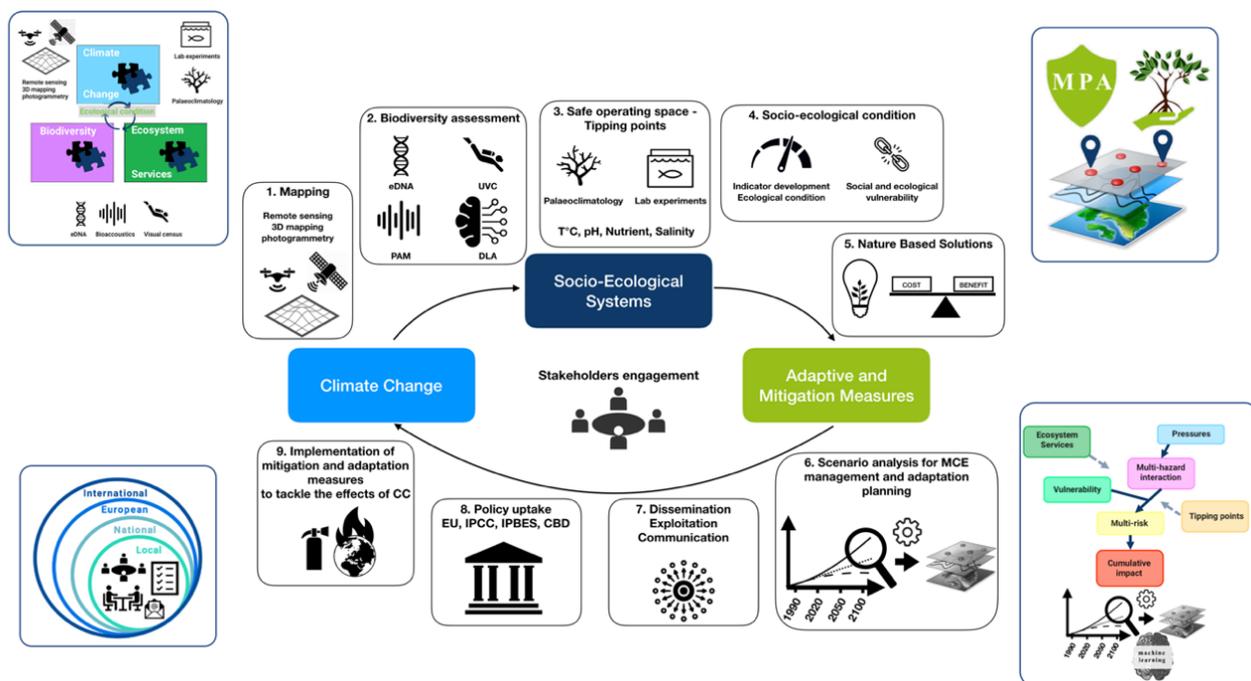
<https://macobios.eu/wp-content/uploads/2021/11/factsheet-MaCoBioS.pdf>

Site internet IOPR

<https://www.institut-paul-ricard.org/>

Description en français du projet MaCoBioS par l'IOPR

https://www.institut-paul-ricard.org/programmes_recherche/macobios/



Schématisme des activités du projet de recherche MaCoBioS

Résumé de l'étude

L'objectif principal est de mieux comprendre les liens entre les indicateurs paysagers de l'habitat, la biodiversité et les services écosystémiques.

Pour y parvenir nous réalisons des échantillonnages sur des sites dont les conditions écologiques sont variées et à l'échelle d'un herbier de posidonie et de ses interfaces : limite haute, cœur d'herbier, limite basse, interface sableuse, interface rocheuse, interface coralligène. En d'autres termes le suivi se fait sur la mosaïque de patches qui composent des herbiers de posidonie dans différents états de santé.

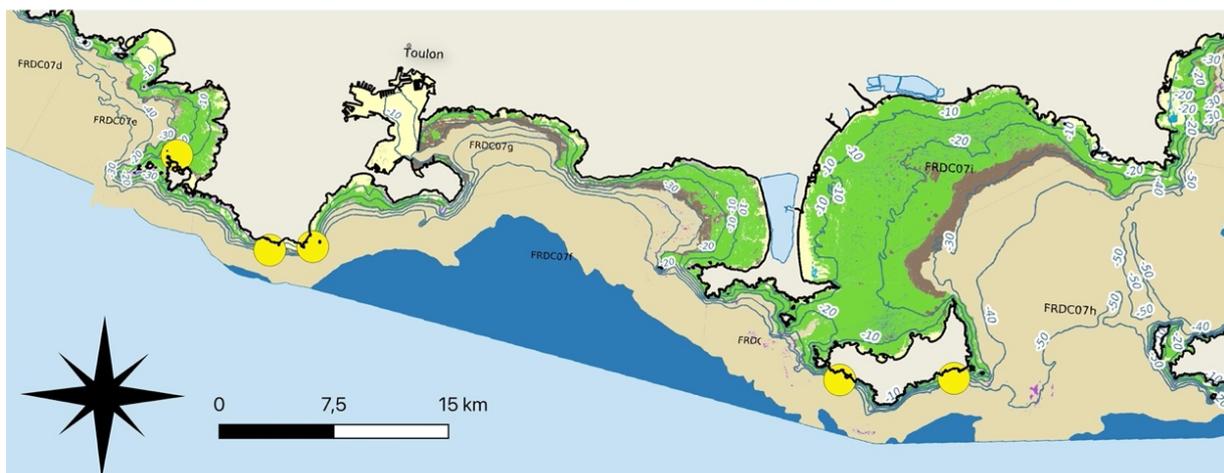
Ces échantillonnages doivent fournir des variables de l'habitat (tel que la rugosité de la zone ou la profondeur) des variables de la biocénose (tel que la communauté de poissons ou des invertébrés benthiques) et des variables propres à la posidonie (tel que la densité de faisceaux ou la longueur des feuilles). Les variables de l'habitat/du paysage seront principalement traitées comme des variables explicatives et les variables de la biocénose et de la posidonie comme des variables à expliquer. Les analyses seront principalement des analyses multivariées pour dégager des tendances en termes de biodiversité et de services écosystémiques à l'échelle du paysage le long d'un gradient de condition écologique.



Les sites d'échantillonnages

Les sites d'échantillonnages sont représentatifs d'un gradient de condition écologique de l'herbier de posidonie.

La cartographie de référence pour la distribution des herbiers de posidonie est celle disponible sur la plateforme de surveillance Medtrix (Donia expert, voir Holon *et al.*, 2015). Les zones échantillonnées (encadré en jaune sur la carte) sont autour de l'île des Embiez (site Natura 2000 Lagune du Brus), à l'est et à l'ouest de l'émissaire de la station d'épuration du cap Sicié (site Natura 2000 Cap Sicié Six Fours) et dans le Parc National de Port Cros au sud de l'île de Porquerolles dans la zone ressource R et à l'ouest de cette zone. L'autorisation de prélèvement de Posidonie dans le cœur marin de Porquerolles a déjà été accordé par le directeur du Parc National de Port Cros (n° 429/2021) suite à l'avis favorable du conseil scientifique (n° 23/2021). La décision du directeur est ajoutée en pièce complémentaire à ce dossier.



Sites d'échantillonnage sur une carte (medtrix) des biotopes

Matériel, méthodes et intérêt des prélèvements de feuilles de posidonie

Remplacement

Le prélèvement de feuilles de posidonie est nécessaire pour cette étude car il permet d'acquérir, après analyse en laboratoire, des indicateurs qui ne peuvent pas être collectés en plongée.

En prélevant les feuilles il est possible de :

- analyser le contenu en azote, phosphate et carbone des feuilles. Le dosage du carbone est un élément important pour estimer la fixation carbone par la posidonie. Le dosage de l'azote et phosphate permet d'évaluer indirectement le service de purification de l'eau par la posidonie.
- déterminer les principales caractéristiques morphologiques de la feuille. Le poids sec de la feuille ne peut être obtenu qu'en laboratoire. Cette valeur est indispensable pour estimer la fixation carbone. C'est un élément majeur pour pouvoir discuter du service de séquestration carbone et donc de la capacité d'atténuation du changement climatique par la posidonie.
- quantifier précisément les épiphytes par pesée (Ruitton *et al.*, 2017). Les épiphytes regroupent la communauté d'organismes animaux ou végétaux fixés sur les feuilles de posidonie. Ils indiquent indirectement la qualité de l'eau et l'état de santé de la posidonie. Ils informent également sur un compartiment biologique important dans la diversité et le fonctionnement d'un herbier ainsi que d'une part de la fixation carbone.

Il n'est donc pas possible d'abandonner ces indicateurs ou de remplacer la méthode de prélèvement par une technique d'échantillonnage *in vivo*.

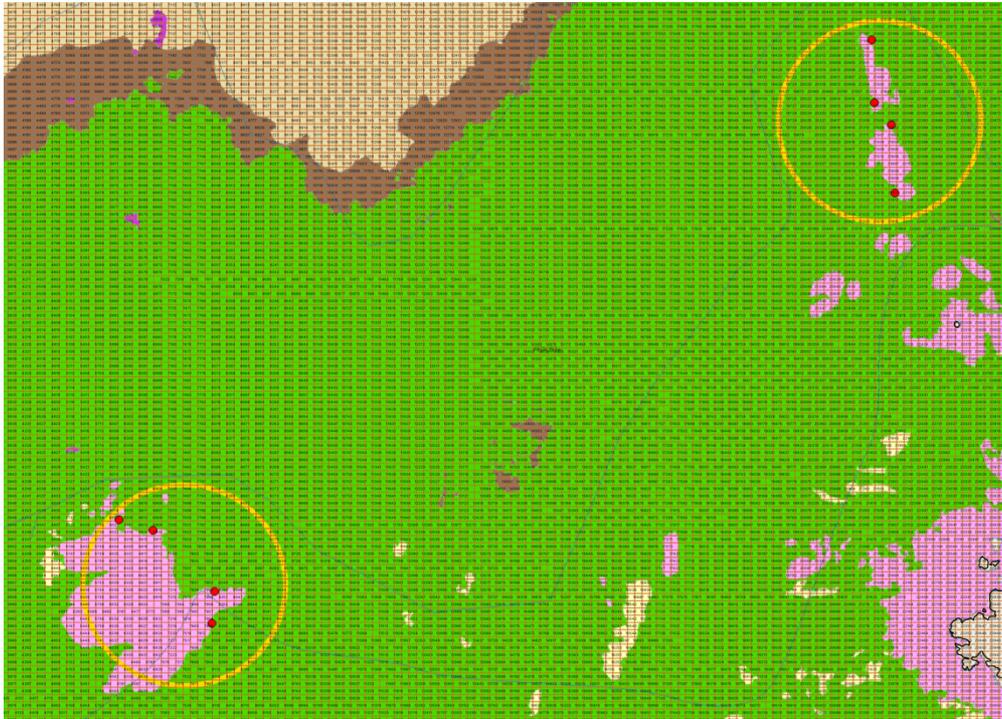
Réduction

Pour répondre aux deux derniers points listés ci-dessus il est nécessaire de prélever toutes les feuilles d'un faisceau car leur âge, et donc leur état (morphologie et épiphytes) est très différent entre l'extérieur et l'intérieur du faisceau. Cependant, l'objectif est de réduire au maximum le nombre de faisceaux prélevés. C'est pour cela que d'autres paramètres morphologiques tel que la longueur des feuilles ou le nombre de feuilles par faisceau est déterminé lors des plongées ce qui limite le nombre de réplicats nécessaire.

Sur chaque unité d'échantillonnage 3 faisceaux de feuilles sont prélevés (un triplicat de données pour lisser la variabilité naturelle entre les faisceaux). Ce nombre de réplicat est très faible car il est généralement recommandé de prélever 20 faisceaux (e.g. PREI : Gobert *et al.*, 2009 ; EBQI : Personnic *et al.*, 2014). Ici, nous considérons que le nombre de feuilles par faisceau nous permet de lisser suffisamment les données.

Chaque type d'habitat/patch par site est échantillonné à deux endroit (pour valider la répétabilité des données par habitat). Ces localisations d'échantillonnage sont sélectionnées au hasard par habitat/patch sur cartographie en amont du terrain, suivant un protocole d'échantillonnage aléatoire stratifié (encerclé en jaune sur la carte).

Sur chaque localisation, 4 réplicats de points sont inventoriés par échantillonnage aléatoire lors de la plongée. Cela permet d'acquérir des données spatiales suffisamment robustes pour des analyses statistiques multivariées (les points rouges sur la carte). Une fois encore, ce nombre de points est strictement minimal pour le type d'analyses à effectuer.



Exemple schématique d'un échantillonnage sur l'habitat/patch « interface rocheuse » pour 1 site. Les 2 localisations par habitat (en jaune) sont sélectionnées aléatoirement parmi les zones rocheuses du site (les roches sont roses et la posidonie en vert). Les 4 réplicats sont pris aléatoirement durant les plongées (en rouge). 3 faisceaux de feuilles de posidonie sont collectés par point.

5 sites d'échantillonnages ont été sélectionnés pour obtenir un gradient de condition écologique (d'une zone complètement protégée à une zone fortement dégradée).

6 unités d'habitats ont été identifiées par site. Le cœur de l'herbier, sa limite haute et sa limite basse ainsi que 3 zones d'interfaces ; rocheuse, sableuse et coralligène.

Sur 1 site d'échantillonnage il n'y a que 5 unités d'habitats (aucune interface rocheuse n'a été identifiée sur le site de Sicié ouest).

Ainsi le nombre de faisceaux de feuilles à prélever par site est 144 sauf pour Sicié ouest avec 108 faisceaux de feuilles.

Site	Habitat	Point	Unité (4)	Prélèvement (triplicat)
Porquerolles zone ressource	6	12	48	144
Porquerolles zone adjacente	6	12	48	144
Embiez	6	12	48	144
Sicié est	6	12	48	144
Sicié centre	1	2	8	0
Sicié ouest	5	9	36	108

Tableau des synthèses du nombre de prélèvement à effectuer. Remarque ; aucun prélèvement n'est prévu sur le site Sicié centre qui n'est donc pas décrit dans le texte ci-dessus.

Le nombre total de prélèvement de *Posidonia oceanica* nécessaire pour cette étude est donc de 684 faisceaux de feuilles.

Impact

La méthode de prélèvement sélectionnée n'impacte pas la survie de la posidonie. C'est une technique de coupe qui est appelée « technique d'échantillonnage du faisceau non destructive ». Ce protocole est celui publié par Gobert *et al.*, en 2020.

Les feuilles sont coupées nettes au-dessus du faisceau (constitué des écailles des anciennes feuilles) pour ne pas porter atteinte au méristème des feuilles. Le méristème est la zone de croissance de la feuille. Sa conservation permet donc la reprise de croissance des feuilles après la coupe. Les auteurs de l'étude ont montré une survie de 100 % des faisceaux avec une repousse complète des feuilles dans les 3 mois qui suivent la coupe.

Cette technique implique qu'une partie de la feuille n'est pas prélevée. Il est donc nécessaire de faire une estimation de la partie manquante de la feuille pour les paramètres pris en compte. Cette imprécision dans l'analyse est largement compensée par l'utilisation d'une technique qui permet la survie des faisceaux de posidonie.

Équipe mobilisée et terrain

Les plongées et les prélèvements seront effectués **entre mai et septembre 2022** avec idéalement un maximum de points d'échantillonnage entre juin et juillet 2022 qui est la période de l'année la plus favorable pour une étude écosystémique dans l'herbier de posidonie (Ruitton *et al.*, 2017). Il faudra environ **15 journées de terrain** sur cette période pour effectuer les prélèvements et les mesures.

L'équipe de plongeurs/plongeuses est exclusivement composée de biologistes marins, plongeurs/plongeuses scientifiques.

- Rémy Simide : chercheur à l'Institut océanographique Paul Ricard avec un master en océanographie et environnements marins
- Géraldine Pérez : chercheuse à l'Institut océanographique Paul Ricard avec un master en océanographie et écologie marine
- Clément Madeleine : ingénieur à l'Institut océanographique Paul Ricard avec un master en biodiversité écologie et écosystèmes aquatiques littoraux
- Sylvain Couvray : chercheur à l'Institut océanographique Paul Ricard avec un master en océanographie et écologie marine
- Aurélie Vion : technicienne à l'Institut océanographique Paul Ricard avec un diplôme de l'institut national des sciences et techniques de la mer
- Ewan Trégarot : chercheur à l'université de Portsmouth avec un master en océanographie et environnements marins
- Jean-Philippe Maréchal : chercheur à Nova Blue Environment avec une HDR en écologie marine

Pour se repérer dans la mosaïque paysagère, l'équipe est équipée d'un géoréférencement sous-marin sans fil. Cet outil permet de se déplacer aisément entre les points d'échantillonnages sélectionnés avant la plongée et de géolocaliser les unités (réplicats) de prélèvements. Associé à des circuits fermés pour optimiser le temps de travail sous l'eau, **cette technologie récente ouvre une voie moins complexe à l'étude des paysages écologiques.**



Équipements des plongeurs (les scooters sous-marins ne seront pas utilisés dans le Parc National de Port Cros)



Suivis dans l'herbier de posidonie

Résultats attendus et compte rendu

Les données collectées sur l'habitat et sa biocénose permettront de comparer la biodiversité et les services écosystémiques à l'échelle de la mosaïque paysagère.

Des analyses multivariées seront utilisées pour visualiser les liens et les différences entre les variables. Un travail de modélisation sera également réalisé pour quantifier et expliquer les interactions entre l'habitat et la biocénose en fonction de la condition écologique du site et de son paysage.

Ces résultats feront l'objet d'une publication scientifique dans le cadre du projet de recherche MaCoBioS.

Contact

Rémy SIMIDE

Mail : remy.simide@institut-paul-ricard.org

Tél : 06.50.01.84.59

Institut océanographique Paul Ricard
Ile des Embiez, 83140, Six Fours les Plages



Sources

Images : Rémy Simide et Pélicam productions

Cartes : Modifiées à partir de medtrix, donia expert

Références

Campagne, C. S., Salles, J. M., Boissery, P., & Deter, J. 2015. The seagrass *Posidonia oceanica*: ecosystem services identification and economic evaluation of goods and benefits. Marine pollution bulletin, 97(1-2), 391-400.

Cohen-Shacham, E., Walters, G., Janzen, C. and Maginnis, S. 2016. Nature-based Solutions to address global societal challenges. Gland, Switzerland: IUCN. xiii + 97pp.

Gobert, S., Sartoretto, S., Rico-Raimondino, V., Andral, B., Chery, A., Lejeune, P., & Boissery, P. 2009. Assessment of the ecological status of Mediterranean French coastal waters as required by the Water Framework Directive using the *Posidonia oceanica* Rapid Easy Index: PREI. Marine Pollution Bulletin, 58(11), 1727-1733.

Gobert, S., Lefebvre, L., Boissery, P., & Richir, J. 2020. A non-destructive method to assess the status of *Posidonia oceanica* meadows. Ecological Indicators, 119, 106838.

Holon, F., Mouquet, N., Boissery, P., Bouchouca, M., Delaruelle, G., Tribot, A. S., & Deter, J. 2015. Fine-scale cartography of human impacts along French Mediterranean coasts: a relevant map for the management of marine ecosystems. PLoS One, 10(8), e0135473.

IPBES. 2019. Global assessment report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. Brondizio, E. S., Settele, J., Diaz, S., Ngo, H. T. IPBES eds.

IPBES-IPCC. 2021. Co-sponsored workshop. Biodiversity and climate change. Scientific outcome (234 pp).

<https://medtrix.fr/>

Mtwana Nordlund L, Koch EW, Barbier EB, Creed JC. 2016. Seagrass Ecosystem Services and Their Variability across Genera and Geographical Regions. PLOS ONE 11(10): e0163091.

Personnic, S., Boudouresque, C. F., Astruch, P., Ballesteros, E., Blouet, S., Bellan-Santini, D., Bonhomme, P., Thibault-Botha, D., Feunteun, E., Harmelin-Vivien, M., Pergent, G., Pergent-Martini, C., Pastor, J., Poggiale, J.C., Renaud, F., Thibaut, T., Ruitton, S. 2014. An ecosystem-based approach to assess the status of a Mediterranean ecosystem, the *Posidonia oceanica* seagrass meadow. PloS one, 9(6), e98994.

Ruitton S., Boudouresque C.F., Thibaut T., Rastorgeff P.-A., Personnic S., Boissery P., Daniel B., 2017. Guide méthodologique pour l'évaluation écosystémique des habitats marins. M I O publ., 161 p.

Science for Environment Policy. 2021. The solution is in nature. Future Brief 24. Brief produced for the European Commission DG Environment. Bristol: Science Communication Unit, UWE Bristol.

Seddon N, Chausson A, Berry P, Girardin CAJ, Smith A, Turner B. 2020. Understanding the value and limits of nature-based solutions to climate change and other global challenges. Phil. Trans. R. Soc. B 375: 20190120.

UICN. 2020. Orientations générales d'utilisation de Standard mondial de l'UICN pour les solutions fondées sur la nature. Première édition. Gland, Suisse : UICN.

UNDRR. 2021. Nature-based Solutions for disaster risk reduction. Words into action guidelines.