



## **Demande de dérogation à la protection d'espèces**

### **Projet de transplantation des zostères dans l'étang de Berre en 2024.**

#### **Résumé du projet**

La présente demande de dérogation a pour objet la transplantation de Zostères dans l'étang de Berre pour l'année 2024.

La recolonisation du littoral par les herbiers de zostères est un objectif fort de la restauration de l'étang de Berre. Cette recolonisation est aussi un des objectifs pour l'atteinte du bon état de la DCE. En 2023, les herbiers de Zostères dans l'étang de Berre recouvraient une surface de 42,6 ha, en progression par rapport aux années précédentes. Cette surface reste bien inférieure à l'objectif de restauration défini par le Conseil Scientifique, de l'étang de Berre ainsi qu'à celui de la DCE (1 500 ha). A partir de la fin de l'année 2023, de nouvelles modalités de rejets de la centrale hydroélectrique vont être mise en place pour 4 ans d'expérimentation. Ces nouvelles modalités vont instaurer une saisonnalité marquée dont l'un des objectifs est d'améliorer la transparence de l'eau pour favoriser le développement des herbiers. L'objectif de cette transplantation est de renforcer la dispersion spatiale des herbiers, pour accélérer la recolonisation et favoriser la diversité des herbiers en introduisant des graines et boutures de Zostères marines. L'objectif est également de consolider la technique de transplantation pour pouvoir la reproduire, en fonction de son succès, dans un programme pluriannuel.

Les méthodes employées pour la récolte et la réimplantation des Zostères lors de ces travaux ont fait l'objet de plusieurs études et ont été sélectionnées en fonction des caractéristiques de l'étang et des moyens dont disposent l'équipe du Gipreb.

Les sites de prélèvements et de renforcements ont également été étudié selon plusieurs critères (localisation, état de l'herbier, nature du sédiment...) pour favoriser la réussite de cette transplantation.

La présente demande porte pour l'année 2024 sur la transplantation de 10 m<sup>2</sup> de mottes de zostères naines (*Zostera noltei*) depuis l'herbier du bassin de délimonage vers une anse de la côte est. En association avec le projet ZoRRO des graines et des boutures de *Z. marina* seront également mis sur ce site pour créer un herbier mixte. En fonction des résultats, il s'agira dans les années futures de reproduire cela sur d'autres secteurs pour favoriser la dispersion spatiale des herbiers de zostères dans l'étang et accélérer la dynamique de recolonisation.

Un suivi cartographique sur 5 ans après la transplantation permettra de se rendre compte de l'efficacité ou non de la méthode. Enfin, l'ensemble de ce projet sera réalisé avec la validation du Conseil Scientifique de l'étang Berre et du consortium scientifique SEAGRASS.

Contact: Nicolas MAYOT [nicolas.mayot@gipreb.fr](mailto:nicolas.mayot@gipreb.fr)

## Sommaire

I.	Présentation du demandeur .....	3
II.	Justification et présentation du projet de transplantation de Zostères.....	3
a.	Contexte .....	3
i.	Présentation des herbiers de Zostères .....	3
ii.	Historique des herbiers dans l'étang de Berre .....	3
b.	Enjeux de la conservation des herbiers dans l'étang de Berre .....	4
c.	Objectifs, méthode et résultats attendus .....	5
d.	Qualification des équipes intervenantes.....	6
III.	Identification des espèces et quantités prélevées .....	6
IV.	Période de récolte .....	7
V.	Sites de prélèvement et de renforcement .....	7
a.	Site de prélèvement.....	7
b.	Sites de renforcement.....	8
VI.	Techniques et protocole de transplantation.....	9
a.	Prélèvements.....	9
b.	Réimplantation.....	10
VII.	Transport des transplants .....	10
VIII.	Suivis des transplants .....	11

## I. Présentation du demandeur

Le Gipreb est la structure en charge de la réhabilitation de l'Étang de Berre. Un de ses objectifs est le retour aux caractéristiques d'une lagune méditerranéenne profonde au fonctionnement équilibré pour le grand étang. Dans ces actions, le Gipreb coordonne et participe à une meilleure gestion des usages de loisirs et des ressources. Surtout, par les études et le suivi écologique qu'il entreprend et réalise, en vue d'une amélioration des connaissances sur le fonctionnement du complexe lagunaire.

## II. Justification et présentation du projet de transplantation de Zostères

### a. Contexte

#### i. Présentation des herbiers de Zostères

Les Zostères sont des phanérogames marines qui constituent de vastes herbiers. Elles sont qualifiées « d'ingénieurs d'écosystèmes » car elles apportent de nombreux bénéfices pour l'écosystème. En effet, la production photosynthétique des feuilles permet d'oxygéner l'eau ; le système rhizomique participe à limiter la remise en suspension des sédiments (augmentation de la transparence de l'eau) et stockent une grande quantité de CO<sub>2</sub> ; les feuilles sont supports d'une large diversité d'organismes épiphytes ; enfin, les herbiers sont des abris pour de nombreuses espèces qui viennent s'y reproduire et une nurserie pour les juvéniles. C'est pourquoi les herbiers jouent un rôle majeur dans le fonctionnement équilibré d'une lagune. Les herbiers assurent aussi une protection des rives contre l'érosion en atténuant la houle.

#### ii. Historique des herbiers dans l'étang de Berre

Les Zostères présentes dans l'Étang de Berre sont suivies depuis 1994 dans le cadre de l'Observatoire du Milieu. Les herbiers de zostères recouvraient plus de 6 000 ha avant la mise en place de la centrale hydroélectrique de Saint-Chamas. Après sa mise en place, les herbiers ont fortement régressé jusqu'à 1 ha dans les années 2000. En 2010, seule *Zostera noltei* est présente et à l'état de vestige, et recolonise le milieu peu à peu. En 2017, une campagne de cartographie complète des herbiers de l'étang a été réalisée sur la base d'orthophotographies aériennes. Les résultats montraient une surface de 17,9 ha d'herbiers. Le suivi macrophytes de l'Observatoire du Milieu a permis de déterminer que ces herbiers étaient majoritairement composés de *Zostera noltei* et ponctuellement de *Zostera marina*.

En 2018, un nouvel herbier s'était formé, à partir de coalescence de petites taches, sur la bordure littorale est (Le Bouquet). De nombreuses nouvelles tâches sont apparues sur cette même bordure littorale plus au sud, et également du côté ouest (Ranquet, Figuerolles).

Sur la deuxième partie de l'été 2018, une crise anoxique extrême a détruit une grande partie des herbiers dont la surface a été réduite à 7,2 ha en 2019, soit une perte de 60%. À la suite de cette crise écologique et sous l'effet de conditions environnementales favorables (sécheresse induisant peu de rejet de la part de la centrale), les herbiers ont repris leur dynamique de progression. En 2023, la cartographie des herbiers de macrophytes met en évidence une surface de recouvrement de 42,6 ha, soit quasiment le double par rapport à 2022 (25,2 ha). Cette dynamique de progression très active est possible grâce aux conditions environnementales favorables qui se succèdent. Les herbiers présents sont quasi exclusivement des zostères naines (*Zostera noltei*), à l'exception de quelques taches de

*Zostera marina* issus d'essai de transplantation réalisé par l'association 8 vies pour la planète à partir de boutures d'épaves.

<b>Secteur</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>
Pointe de Berre	27 299 m <sup>2</sup>	25 590 m <sup>2</sup>	1 898 m <sup>2</sup>	4 729 m <sup>2</sup>	5 840 m <sup>2</sup>	10 715 m <sup>2</sup>	20 904 m <sup>2</sup>
Figuerolles (côte ouest)	1 146 m <sup>2</sup>	2 407 m <sup>2</sup>	2 597 m <sup>2</sup>	2 058 m <sup>2</sup>	5 799 m <sup>2</sup>	8 444 m <sup>2</sup>	4 730 m <sup>2</sup>
Côte est (Bouquet, sud de l'Arc)	25 196 m <sup>2</sup>	34 893 m <sup>2</sup>	7 632 m <sup>2</sup>	11 072 m <sup>2</sup>	30 778 m <sup>2</sup>	49 303 m <sup>2</sup>	95 659 m <sup>2</sup>
Etang de Vaine	19 849 m <sup>2</sup>	20 976 m <sup>2</sup>	294 m <sup>2</sup>	9 036 m <sup>2</sup>	11 948 m <sup>2</sup>	33 742 m <sup>2</sup>	61 039 m <sup>2</sup>
Bassin de délimonage	66 558 m <sup>2</sup>	Non disponible	55 891 m <sup>2</sup>	49 555 m <sup>2</sup>	86 105 m <sup>2</sup>	136 793 m <sup>2</sup>	226 599 m <sup>2</sup>
<b>Surface totale</b>	<b>17,93 ha</b>	<b>Non disponible</b>	<b>7,2 ha</b>	<b>8,2 ha</b>	<b>14,7 ha</b>	<b>25,2 ha</b>	<b>42,6 ha</b>

Tableau 1 : Comparaison des surfaces d'herbiers de zostères entre 2017 et 2023, sur différents secteurs de l'étang de Berre.

#### b. Enjeux de la conservation des herbiers dans l'étang de Berre

La recolonisation des Zostères dans l'étang est nécessaire pour un retour à l'état équilibré d'une lagune profonde méditerranéenne, ce qui s'inscrit dans la démarche globale du Gipreb pour la réhabilitation de l'étang de Berre. De plus, les Zostères sont des espèces référentes dans l'indice macrophytes utilisé dans le cadre de la Directive Cadre sur l'Eau : la présence d'herbier témoigne d'une bonne qualité écologique du milieu.

Le Conseil Scientifique de l'étang de Berre et le Gipreb estiment que les herbiers peuvent recoloniser les zones de l'étang entre 0 et 3 mètres de profondeur, excepté au sud, où les herbiers n'étaient pas présents historiquement. La surface de recouvrement potentielle est d'environ 1500 ha, ce qui correspond également à l'objectif de la DCE pour l'étang de Berre. Cette surface est bien inférieure à celle qu'occupaient les herbiers avant les dégradations liées aux activités anthropiques. Malheureusement, le milieu ayant subi trop d'importantes modifications, il est impossible d'imaginer revoir des herbiers entre 3 et 6 mètres de profondeur.

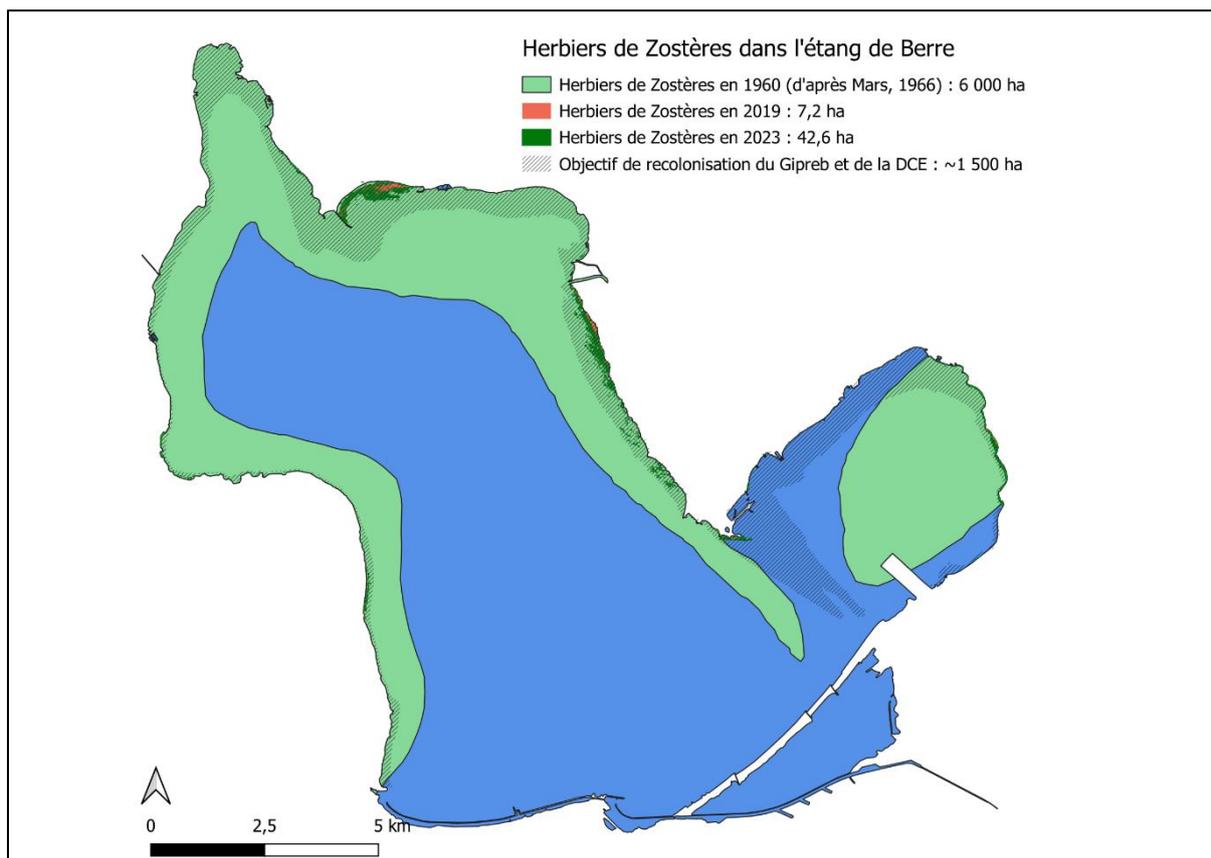


Figure 1 : Cartographie des surfaces d'herbiers au cours du temps dans l'étang de Berre et objectifs de recolonisation.

### c. Objectifs, méthode et résultats attendus

Ainsi, pour permettre une recolonisation active des herbiers de l'Etang de Berre, le Gipreb souhaite réaliser un programme de transplantation de Zostères. Ce projet se réalise en lien avec le consortium scientifique Seagrass et plus particulièrement avec le chercheur Richard LILLEY. Le consortium Seagrass, et le projet Seagrass visent à favoriser la restauration des herbiers de phanérogames marines au niveau européen. Ce consortium réunit des chercheurs internationaux (anglais, néerlandais, espagnol...). L'association 8 Vies pour la Planète avec le projet ZoRRO sera également associés lors de la réalisation des transplantations.

Dans un premier temps, il s'agit de réaliser un renforcement des tâches éparées avec en majorité des transplants de Zostère naine et des graines de Zostère marine, à l'échelle d'une anse. À long terme, le but est de recréer un herbier mixte avec *Zostera noltei*, *Zostera marina* et *Cymodocea nodosa*. En effet, ces trois espèces ont différentes gammes de tolérance pour s'adapter aux changements physico-chimiques du milieu et au changement global et confèrent donc à cet herbier mixte une plus forte résilience aux crises et accroît les probabilités de réussite de la transplantation.

#### d. Qualification des équipes intervenantes

Les choix des techniques de transplantation ont été l'objet d'une note de synthèse réalisée par une étudiante en Production et Valorisation des Ressources Marines au CNAM Intechmer, en stage au sein du Gipreb (L. LEBOUVIER. *Rédaction d'une note de synthèse stratégique sur le projet de renforcement des herbiers dans l'étang de Berre*, 2023).

L'équipe du Gipreb menant ce projet et sa réalisation est composée de scientifiques et techniciens qualifiés notamment sur la gestion et l'exécution des projets de restauration, et également sur la plongée scientifique. Le projet a par ailleurs été soumis au Conseil Scientifique de l'étang de Berre, composé de plusieurs experts dans le domaine de l'écologie en milieu lagunaire et des phanérogames marines. Enfin, le Gipreb reçoit le soutien du consortium scientifique international SEAGRASS qui œuvre pour coordonner la préservation des herbiers marins à l'échelle européenne.

Au sein du Gipreb, le personnel qui sera en charge de cette opération possède des formations scientifiques solides et une grande expérience pour conduire ce projet de transplantation :

- Raphaël GRISEL : directeur du Gipreb, Master II en écologie méditerranéenne et qualité de l'eau et + de 20 ans d'expérience en écologie lagunaire. Titulaire du CAH1B.
- Nicolas MAYOT : chargé de mission scientifique, Doctorat en biologie marine (sur les macrophytes) et + de 15 ans d'expérience en écologie lagunaire. Titulaire du CAH1B
- Julie DULEY : alternante chargée d'étude pêche et herbiers, en formation pour un Bachelor Gestion et Protection des Milieux Marins. Titulaire du CAH1B.
- Fanny ARGIRO : chargée d'étude Natura 2000, biodiversité et sensibilisation, MASTER II en écologie marine. Titulaire du CAH0B.

En plus du GIPREB, le consortium Seagrass ([www.projectseagrass.org](http://www.projectseagrass.org)) qui œuvre pour la restauration des phanérogames marines en Europe sera associé au projet. Ce consortium et notamment Richard Liley possèdent énormément d'expérience dans les projets de transplantation et de restauration des herbiers de zostères. En plus de cette équipe, des plongeurs professionnels supplémentaires seront peut-être sollicités pour accélérer les transplantations et limiter le temps hors de l'eau des transplants. Des personnels seront également en surface pour assister les plongeurs.

### III. Identification des espèces et quantités prélevées

#### Zostera noltei Hornem (Zostère naine)

Le prélèvement se fait par mottes d'environ 20 cm de diamètre. La surface totale prélevée et donc transplantée sera inférieure ou égale à 10m<sup>2</sup> pour cette première année.

#### Zostera marina Linnaeus (Zostère marine)

L'association 8 vies pour la Planète a obtenu une autorisation pour la récolte de graines ainsi que de rhizomes-épaves dans l'anse de Carteau. Avec leur accord et leur participation, c'est donc une partie de leur récolte qui servira pour la réimplantation de la zostère marine.



*Zostera noltei*

*Zostera marina* © Xavier Caisey (2020)

#### **IV. Période de récolte**

Pour que les transplants soient en condition optimale pour l'ancrage et la reprise des mottes, il faut prendre en compte le cycle végétatif de la plante et les contraintes liées à l'hydrodynamisme du milieu. En effet, la transplantation doit être effectuée après la dormance hivernale, après les gros coups de vent et avant les eutrophisations et potentielles anoxies. La période idéale est donc au printemps, entre avril et juin.

#### **V. Sites de prélèvement et de renforcement**

##### **a. Site de prélèvement**

Le site de récolte pour les Zostères naines est l'herbier du bassin de délimonage, le plus vaste herbier de l'étang : 22,7 ha en 2023. De plus, cet herbier présente une dynamique d'extension (+ 9 ha entre 2022 et 2023) malgré son mauvais état lié à sa localisation. Cet herbier en recevant les eaux et les limons issus du rejet de la centrale présente un état dégradé et souvent ensablé, ce qui n'empêche pas sa progression ces dernières années. Les prélèvements des mottes pour une surface totale de 10m<sup>2</sup> dans cet herbier n'auront qu'un impact limité voire négligeable sur sa dynamique de progression ou sur sa surface totale.

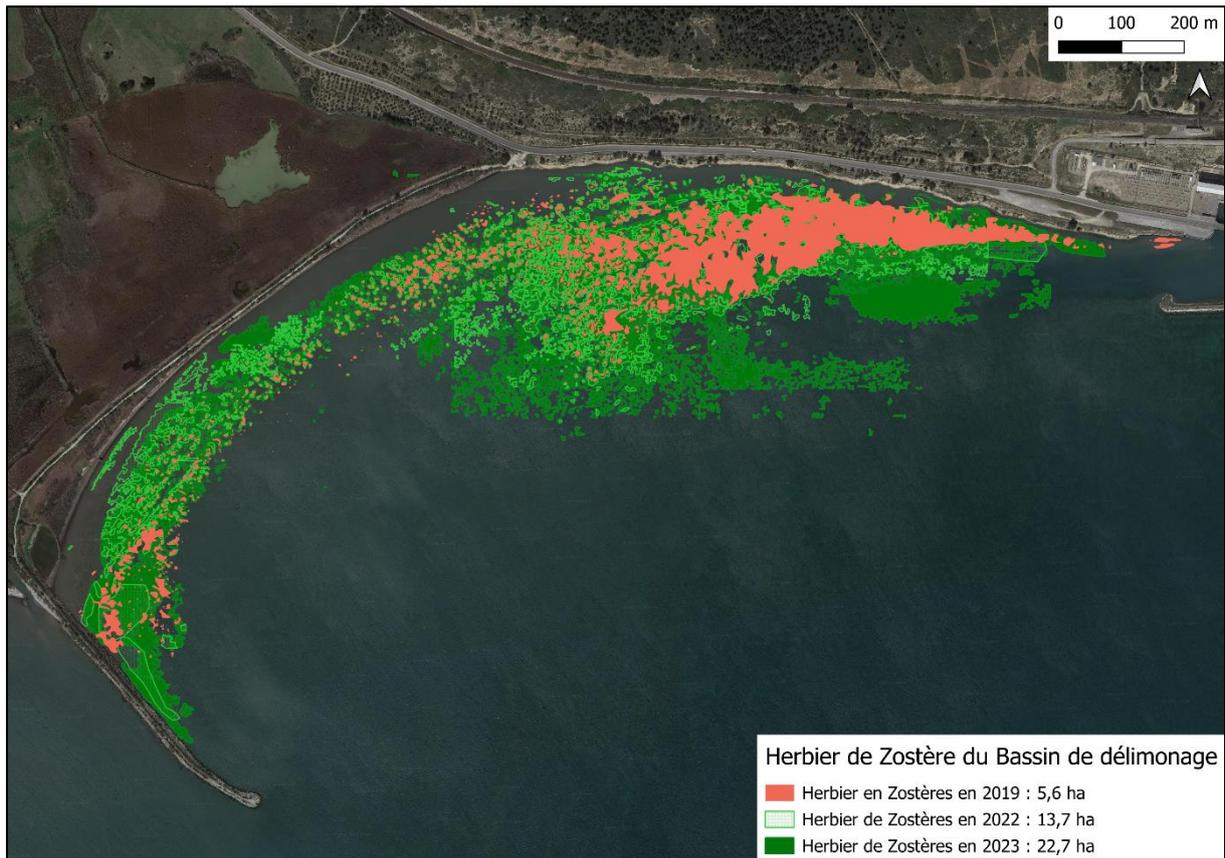


Figure 2 : Cartographie des herbiers de Zostères sur le site de prélèvement : le bassin de délimonage

#### b. Sites de renforcement

L'étude et la détermination des sites de réimplantation sont exposées dans la note de synthèse de L. LEBOUVIER. Différents critères ont été pris en compte comme le type de sédiment, le risque de piétinement ou les sources de pollutions. Les sites potentiels pour un renforcement sont les suivants : le Bouquet, la pointe de Berre et Figuerolles. Pour cette première année de transplantation, le renforcement se fera dans une anse sur le site du Bouquet.

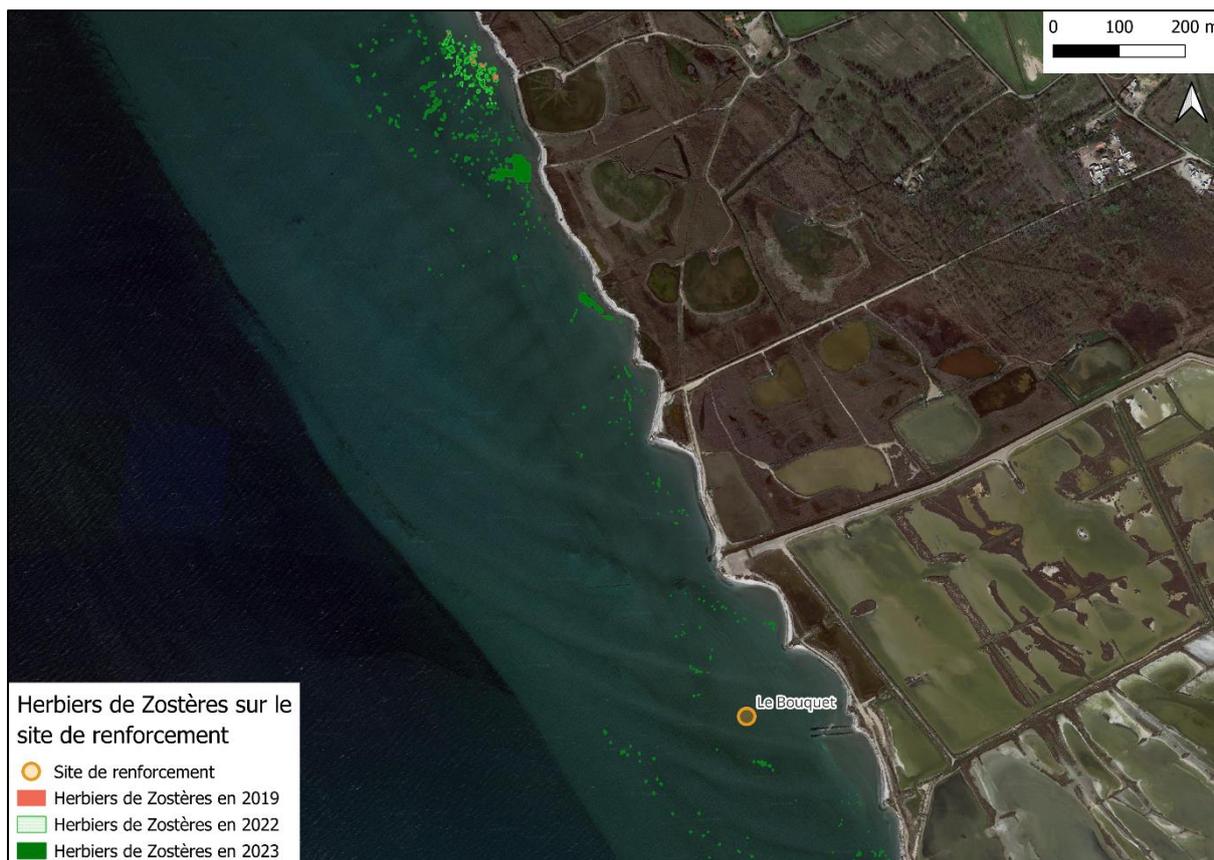


Figure 3 : Cartographie des herbiers de Zostère sur le site de renforcement : le Bouquet.

L'objectif est de réaliser l'opération sur un secteur où les herbiers sont présents et donc la dynamique est positive, ce qui est le cas sur la côte est. Les transplantations se feront dans une anse faiblement colonisée pour favoriser la dispersion des zostères. Cette anse servira de test grandeur nature pour vérifier la reproductibilité des méthodes et le taux de réussite.

## VI. Techniques et protocole de transplantation

Différentes techniques de transplantation ont été expérimentés par les chercheurs au fil des connaissances sur les herbiers. Les différentes méthodes existantes ont été comparées dans la note de synthèse de L. LEBOUVIER pour déterminer la plus appropriée à la transplantation dans l'étang de Berre. Cette analyse prenait en compte les taux de survie et le niveau d'impact sur le site de récolte. Il faut également prendre en compte les contraintes techniques telles que la logistique ou le temps de mise en œuvre.

### a. Prélèvements

Les mottes de *Z. noltei* seront prélevées à la pelle par des plongeurs. Chaque motte doit faire au minimum 20 cm de côté et la couche de sédiments doit avoir une épaisseur minimale de 20 cm pour conserver le mieux possible les rhizomes. L'écart entre chaque prélèvement doit être d'au moins 1 mètre.

## b. Réimplantation

Sur les sites de renforcement, les mottes de Zostère naine seront déposées dans des trous creusés d'au moins 20 cm dans le sédiment, recouvertes de sédiments puis fixées à l'aide d'un dispositif léger (de type agrafe à géotextile). Il est nécessaire de bien appuyer sur les mottes pour évacuer les bulles d'air et permettre un bon ancrage. Les attaches seront retirées au bout d'un an, une fois que la motte sera bien ancrée dans le sédiment.

Les mottes seront implantées sur 3 transects de 20 m de long entre 1 et 2 mètres de fond. 16 groupes de 5 mottes espacées de 20 cm entre elles sont placés tous les 60 cm le long du transect. Ce schéma permet une coalition rapide au sein des groupes de 5 pour un meilleur ancrage. Les transects sont espacés entre eux d'au moins 1 mètre.

Entre chaque transect de *Z. noltei*, des graines de *Z. marina* seront déposées. La méthode d'ensemencement sera définie en concertation avec l'association 8 Vies pour la Planète. Cependant, les méthodes d'ensemencement avec une matrice composée de sédiments et de graines limitent le risque de prédation et de dispersion de graines en cas de coup de vent. L'implantation des graines se fera à l'automne ou à l'hiver suivant, après la période de maturation des graines en bassin.

De plus, des rhizomes-épaves de *Z. marina* seront fixés sur les dispositifs d'ancrage légers et implantés également entre les transects de *Z. noltei*. Les mottes, moins en proie au remaniement des sédiments lors d'un coup de vent, protégeront les rhizomes de l'arrachage. Le schéma d'implantation sera déterminé en concertation avec 8 Vies pour la Planète, en fonction du nombre de rhizomes disponible.

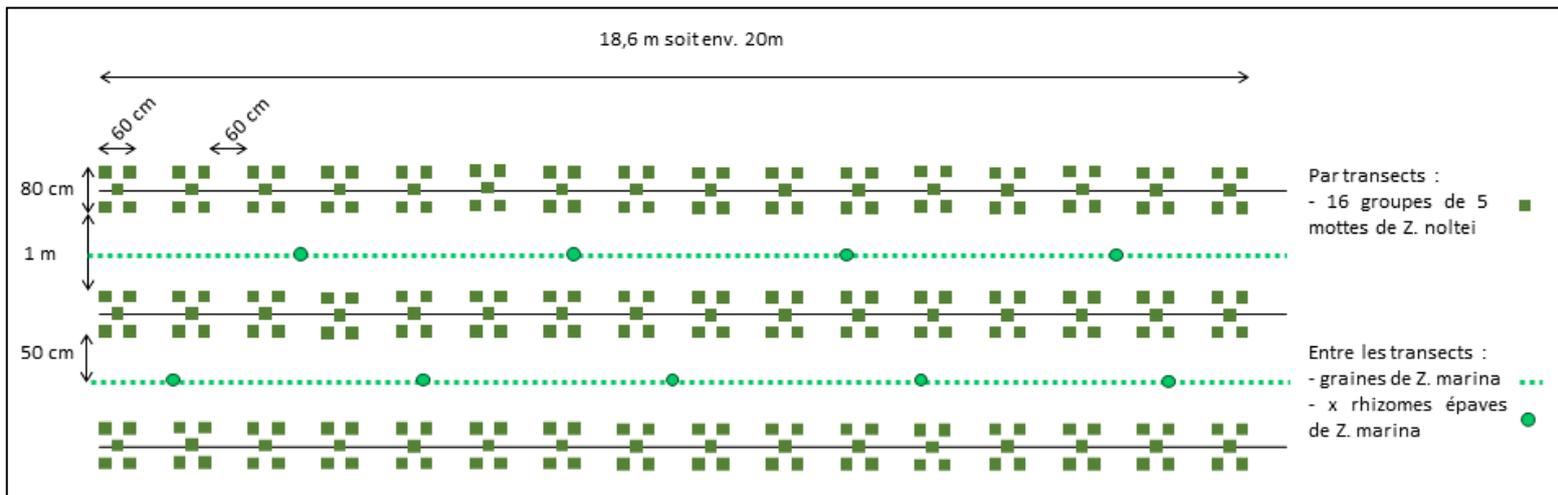


Figure 4 : Schéma d'implantation des mottes, graines et rhizomes de zostères dans l'anse.

## VII. Transport des transplants

Pour ne pas avoir à conserver les mottes de *Z. noltei* et les épaves de *Z. marina*, ce qui risquerait de les endommager, tout ce qui est récolté doit être réimplanté dans la même journée. Les travaux de prélèvements/transplantation s'effectueront sur plusieurs journées.

En vue du transport entre le site de prélèvement et le site de renforcement, les mottes de *Z. noltei* seront entreposées avec de l'eau du site de prélèvement dans des bacs sur un bateau qui transportera les récoltes sur le site de renforcement.

## VIII. Suivis des transplants

Les suivis des herbiers de l'étang de Berre par photographie satellite seront réalisés sur une période de 5 ans. Les photos exploitées pour le contourage chaque année sont prises au printemps (entre mai et juin). Ainsi, un suivi de l'évolution spatiale des herbiers après la transplantation pourra être fait, autant pour la zone de prélèvement que pour la zone de réimplantation.

Sur cette dernière, une photographie par drone (ou autre) sera prise après les travaux et une seconde sera prise l'année suivante pour comparaison. La précision de ces photos permettra de mieux évaluer la surface de chaque tache, et notamment différencier celles de *Z. noltei* de celles de *Z. marina*. Ces suivis cartographiques seront complétés par des vérités-terrains.

Au-delà de l'aspect réussite des opérations de transplantation, le suivi de la zone de renforcement pourra également porter sur d'autres volets de l'écosystème. Notamment il est envisagé un suivi des juvéniles de poissons sur la zone pour évaluer l'effet du renforcement sur la présence dans les herbiers de jeunes poissons. Un autre volet du suivi pourrait être de suivre les modifications du trait de côte en lien avec la mise en place de l'herbier. Ces suivis annexes seront mis en place en fonction des opportunités et des propositions qui seront formulé par le conseil scientifique du Gipreb.

Un bilan annuel sur les différents suivis sera transmis aux différentes autorités et servira de base pour les futures demandes de transplantation si cela s'avère nécessaire.