



DOSSIER DÉMONSTRATEUR
PROJET SOFLOCEAN
SOFLOCEAN-DEM-001

C					
B					
A	10-06-2025	Première version	AREMA		
Rev	Date	Raison de publication	Écrit par	Vérifié par	Approuvé par

	SITE D'ESSAIS GPMM	N° du document : SOFLOCEAN-DEM-001 Rev : D
Titre du document : DOSSIER DÉMONSTRATEUR PROJET SOFLOCEAN		Date : 24/02/2026 Page : 2 sur 76

HISTORIQUE DE RÉVISION

Rev.	Date	Raison de publication - Liste des sections mises à jour
A	10-06-2025	Première version
B	05-10-2025	Mise à jour du site de montage
C	21-01-2026	Mise à jour dimensions plateforme et ancrages
D	24-02-2026	Mise à jour incidence et suivi environnemental pour dépôt car par cas

	SITE D'ESSAIS GPMM	N° du document : SOFLOCEAN-DEM-001 Rev : D
Titre du document : DOSSIER DÉMONSTRATEUR PROJET SOFLOCEAN		Date : 24/02/2026 Page : 3 sur 76

Table des matières

1	Références	6
1.1	Réglementation et normes.....	6
2	Acronymes et définitions.....	7
2.1	Acronymes.....	7
2.2	Définitions	7
3	Description générale du projet	8
3.1	Contexte	8
3.2	Présentation du projet et bénéfices attendus	10
3.3	Calendrier des essais	11
4	Description du démonstrateur.....	12
4.1	Dimensions du démonstrateur.....	13
4.2	Génératrice.....	14
4.3	Systèmes flottants	16
4.4	Système d'ancrage.....	16
4.5	Caractéristiques du système électrique	17
4.5.1	Embarqué	17
4.5.2	Raccordement	18
4.6	Câble dynamique	19
4.7	Système de mesure	20
5	Intégration au site d'essais	21
5.1	Hypothèses de conception	21
5.2	Implantation	23
5.3	Balisage et signalisation.....	24
5.3.1	Maritime.....	24
5.3.2	Aérien	24
5.4	Equipements de sécurité	24
5.5	Sécurité des phases opérationnelles.....	25

	SITE D'ESSAIS GPMM	N° du document : SOFLOCEAN-DEM-001 Rev : D
Titre du document : DOSSIER DÉMONSTRATEUR PROJET SOFLOCEAN		Date : 24/02/2026 Page : 4 sur 76

5.5.1	Système de supervision.....	25
5.5.2	Coordination maritime.....	25
5.5.3	Coordination électrique	27
6	Procédure d'installation.....	28
6.1	Construction de la plateforme flottante	29
6.2	Installation du système d'ancrage.....	30
6.3	Installation du raccordement électrique.....	30
6.4	Remorquage	32
6.5	Connexion des lignes d'ancrage	32
6.6	Connexion du raccordement électrique.....	32
6.7	Mise en service	33
7	Programme de maintenance	33
8	Procédure de démantèlement.....	37
9	Sécurité maritime.....	39
10	Notice d'incidences du projet.....	40
10.1	« Situation » des habitats et espèces potentiellement impactés par le projet.....	41
10.1.1	Habitats benthiques.....	42
10.1.2	Habitat pélagique.....	43
10.1.3	Avifaune et chiroptères	43
10.2	Pressions potentielles du projet sur les composantes environnementales du milieu	45
10.2.1	En phase travaux.....	48
10.2.2	Lors des essais.....	50
10.3	Sensibilité des habitats et espèces par rapport aux pressions générées par le projet	53
10.4	Impacts potentiels du projet	55
10.4.1	Enjeu environnemental.....	55
10.4.2	Impacts potentiels	58
11	Mesures environnementales d'accompagnement	65
11.1	Habitats benthiques	67
11.2	Habitat pélagique	67
11.3	Avifaune et chiroptères	68

	SITE D'ESSAIS GPMM	N° du document : SOFLOCEAN-DEM-001 Rev : D
Titre du document : DOSSIER DÉMONSTRATEUR PROJET SOFLOCEAN		Date : 24/02/2026 Page : 5 sur 76

12	Assurances et certificats	69
12.1	Coût du démantèlement	69
12.2	Certificats.....	71
12.3	Assurance	71
13	Références bibliographiques	72
14	Annexes.....	74
14.1	Simulations d'ombrage.....	74
14.2	Calcul de champ magnétique	76

	SITE D'ESSAIS GPMM	N° du document : SOFLOCEAN-DEM-001 Rev : D
Titre du document : DOSSIER DÉMONSTRATEUR PROJET SOFLOCEAN		Date : 24/02/2026 Page : 6 sur 76

1 Références

1.1 Réglementation et normes

Code du document	Titre
DNVGL-RP-0584	Design, development and operation of floating photovoltaic system
UTE C 15-712-1	Installations électriques à basse tension - Guide pratique - Installations photovoltaïques sans stockage et raccordées au réseau public de distribution

	SITE D'ESSAIS GPMM	N° du document : SOFLOCEAN-DEM-001 Rev : D
Titre du document : DOSSIER DÉMONSTRATEUR PROJET SOFLOCEAN		Date : 24/02/2026 Page : 7 sur 76

2 Acronymes et définitions

2.1 Acronymes

AIS	Automatic Identification System
BT	Basse Tension
HT	Haute Tension
CROSS	Centre Régional Opérationnel de Surveillance et de Sauvetage
DDTM	Direction Départementale des Territoires et de la Mer
DPM	Domaine Public Maritime
EMR	Energies Marines Renouvelables
ETM	Éléments Traces Métalliques
HAZID	HAZard IDentification
MWS	Marine Warranty Surveyor
PIM	Plan d'Intervention Maritime
PREMAR	Préfecture maritime
QHSE	Qualité, Hygiène, Sécurité, Environnement
R&D	Recherche et Développement
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition
PV	Photovoltaïque
OPPV	Offshore Floating Photovoltaic
PME	Petite et Moyenne Entreprise
OFFSOLAR	Offshore Floating Solar by Arema
PEHD	PolyÉthylène Haute Densité
ADEME	Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie
GPMM	Grand Port Maritime de Marseille

2.2 Définitions

AREMA	Nom abrégé de la société AREMA ENERGIES
Plateforme flottante	La structure complète du projet SOFLOCEAN, contenant les tubes HDPE, les filets, les flotteurs, les panneaux photovoltaïques et les autres éléments situés sur les flotteurs.

	SITE D'ESSAIS GPMM	N° du document : SOFLOCEAN-DEM-001 Rev : D
Titre du document : DOSSIER DÉMONSTRATEUR PROJET SOFLOCEAN		Date : 24/02/2026 Page : 8 sur 76

3 Description générale du projet

3.1 Contexte

La zone portuaire identifiée au sein du Grand Port Maritime de Marseille (GPMM), entre la darse 1 et la darse 2, la “Zone nautique” dans le périmètre du projet DEOS, offre un environnement pertinent pour tester en conditions réelles des technologies de production d’énergie en mer. Cette zone, destinée à terme à l’accueil de flotteurs d’éolien flottant, représente une opportunité stratégique pour expérimenter des solutions innovantes en milieu maritime industrialisé.



Figure 1. Zone identifiée pour le projet SOFLOCEAN

La société AREMA ENERGIES et la Fondation OPEN-C souhaitent y implanter le démonstrateur SOFLOCEAN pour **une durée d’essai de 12 mois**.

Il s’agit d’un projet photovoltaïque flottant en mer utilisant la technologie OFFSOLAR développée par la société AREMA ENERGIES. La plateforme flottante suit le comportement des vagues, avec un

	SITE D'ESSAIS GPMM	N° du document : SOFLOCEAN-DEM-001 Rev : D
Titre du document : DOSSIER DÉMONSTRATEUR PROJET SOFLOCEAN		Date : 24/02/2026 Page : 9 sur 76

système de casse-vagues pour réduire les charges sur les flotteurs et les liaisons mécaniques, ce qui est un point clé de la technologie. Cette technologie de photovoltaïque flottant en mer est en développement depuis plusieurs années et possède déjà une certaine maturité, notamment en ce qui concerne la tenue mécanique et la sécurité maritime. Le projet SOFLOCEAN est une opportunité de tester un démonstrateur de grande taille en France et de pouvoir tester la technologie d'un point de vue électrique. Le projet sera en autoconsommation totale (sans ré-injection de surplus dans le réseau). Le démonstrateur aura une puissance de 70 kWc, avec des panneaux photovoltaïques en position Est/Ouest, dos à dos. Cette solution technologique d'énergie solaire en mer a le potentiel de devenir un élément clé dans le domaine des systèmes d'énergie renouvelable, notamment pour la décarbonation des navires et la synthèse de e-carburants (dont le e-SAF pour l'aviation).

Le porteur du Projet SOFLOCEAN est la société AREMA ENERGIES. Depuis sa création en 2009, AREMA ENERGIES s'est engagée dans le développement, l'installation et le raccordement de centrales photovoltaïques terrestres et flottantes, visant à soutenir l'efficacité et la production d'électricité renouvelable grâce à l'innovation et à l'investissement. Les compétences de l'entreprise couvrent un large spectre, comprenant les installations solaires en toiture, les systèmes solaires thermiques et photovoltaïques, les solutions d'efficacité énergétique, les ombrières photovoltaïques, et les systèmes solaires combinés (SSC). L'innovation du projet SOFLOCEAN se concentre sur les systèmes photovoltaïques flottants en mer, un domaine dans lequel AREMA ENERGIES s'est spécialisé. AREMA ENERGIES est une PME basée à Toulouse, en France, et bénéficie d'une solide expertise l'énergie solaire et dans la rénovation énergétique, et a déjà réalisé plusieurs installations photovoltaïques flottantes à l'international.

Ce document, destiné aux Services de l'Etat et aux acteurs du GPMM, regroupe les informations relatives au démonstrateur SOFLOCEAN.

	SITE D'ESSAIS GPMM	N° du document : SOFLOCEAN-DEM-001 Rev : D
Titre du document : DOSSIER DÉMONSTRATEUR PROJET SOFLOCEAN		Date : 24/02/2026 Page : 10 sur 76

3.2 Présentation du projet et bénéfices attendus

Le projet SOFLOCEAN, abréviation de "Solaire Flottant sur l'Océan", a été élaboré dans le but de tester la technologie de l'énergie solaire flottante en mer, développée par Arema Energies. Arema Energies a déjà accompli avec succès la mise en place de deux prototypes en mer, chacun disposant d'une capacité de 11 kWc et d'une surface de 12 mètres sur 12 mètres; ces prototypes ont résisté avec succès à des conditions météorologiques marines extrêmes, et notamment à des vagues de plus de 6m. Cette technologie innovante présente un potentiel considérable pour devenir un élément essentiel dans le domaine des systèmes d'énergies marines renouvelables (EMR), tant au niveau national qu'international. Le projet SOFLOCEAN est un démonstrateur de la technologie photovoltaïque flottante en mer, prévu pour être installé sur le site identifié du GPMM, en partenariat avec la fondation OPEN-C.

Le projet bénéficie d'un soutien financier public. Le financement du projet SOFLOCEAN est en partie assuré par l'ADEME (Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie), dans le cadre de ses initiatives de soutien aux technologies innovantes pour les énergies renouvelables. Ce financement public met en lumière l'importance stratégique du projet pour répondre aux objectifs nationaux en matière de transition énergétique et de neutralité carbone.

Ce projet de démonstrateur comporte différents enjeux :

- **Stratégie** : Le projet SOFLOCEAN revêt une importance stratégique à plusieurs égards. Il s'inscrit dans la perspective de diversifier et de renforcer le mix énergétique français en intégrant davantage d'énergies renouvelables, notamment l'énergie solaire. De plus, le projet renforcera la collaboration avec les entités françaises dédiées au développement des infrastructures pour les énergies renouvelables en mer. En démontrant la faisabilité et la viabilité de la technologie photovoltaïque flottante en mer, la France pourra renforcer sa position dans le domaine des énergies marines renouvelables (EMR) à l'échelle nationale et internationale. En outre, le projet contribue à la réduction des émissions de gaz à effet de serre, ce qui est essentiel pour atteindre les objectifs de lutte contre le changement climatique et pour la transition énergétique globale.
- **Technologie** : L'enjeu technologique de ce projet est considérable. Il s'agit de tester le raccordement électrique de la technologie photovoltaïque flottante en mer développée par AREMA ENERGIES et de valider la qualité de production d'électricité, notamment en testant l'adaptation du système MPPT (Maximum Power Point Tracking) en fonction du régime des vagues. Les défis techniques incluent notamment la conception mécanique, électrique et dynamique des prototypes, ainsi que la résistance aux conditions marines extrêmes. Les résultats de ces études permettront d'améliorer la conception et la mise en œuvre de cette technologie innovante. Le succès de ce projet ouvrira également la voie à de futures

	SITE D'ESSAIS GPMM	N° du document : SOFLOCEAN-DEM-001 Rev : D
Titre du document : DOSSIER DÉMONSTRATEUR PROJET SOFLOCEAN		Date : 24/02/2026 Page : 11 sur 76

applications à plus grande échelle dans le domaine des EMR et des carburants de synthèse fabriqués en mer.

- **Socio-environnemental** : le démonstrateur ouvre la voie à la possibilité de produire de l'énergie solaire à grande échelle dans les zones côtières, et permettra une évaluation de son impact environnemental. Il représente une étape importante pour évaluer son influence sur les herbiers ou d'autres espèces maritimes. De plus, ce projet permet d'analyser les impacts du système d'amarrage sur les fonds marins et l'accumulation de croissance organique (biofouling) sur la structure flottante. Il offre aussi une opportunité d'explorer les perspectives de dessalement de l'eau de mer et de production d'hydrogène par hydrolyse à partir de sources d'énergie renouvelable.

Le projet SOFLOCEAN permet de valider la technologie OFFSOLAR (photovoltaïque flottant en mer), capable de résister aux conditions marines complexes, telles que les vents forts, la houle, et l'exposition prolongée à l'eau de mer. Les résultats attendus incluent une optimisation des performances des systèmes flottants, une meilleure compréhension de leur longévité et une amélioration de la conception pour des déploiements à grande échelle. En combinant innovation technologique et adaptation à l'environnement, le projet SOFLOCEAN ouvre la voie à une adoption industrielle de cette technologie.

3.3 Calendrier des essais

Le projet SOFLOCEAN est divisé en 3 étapes-clés et deux jalons clés pour le développement et la validation du démonstrateur. Ces 3 phases ont chacune une durée de 1 an et se terminent par une étape clé, qui est un point de validation avec l'ADEME et permet le versement d'une partie de l'aide financière.

Phase 1: Etudes préliminaires

Cette phase consiste à réaliser des études environnementales et de conception et contient les tâches suivantes : analyse de l'impact environnemental du démonstrateur sur la biodiversité marine, conception du démonstrateur, simulation des charges subies par le système, étude du système d'ancrage et du raccordement électrique.

Un jalon est attendu pour cette phase. Il consiste à signer une convention de collaboration avec tous les partenaires du projet (OPEN-C, GPMM). Cette phase se termine avec l'étape clé EC1 où les résultats sont validés et le comité donne sa décision finale pour lancer la phase suivante. La réunion pour cette étape clé avec l'ADEME a été fixée au mois de février 2026.

	SITE D'ESSAIS GPMM	N° du document : SOFLOCEAN-DEM-001 Rev : D
Titre du document : DOSSIER DÉMONSTRATEUR PROJET SOFLOCEAN		Date : 24/02/2026 Page : 12 sur 76

Phase 2: Construction et mise en service du démonstrateur

Cette phase consiste à préparer et à réaliser le chantier. Cette préparation inclut les plans de détails de fabrication, l'ensemble des procédures d'installation, en prenant en compte la sécurité et les risques potentiels. La construction de la structure envisagée serait le quai Gloria à côté de la DARSE 3. Une fois la construction terminée, la plateforme flottante sera remorquée jusqu'au site d'essais du GPMM. L'objectif est de réaliser cette installation avant le début de la période estivale et de l'activité touristique importante du port. Actuellement, une installation au cours du mois juin 2026 est envisagée, avec une durée de chantier d'environ 2 semaines. Un jalon attendu est la certification électrique par le bureau Veritas du démonstrateur raccordé. L'étape clé de cette phase est la mise en service du démonstrateur en juillet 2026. Après mise en service, la durée des tests prévus est de 12 mois.

Phase 3: Suivi et retour d'expérience du démonstrateur

La dernière phase du projet couvre le suivi du démonstrateur, l'évaluation des performances et de l'impact environnemental du système. Les activités clés de cette phase sont :

- Le monitoring de la production d'énergie et de différents paramètres à l'aide de capteurs.
- Le suivi de la dégradation des matériaux
- L'analyse approfondie des impacts sur les écosystèmes marins (faune, flore, turbidité)
- L'intégration des retours d'expérience pour améliorer et optimiser la technologie OFFSOLAR pour un futur déploiement industriel et commercial.

Cette phase ne possède pas de jalon et une étape clé est prévue pour la revue d'étude à la fin de projet.

4 Description du démonstrateur

Le démonstrateur est un système de plate-forme photovoltaïque (PV) flottante flexible en mer, qui est une plateforme flottante composée de plusieurs flotteurs individuels pour chacun des panneaux solaires, reliés entre eux et séparés par des allées permettant les activités de maintenance par temps calme. Cette plateforme flottante est entourée d'un anneau de tuyaux en PEHD reliés par des filets de corde qui assurent à l'ensemble un comportement élastique. Le démonstrateur comprend également un système d'amarrage, mis en place autour de la plateforme flottante pour répondre à la dynamique de la plateforme et assurer sa stabilité dans l'environnement marin. Un câble dynamique relie l'extrémité de la plateforme flottante au système électrique à terre, où toutes les données relatives à la capacité électrique sont intégrées et communiquées instantanément en ligne à notre serveur. Les onduleurs permettent de convertir le courant continu (DC) transporté par le câble dynamique en courant alternatif (AC) et de l'envoyer pour de l'autoconsommation totale.

	SITE D'ESSAIS GPMM	N° du document : SOFLOCEAN-DEM-001 Rev : D
Titre du document : DOSSIER DÉMONSTRATEUR PROJET SOFLOCEAN		Date : 24/02/2026 Page : 13 sur 76

De plus, un certain nombre de capteurs, notamment des capteurs de tension des lignes d'amarrage, des capteurs de vagues, un pyranomètre et des capteurs du vent, seront placés sur ou autour du démonstrateur afin de valider sa conception. Des caméras seront aussi placées pour observer et surveiller la plateforme. L'objectif est d'étudier le comportement mécanique de la plateforme mais aussi de planifier les opérations de maintenance.

4.1 Dimensions du démonstrateur

Le démonstrateur se compose principalement d'une plateforme flottante en mer, conçue pour supporter l'installation photovoltaïque, et de son système d'amarrage garantissant sa stabilité et sa résistance face aux conditions maritimes. La plateforme présente des dimensions optimisées pour assurer une bonne flottabilité et une répartition équilibrée des charges. Le schéma général de la partie offshore, présenté ci-dessous, illustre l'agencement global du démonstrateur et la disposition des éléments clés assurant son bon fonctionnement. Les éléments clés sont les suivants : les tubes noirs en PEHD, les filets qui lient les tubes aux flotteurs, les flotteurs, les panneaux solaires, les lignes d'ancrage et les pieux vissés d'ancrage.

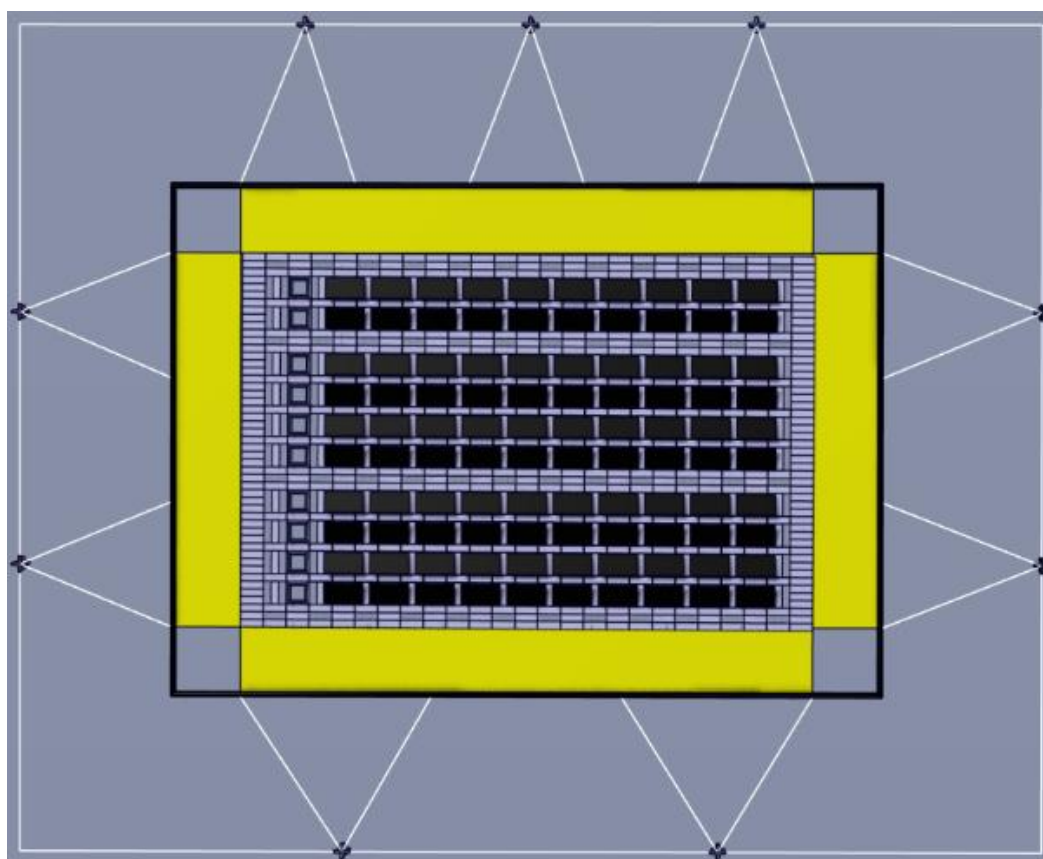


Figure 2. Modélisation de la plateforme flottante vue du dessus

	SITE D'ESSAIS GPMM	N° du document : SOFLOCEAN-DEM-001 Rev : D
Titre du document : DOSSIER DÉMONSTRATEUR PROJET SOFLOCEAN		Date : 24/02/2026 Page : 15 sur 76

Mois	Huawei	PVGis	PVSyst
01-2023	3 979	3 465	3 242
02-2023	5 323	4 669	4 593
03-2023	7 715	7 397	7 858
04-2023	8 427	10 088	9 810
05-2023	9 438	11 115	12 229
06-2023	9 553	11 611	13 235
07-2023	9 554	12 639	13 504
08-2023	8 755	10 719	11 685
09-2023	7 454	8 248	8 604
10-2023	5 674	5 307	5 705
11-2023	4 106	3 429	3 452
12-2023	3 501	2 902	2 751
TOTAL	83 479	91 589	96 668
Productible	1193 h	1308 h	1381 h

Estimation de la production mensuelle selon la simulation

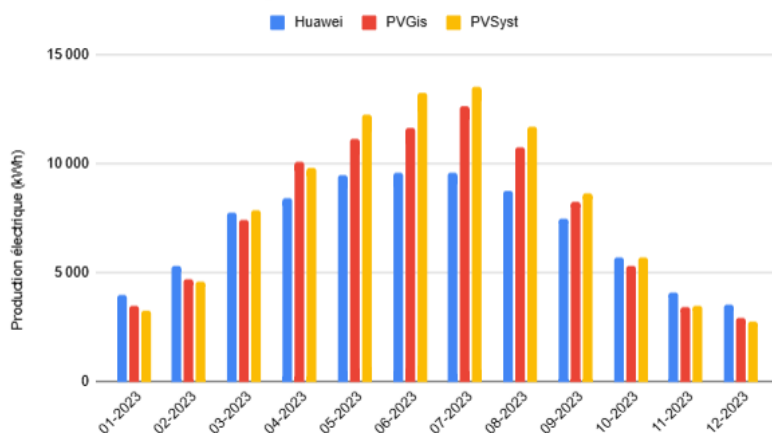


Figure 3. Tableau et graphique de l'estimation de la production mensuelle selon la simulation

L'outil SmartDesign se distingue par sa simplicité et sa rapidité, mais au prix d'une moindre précision, et d'une approche très conservatrice quant à la performance (pour ne pas engager la responsabilité du fournisseur de l'onduleur). L'outil PVGIS offre une estimation fiable pour des études générales avec une irradiance solaire basée sur des données européennes, mais ne permet pas d'intégrer la conception détaillée de la centrale solaire. Le logiciel PVSyst, en revanche, excelle dans la simulation détaillée, particulièrement dans des environnements complexes comme les plateformes flottantes. Les résultats montrent que PVSyst est l'outil le plus adapté pour le projet SOFLOCEAN, permettant une analyse précise et réaliste de la production, tandis que PVGIS reste utile pour valider les estimations préliminaires. Pour la suite de nos essais, le logiciel PVSyst nous permettra d'ajouter des coefficients liés à une centrale photovoltaïque flottante, pour améliorer la précision de la simulation.

	SITE D'ESSAIS GPMM	N° du document : SOFLOCEAN-DEM-001 Rev : D
Titre du document : DOSSIER DÉMONSTRATEUR PROJET SOFLOCEAN		Date : 24/02/2026 Page : 16 sur 76

4.3 Systèmes flottants

Le système de flottaison est la partie la plus étudiée du démonstrateur : la rationalité de sa conception, son exhaustivité et la fiabilité de sa construction ont reçu une attention particulière au cours de l'ensemble du projet.

Comme indiqué dans le tableau précédent, l'ensemble du système de flottaison comprend :

- Flotteur principal (pour supporter les modules PV),
- Des flotteurs-passerelles (pour relier les flotteurs principaux et assurer la maintenance ultérieure),
- Un cadre sous forme de tuyaux PEHD (pour relier la ligne d'amarrage à la plateforme flottante, en évitant une partie de l'énergie potentielle des vagues).

Tous les flotteurs sont fabriqués en PEHD. Pour des dimensions détaillées et des photos, veuillez vous référer au document ci-joint (fiches techniques de MF et de AF).

4.4 Système d'ancrage

Le système d'amarrage est également un élément important du démonstrateur. D'une part, un système d'amarrage efficace est essentiel pour un projet offshore et, d'autre part, le démonstrateur doit répondre à certaines exigences obligatoires.

Par conséquent, après avoir effectué les recherches et les calculs nécessaires, le système d'amarrage sera mis en œuvre comme suit : neuf pieux d'ancrage hélicoïdaux seront répartis autour du périmètre de la plate-forme. Le côté de la plate-forme le plus exposé aux forces des vagues et des courants sera équipé de trois pieux d'ancrage hélicoïdaux, tandis que les trois autres côtés nécessitent chacun deux pieux d'ancrage. Tous les pieux d'ancrage seront de forme et de dimensions identiques. Pour plus de détails, veuillez vous référer aux dessins techniques des pieux d'ancrage. Chaque pieu d'ancrage est relié à deux lignes d'ancrage (100% en corde), comme illustré ci-dessous :

	SITE D'ESSAIS GPMM	N° du document : SOFLOCEAN-DEM-001 Rev : D
Titre du document : DOSSIER DÉMONSTRATEUR PROJET SOFLOCEAN		Date : 24/02/2026 Page : 17 sur 76

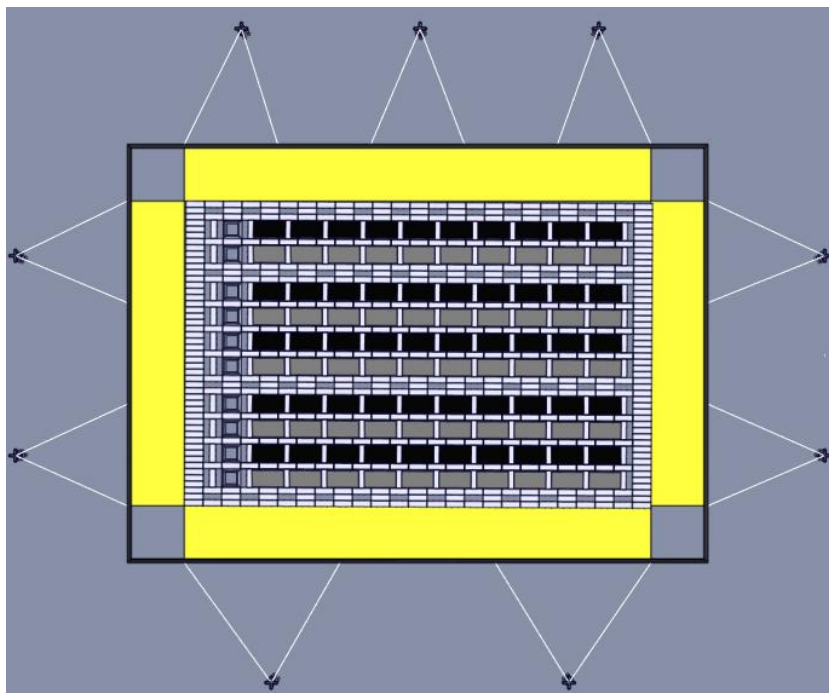


Figure 4. Modélisation de la plateforme flottante avec le système d'ancrage

4.5 Caractéristiques du système électrique

4.5.1 Embarqué

Comme indiqué précédemment, le but principal du démonstrateur est de mesurer la production électrique du système photovoltaïque dans un environnement marin, et le système électrique de ce démonstrateur est principalement constitué de :

- Des modules photovoltaïques (convertissent l'énergie lumineuse en énergie électrique),
- Des onduleurs (qui convertissent le courant continu produit par le champ photovoltaïque en courant alternatif stable, afin de le connecter au réseau),
- Des armoires électriques (situées aux deux extrémités de l'onduleur pour protéger le réseau et le système photovoltaïque),
- Des câbles (fils à courant continu et à courant alternatif, avec un câble dynamique à courant continu entre la plateforme flottante et les onduleurs).

	SITE D'ESSAIS GPMM	N° du document : SOFLOCEAN-DEM-001 Rev : D
Titre du document : DOSSIER DÉMONSTRATEUR PROJET SOFLOCEAN		Date : 24/02/2026 Page : 18 sur 76

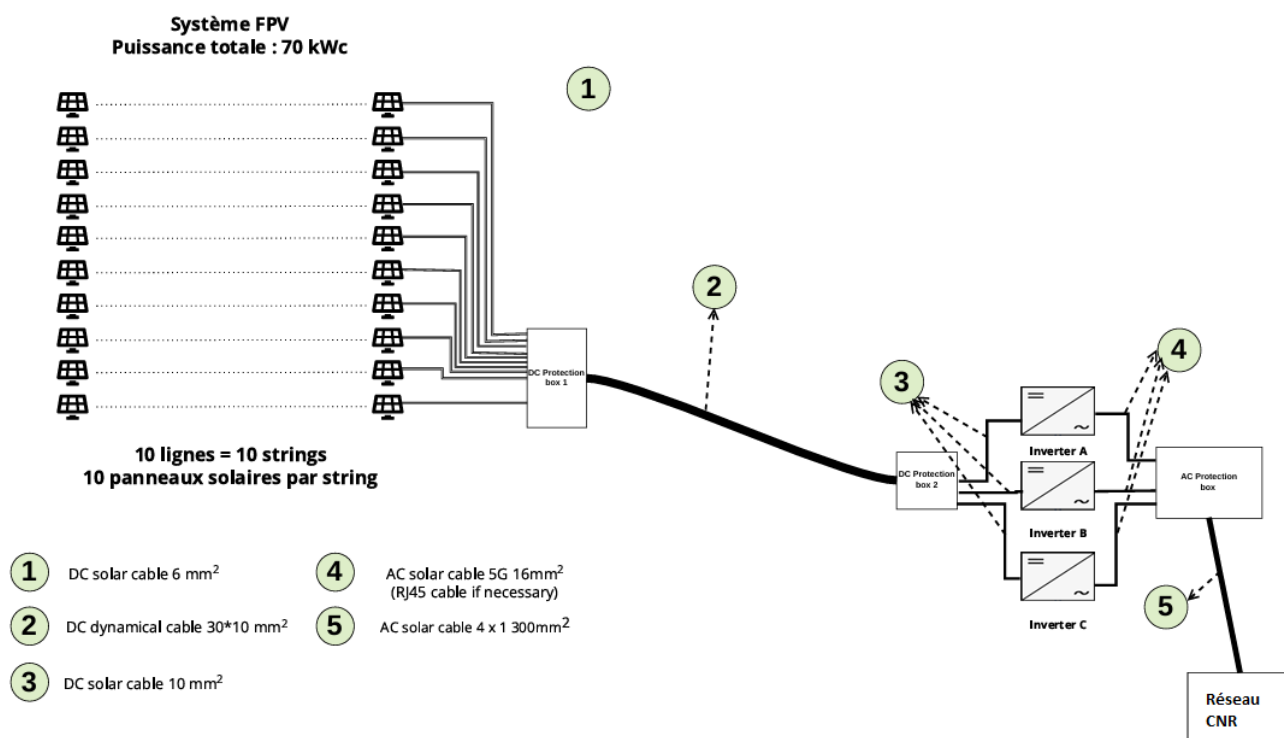


Figure 5. Schéma électrique du système photovoltaïque

4.5.2 Raccordement

La production électrique injectée par le démonstrateur est un courant triphasé stable de 400 V et 50 Hz, avec une limite d'injection égale à la consommation du site (l'énergie produite sera ainsi entièrement autoconsommée, il n'y aura aucune ré-injection du surplus dans le réseau).

Un boîtier de protection électrique AC entre le réseau et l'onduleur est destiné à empêcher l'effet d'îlotage et donc à protéger le réseau du site. L'onduleur lui-même est équipé de fonctions de surveillance et d'arrêt automatique. Le câble de sortie est caractérisé comme 4G300mm² et est en aluminium.

	SITE D'ESSAIS GPMM	N° du document : SOFLOCEAN-DEM-001 Rev : D
Titre du document : DOSSIER DÉMONSTRATEUR PROJET SOFLOCEAN		Date : 24/02/2026 Page : 19 sur 76

Tableau 2. Tableau récapitulatif des câbles électriques utilisés dans le système

Type de câble		Description	Section du conducteur	Diamètre ext.
#1	Câble DC	Connexion entre les panneaux PV et la boîte de protection DC	6 mm ²	6.87 mm
#2	Câble DC dynamique	Connexion entre la première et la deuxième boîte DC	10 mm ²	87.7 mm
#3	Câble DC	Connexion entre la boîte de protection DC et les onduleurs	10 mm ²	6.87 mm
#4	Câble AC	Connexion entre les onduleurs et la boîte de protection AC	16 mm ²	36.0 mm
#5	Câble AC	Connexion entre la boîte AC et le transformateur du site	300 mm ²	100.0 mm

4.6 Câble dynamique

Le câble dynamique permet la connexion entre la terre (réseau) et la mer (plateforme flottante). La plateforme flottante étant dynamique, le câble doit répondre à des exigences opérationnelles dynamiques afin d'être adapté au système flottant. La zone autour du câble dynamique sera interdite à la navigation. Un câble dynamique se compose de deux parties, câble et ancrage, comme le montre la figure ci-dessous :

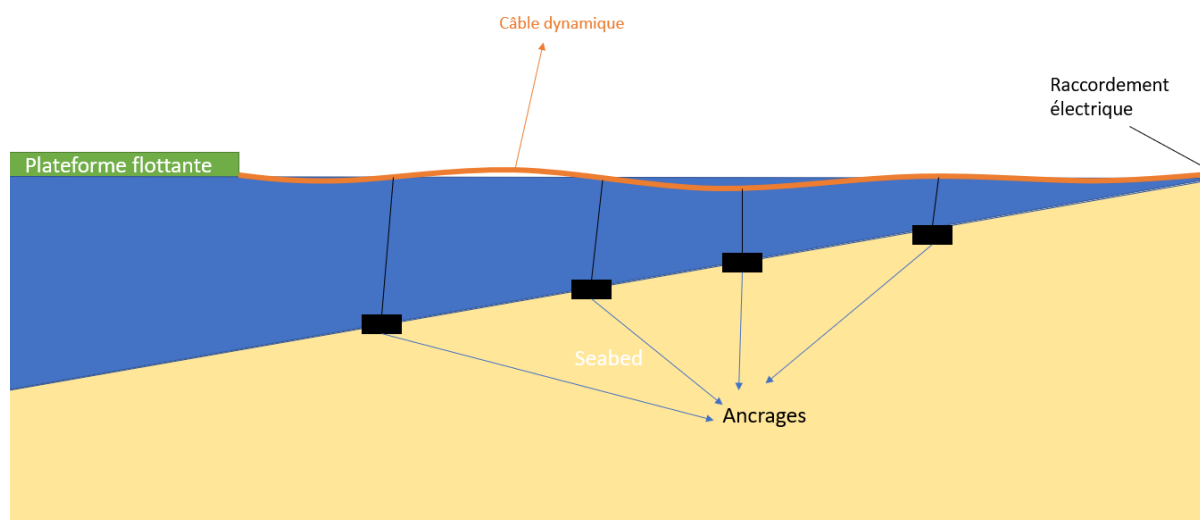


Figure 6. Système du câble dynamique pour le projet

	SITE D'ESSAIS GPMM	N° du document : SOFLOCEAN-DEM-001 Rev : D
Titre du document : DOSSIER DÉMONSTRATEUR PROJET SOFLOCEAN		Date : 24/02/2026 Page : 20 sur 76

Ce câble dynamique mesure environ 60 mètres de long et se compose de 30 fils à courant continu et la section de chaque fils est de 6 millimètres carrés. La figure ci-dessous montre un schéma de la section transversale du câble dynamique :

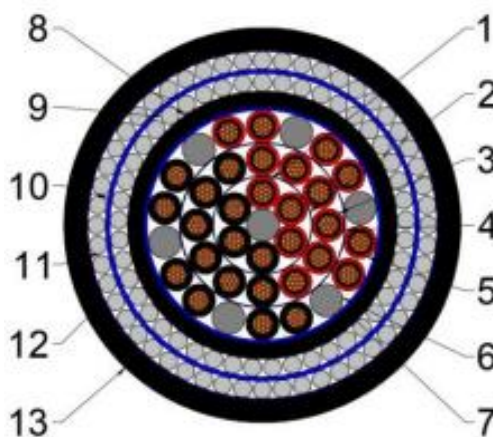


Figure 7. Section du câble dynamique

4.7 Système de mesure

Plusieurs instruments de test sont également inclus dans le démonstrateur, afin de mesurer les conditions environnementales, la tension sur la ligne d'amarrage et la production électrique de la centrale solaire.

Tableau 3. Tableau non exhaustif des instruments de mesure du démonstrateur

Appareil	Quantité	Paramètres
Capteur de tension	3	Tension de la ligne d'ancrage
Houlographe	1	Hauteur, période et direction des vagues
Pyranomètre	1	Irradiance solaire
Station météo multi capteur	1	Vitesse et direction du vent, température, humidité, précipitation
Caméra IP65	2	Surveillance vidéo
DataLogger	1	Production électrique

Les **instruments de mesure** intégrés au projet sont essentiels à l'**évaluation et au suivi du comportement mécanique** du démonstrateur. Ces capteurs permettront de collecter des données essentielles sur les mouvements de la structure, les forces exercées par les courants, les vagues et le vent, ainsi que les efforts dans les lignes d'ancrage. L'objectif est de mieux comprendre l'interaction

	SITE D'ESSAIS GPMM	N° du document : SOFLOCEAN-DEM-001 Rev : D
Titre du document : DOSSIER DÉMONSTRATEUR PROJET SOFLOCEAN		Date : 24/02/2026 Page : 21 sur 76

entre la plateforme et son environnement marin afin d'optimiser sa conception et d'anticiper son vieillissement.

Ces données permettront non seulement d'**améliorer les performances** et la durabilité de la plateforme photovoltaïque flottante, mais aussi d'**anticiper les opérations de maintenance** en détectant d'éventuelles anomalies ou événements inhabituels (fortes houles, vibrations excessives, dérives anormales).

Les capteurs seront connectés au **réseau 4G**, leur permettant de transmettre en **temps réel** les informations collectées vers un **serveur FTP hébergé dans le cloud**. Ces données seront enregistrées sous la forme de fichiers **.csv**, un format facilement exploitable pour le traitement et l'analyse. À l'aide d'un programme développé en **Python**, ces fichiers seront traités pour identifier des tendances, établir des diagnostics et affiner les modèles de prédiction du comportement de la plateforme. Cette approche permettra d'assurer une **surveillance continue et intelligente** du site, contribuant ainsi à l'amélioration de la fiabilité et de la résilience du système photovoltaïque flottant.

5 Intégration au site d'essais

5.1 Hypothèses de conception

La technologie photovoltaïque flottante en mer est encore au stade de démonstrateur et ne dispose que de références normatives limitées, ce qui reflète la nouveauté et l'aspect exploratoire de ce domaine en R&D. La technologie utilise la norme DNVGL-RP-0584 qui fournit des lignes directrices spécifiques au design, au développement et à l'exploitation des systèmes photovoltaïques flottants. En complément, la norme française UTE C 15-712-1 s'applique aux installations photovoltaïques raccordées au réseau public de distribution, spécifiquement pour les systèmes basse tension. Ce guide pratique définit les critères pour garantir une installation électrique sûre et conforme, en détaillant la gestion des câbles, la protection contre les surtensions et le dimensionnement des équipements électriques. AREMA ENERGIES applique déjà cette norme dans les projets photovoltaïque sur toiture. La conception de la plateforme du projet SOFLOCEAN prend en compte une période de retour de 10 ans pour les événements climatiques extrêmes, bien que le test ait lieu sur une période d'une année. Les valeurs à prendre en compte pour le dimensionnement en conditions extrêmes sont :

- Un marnage max. de 1 m;
- Une hauteur significative de vague maximum 1,6m;
- Une vitesse de vent en rafale de 35,36 m/s ;
- Un courant maximum de 0,5 m/s;

	SITE D'ESSAIS GPMM	N° du document : SOFLOCEAN-DEM-001 Rev : D
Titre du document : DOSSIER DÉMONSTRATEUR PROJET SOFLOCEAN		Date : 24/02/2026 Page : 22 sur 76

Comme hypothèse, la profondeur de l'eau prise à marée basse est de 5 mètres.

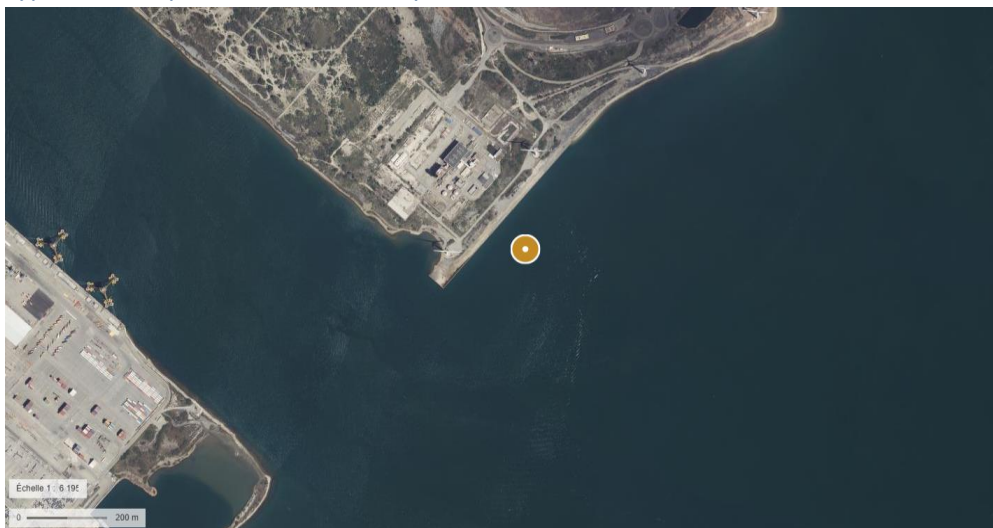


Figure 8. Vue satellite du site d'exploitation de la centrale flottante

	SITE D'ESSAIS GPMM	N° du document : SOFLOCEAN-DEM-001 Rev : D
Titre du document : DOSSIER DÉMONSTRATEUR PROJET SOFLOCEAN		Date : 24/02/2026 Page : 23 sur 76

5.2 Implantation

Le système sera implanté sur la “Zone nautique” entre la darse 1 et la darse 2, en zone maritime gérée par le Grand Port Maritime de Marseille (GPMM). La plateforme photovoltaïque flottante est située aux coordonnées GPS suivantes : 43.406368, 4.871516. Ci-dessous une vue satellite de l’implantation de la plateforme photovoltaïque flottante et les ancrages sur le site d’essai :



Figure 9. Vue satellite de l’implantation du système sur le site

La plateforme est située environ à 5 mètres de profondeur. Le site concerné possède un faible marnage. Les excursions prévues de la plateforme flottante sont estimées à une distance maximale d’environ 5 mètres autour de la position centrale.

	SITE D'ESSAIS GPMM	N° du document : SOFLOCEAN-DEM-001 Rev : D
Titre du document : DOSSIER DÉMONSTRATEUR PROJET SOFLOCEAN		Date : 24/02/2026 Page : 24 sur 76

5.3 Balisage et signalisation

5.3.1 Maritime

La plateforme est équipée d'un balisage lumineux conforme aux réglementations maritimes pour assurer sa visibilité de jour comme de nuit. Ce balisage est composé de feux à LED haute intensité, positionnés stratégiquement sur le flotteur afin de garantir une identification claire de la structure. L'alimentation du balisage est assurée par un système autonome avec batterie, garantissant un fonctionnement continu même en l'absence d'ensoleillement et notamment la nuit.

5.3.2 Aérien

Aucune contrainte aérienne spécifique n'a été identifiée pour la plateforme. Toutefois, si nécessaire, un marquage aérien pourra être ajouté conformément aux exigences réglementaires applicables aux infrastructures maritimes et flottantes.

5.4 Equipements de sécurité

La plateforme flottante photovoltaïque ne contient pas d'équipements de sécurité propre. L'ensemble des équipements de protection individuelle (EPI) et des moyens de secours seront embarqués à bord du bateau utilisé pour les interventions. Chaque mission nécessitant un accès à la plateforme sera réalisée à l'aide d'une embarcation sécurisée, équipée de gilets de sauvetage pour tous les membres de l'équipage, ainsi que d'un kit de premiers secours en cas d'incident. De plus, des dispositifs de communication tels que des radios VHF et une connexion 4G seront à disposition afin de garantir une liaison permanente avec la terre. Les intervenants devront également porter des EPI adaptés, incluant des casques, des gants et des harnais de sécurité lorsque les conditions l'exigent.

	SITE D'ESSAIS GPMM	N° du document : SOFLOCEAN-DEM-001 Rev : D
Titre du document : DOSSIER DÉMONSTRATEUR PROJET SOFLOCEAN		Date : 24/02/2026 Page : 25 sur 76

5.5 Sécurité des phases opérationnelles

5.5.1 Système de supervision

Le système de supervision mis en place pour la plateforme photovoltaïque flottante permet de surveiller en temps réel l'ensemble des paramètres critiques du système, garantissant ainsi la sécurité et l'efficacité des phases opérationnelles. Ce système repose sur une architecture connectée, intégrant des capteurs de surveillance, des modules de communication et une interface de gestion distante. Parmi les variables supervisées, on retrouve :

- Paramètres environnementaux : vitesse et direction du vent, hauteur et période des vagues, température de l'eau ;
- Données structurales : inclinaison et mouvement de la plateforme, contraintes sur les ancrages ;
- Surveillance électrique : tension et courant des panneaux photovoltaïques, état des onduleurs, consommation énergétique ;
- Sécurité et alarmes : fonctionnement du balisage lumineux, statut du transpondeur AIS, détection d'anomalies.

Ces données sont collectées en continu et transmises via un réseau 4G sécurisé vers un serveur FTP distant, où elles sont enregistrées sous un format exploitable (.csv). Un échange de données sera également mis en place avec les différents acteurs du projet s'ils le souhaitent, permettant le partage d'informations clés. La table d'échange de signaux définit les variables partagées de la centrale solaire flottante, en spécifiant les fréquences d'acquisition, les protocoles de communication et les seuils d'alerte en cas de conditions critiques.

5.5.2 Coordination maritime

Des mesures de sécurité spécifiques au contexte maritime ont été prises:

- Balisage et signalisation : mise en place d'un balisage et une signalisation adaptés pour indiquer la présence de la centrale et assurer la sécurité de la navigation.
- Communication : communication régulière avec la capitainerie du port et les services de l'État en mer pour coordonner les activités et informer les usagers.
- Procédures d'urgence : mise en place de procédures d'urgence spécifiques pour faire face aux incidents en mer (collision, naufrage, pollution) et assurer la sécurité des opérations.

	SITE D'ESSAIS GPMM	N° du document : SOFLOCEAN-DEM-001 Rev : D
Titre du document : DOSSIER DÉMONSTRATEUR PROJET SOFLOCEAN		Date : 24/02/2026 Page : 26 sur 76

L'accès à la plateforme solaire flottante en mer est une opération qui nécessite une planification minutieuse et des mesures de sécurité rigoureuses. La combinaison de l'accès maritime et des technologies de surveillance à distance permet d'assurer le fonctionnement efficace et sûr de cette installation.

Les procédures d'accès à la plateforme solaire flottante en mer prennent en compte la sécurité, les conditions météorologiques et les opérations de maintenance anticipées avant l'accès.

L'accès principal se fait par bateau. L'accès ne nécessite pas de navire de service spécialisé, tant pour transporter le personnel que les équipements vers la plateforme. L'accès maritime est fortement dépendant des conditions météorologiques. Les tempêtes, les vagues et le brouillard peuvent rendre l'accès dangereux, voire impossible. Les opérations sont ainsi planifiées en fonction des données des systèmes de surveillance météorologique.

Une fois le navire accosté sur les tubes en PEHD, les passerelles entre les lignes de panneaux solaires permettent au personnel de réaliser les tests et interventions nécessaires en toute sécurité. Ces passerelles sont robustes et adaptées aux mouvements de la mer.

L'accès à la plateforme nécessite l'utilisation d'équipements de sécurité, tels que des gilets de sauvetage, des gants et des chaussures de sécurité adaptés.

Des procédures d'urgence ont été mises en place en cas de chute à l'eau. Tout le personnel accédant à la plateforme doit recevoir une formation spécifique sur les procédures de sécurité maritime et les risques liés à l'environnement marin.

Maintenance régulière : les panneaux solaires, les structures flottantes et les équipements électriques nécessitent une surveillance régulière pour assurer leur bon fonctionnement. L'utilisation d'un drone aérien et d'un drone sous-marin a été incluse dans les procédures afin de faciliter les opérations de maintenance et d'inspection, en particulier dans les zones difficiles d'accès.

Protection de la faune et de la flore marines: les procédures d'accès ont été conçues pour minimiser l'impact sur l'environnement marin, notamment pour éviter la pollution et protéger les espèces marines sensibles comme les herbiers de zostère.

Enfin, les éventuels déchets produits sur la plateforme suite aux opérations de maintenance seront collectés et éliminés de manière appropriée, conformément aux réglementations environnementales.

	SITE D'ESSAIS GPMM	N° du document : SOFLOCEAN-DEM-001 Rev : D
Titre du document : DOSSIER DÉMONSTRATEUR PROJET SOFLOCEAN		Date : 24/02/2026 Page : 27 sur 76

5.5.3 Coordination électrique

La consignation électrique de la plateforme solaire flottante, qui comporte une configuration DC flottante et AC terrestre, nécessite une approche rigoureuse et adaptée à la spécificité de l'installation.

Préparation et planification :

Une analyse des risques préliminaire permet d'identifier tous les risques électriques potentiels, tant côté DC (panneaux, câbles flottants) que côté AC (onduleurs, connexion au réseau). Cette analyse est réalisée à partir des schémas électriques, des plans d'implantation et des procédures de consignation spécifiques aux équipements de la plateforme.

Le personnel effectuant la consignation possède les habilitations électriques appropriées (norme NF C18-510). De plus, une communication claire entre les équipes travaillant sur la plateforme flottante et celles sur la partie terrestre est systématiquement mise en place.

Procédure de consignation côté DC (flottant) :

- Couper le courant au niveau des sectionneurs DC situés sur la plateforme.
- Verrouiller les sectionneurs en position ouverte à l'aide de cadenas de consignation.
- Étiqueter les points de séparation avec des avertissements clairs.
- Utiliser un VAT adapté aux tensions DC élevées pour vérifier l'absence de tension sur tous les conducteurs actifs (effectuer la VAT à plusieurs points de la chaîne DC).
- Connecter des dispositifs de MALT/CC aux conducteurs DC pour dissiper toute énergie résiduelle.
- Mettre en place une signalétique claire pour indiquer la zone de travail consignée.

Procédure de consignation côté AC (terrestre) :

- Couper le courant au niveau du disjoncteur AC principal reliant l'installation au réseau.
- Séparer les onduleurs AC du réseau.
- Verrouiller le disjoncteur AC en position ouverte.
- Étiqueter les onduleurs AC et les points de séparation.
- Vérification d'absence de tension sur tous les conducteurs AC.
- Connecter des dispositifs de MALT/CC aux conducteurs AC.
- Mettre en place une signalétique claire pour indiquer la zone de travail consignée.

Câble DC dynamique :

Le câble DC relie la plateforme flottante à la partie terrestre. Les points de séparation possibles (connecteurs débrochables) seront identifiés au préalable. De plus, les techniciens s'assureront que le câble est sécurisé et ne présente aucun risque de mouvement ou de dommage pendant les travaux.

	SITE D'ESSAIS GPMM	N° du document : SOFLOCEAN-DEM-001 Rev : D
Titre du document : DOSSIER DÉMONSTRATEUR PROJET SOFLOCEAN		Date : 24/02/2026 Page : 28 sur 76

La déconsignation doit se faire en sens inverse de la consignation :

- Vérifier que personne ne se trouve sur la zone de travail.
- Retirer les dispositifs de MALT/CC, les cadenas et les étiquettes.
- Refermer les sectionneurs et le disjoncteur.
- Effectuer des contrôles de fonctionnement avant de remettre l'installation en service.

6 Procédure d'installation

L'installation du système photovoltaïque flottant constitue une étape clé du projet, mobilisant des moyens techniques et logistiques spécifiques pour garantir la réussite du démonstrateur. Cette phase implique la mise en place de l'ensemble des composants de la plateforme, incluant les tuyaux PEHD, les filets, les flotteurs, et les panneaux photovoltaïques, ainsi que l'installation des lignes d'ancrage et du système électrique. Chaque étape a été soigneusement planifiée pour répondre aux exigences de sécurité, de stabilité, et de conformité environnementale. Cette procédure d'installation est la phase 2 du projet SOFLOCEAN.

Le processus d'installation intègre également le remorquage de la plateforme jusqu'à son emplacement final et son raccordement aux infrastructures maritimes et électriques existantes. Enfin, la mise en service du système est validée par le Bureau Veritas, garantissant la conformité aux normes applicables et la capacité opérationnelle de la structure dans les conditions marines prévues. Cette méthodologie rigoureuse permet de minimiser les risques techniques tout en maximisant l'efficacité et la durabilité du démonstrateur.

Une équipe d'ouvriers sera présente pour réaliser le chantier avec la présence de l'équipe d'AREMA ENERGIES pour superviser le chantier. Pour la manutention, des tractopelles pourront être utilisés et donc du personnel qualifié à leur conduite sera aussi présent. Pour les activités marines (système d'ancrage), des plongeurs qualifiés seront présents. Le raccordement électrique sera réalisé par des électriciens de l'équipe d'AREMA ENERGIES.

	SITE D'ESSAIS GPMM	N° du document : SOFLOCEAN-DEM-001 Rev : D
Titre du document : DOSSIER DÉMONSTRATEUR PROJET SOFLOCEAN		Date : 24/02/2026 Page : 29 sur 76



Figure 10. Zone potentielle de construction de la plateforme

Une zone potentielle pour construire la plateforme serait l'anse protégée à proximité de l'éolienne n°1 de Vensolair, avec un balisage autour pour assurer la protection du chantier et des personnes autour. Un trajet d'environ 800 mètres sera réalisé pour déplacer la plateforme de la zone de construction vers le site du démonstrateur à la "Zone nautique".

6.1 Construction de la plateforme flottante

L'installation débute par la construction de la plateforme photovoltaïque flottante, au niveau de la plage du moulin blanc. Les services de l'État seront consultés pour mettre en œuvre cette construction dans des conditions optimales et sans risques. Les composants principaux, tels que les tuyaux en polyéthylène haute densité (PEHD), les filets de protection, les flotteurs et les panneaux photovoltaïques, sont assemblés pour constituer le cœur du démonstrateur.

Les tuyaux PEHD assurent la rigidité structurelle et la flottaison, avec un effet casse-vague. Les filets permettent de lier les tuyaux PEHD avec les flotteurs, tout en ayant un effet sur la réduction des charges subies par les panneaux photovoltaïques. Les flotteurs sont flexibles et permettent de suivre le mouvement des vagues. Les panneaux photovoltaïques sont montés et sécurisés sur des supports inclinés en position Est / Ouest (dos à dos). Cette orientation donne une protection à la prise aux vents pour les panneaux photovoltaïques. Une zone de 50 m x 70 m sera balisée pour le chantier.

	SITE D'ESSAIS GPMM	N° du document : SOFLOCEAN-DEM-001 Rev : D
Titre du document : DOSSIER DÉMONSTRATEUR PROJET SOFLOCEAN		Date : 24/02/2026 Page : 30 sur 76

Cette partie de l'installation a une durée approximative de 2 semaines, **prévue au mois de juin 2026**. Un ou plusieurs tractopelles avec du personnel qualifié sera utilisé pour l'installation. Un plan complet journalier de la construction sera réalisé avant le début du chantier.

6.2 Installation du système d'ancrage

Le système d'ancrage sera installé sur le site d'essais pour accueillir la plateforme à la fin de sa construction. L'objectif est que cette installation se réalise pendant la construction de la plateforme, pour optimiser la durée totale du chantier. Les ancrs seront installées en suivant les règles de sécurité et environnementales définies et validées en amont par les différents acteurs du projet. Les lignes d'ancrages seront installées en même temps que l'installation de la plateforme sur le site d'essais. En amont du remorquage de la plateforme, les pieux d'ancrage seront installés aux positions indiquées via coordonnées GPS sur le site d'essai. Les lignes d'ancrage seront aussi préparées sur le chantier. L'idée est d'avoir toutes les lignes d'ancrage pour simplifier la connexion de la plateforme. En aval du remorquage, les lignes d'ancrages seront connectées à la plateforme photovoltaïque et les pieux d'ancrage à l'aide de plongeurs qualifiés.

6.3 Installation du raccordement électrique

Le raccordement électrique est séparé en plusieurs parties. La partie électrique sur la plateforme sera réalisée avant la mise à l'eau de la plateforme. Avec les protections EPI et du personnel qualifié au sein d'AREMA ENERGIES, il n'y a pas de danger pour l'installation électrique sur la plateforme. Cette installation est composée des panneaux photovoltaïques, de la connexion entre eux via les câbles DC et la connexion avec la première boîte de protection DC. Cette partie contient le boîtier DC sur la plateforme flottante et les câbles de connexion reliant chaque panneau PV à la boîte DC. L'autre partie du système électrique est située sur la rive à côté du site d'essais. Cette partie contient les onduleurs, un boîtier DC et un boîtier AC.

	SITE D'ESSAIS GPMM	N° du document : SOFLOCEAN-DEM-001 Rev : D
Titre du document : DOSSIER DÉMONSTRATEUR PROJET SOFLOCEAN		Date : 24/02/2026 Page : 31 sur 76



Figure 11. Le site de Vensolair avec les éoliennes et le réseau électrique.

	SITE D'ESSAIS GPMM	N° du document : SOFLOCEAN-DEM-001 Rev : D
Titre du document : DOSSIER DÉMONSTRATEUR PROJET SOFLOCEAN		Date : 24/02/2026 Page : 32 sur 76

6.4 Remorquage

Pour ce démonstrateur, un remorquage permettra de transporter la plateforme en toute sécurité entre le quai de construction et le site de test. Un seul bateau attaché avec plusieurs cordes à la plateforme est suffisant pour déplacer la plateforme sur le site d'essais. Ce transfert est réalisé en veillant à maintenir la stabilité du module :

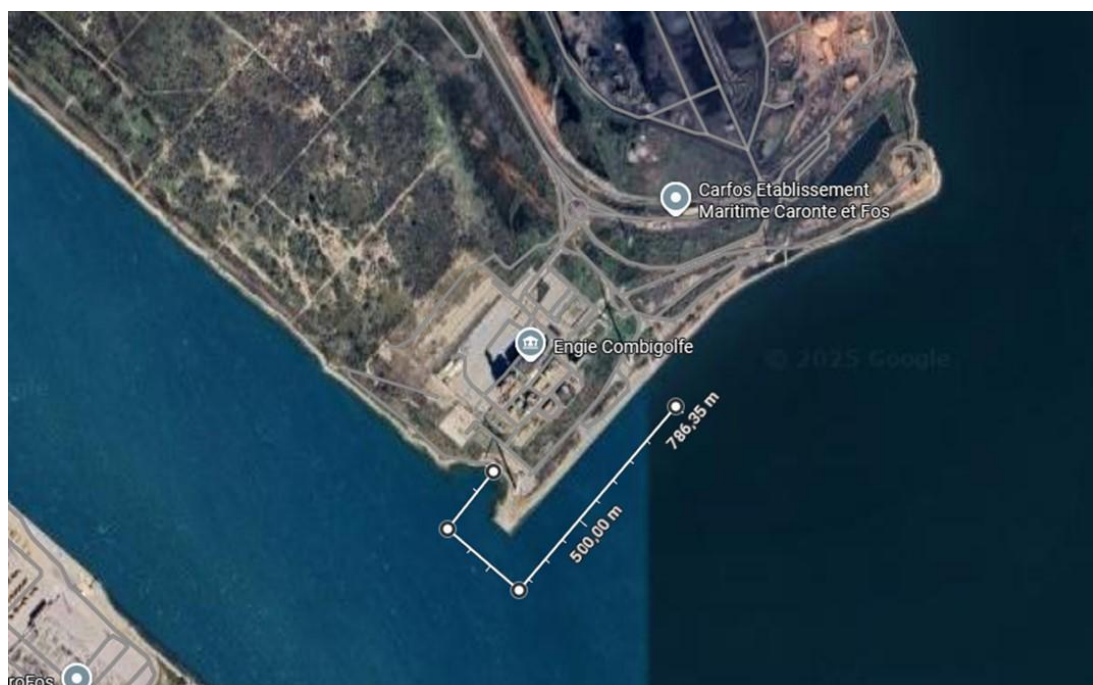


Figure 12. Distance à parcourir entre le site de construction et le site d'essai du démonstrateur

6.5 Connexion des lignes d'ancrage

Le bateau de remorquage transporte les lignes d'ancrage pour réaliser leurs connexions en même temps que le déplacement de la plateforme. Les lignes d'ancrages seront connectées une par une, avec des plongeurs pour réaliser les opérations sous l'eau.

6.6 Connexion du raccordement électrique

La partie électrique sur la plateforme photovoltaïque sera réalisée à la zone de construction du démonstrateur. Cette partie contient les panneaux photovoltaïques, les câbles DC les reliant et la boîte de protection DC. La partie électrique sur la terre ferme, au niveau des éoliennes, sera aussi réalisée. Cette partie contient la deuxième boîte de protection DC, les onduleurs et la boîte de protection AC. Après remorquage et connexion des lignes d'ancrage avec la plateforme, le câble dynamique DC sera

	SITE D'ESSAIS GPMM	N° du document : SOFLOCEAN-DEM-001 Rev : D
Titre du document : DOSSIER DÉMONSTRATEUR PROJET SOFLOCEAN		Date : 24/02/2026 Page : 33 sur 76

installé pour connecter les deux boîtes de protection ensemble. Toutes ces étapes seront réalisées par du personnel qualifié avec les certifications électriques et des plongeurs pour l'installation du câble dynamique.

6.7 Mise en service

La mise en service du projet constitue la dernière étape. Elle comprend des tests opérationnels pour valider le fonctionnement du système, incluant la production d'énergie, la stabilité mécanique, et la transmission des données de performance. Un contrôle final est effectué par le bureau Bureau Veritas, qui vérifie la conformité de l'installation aux normes maritimes, électriques et environnementales applicables. Le bureau de contrôle fournira une certification électrique du système. Ce passage garantit que le projet est opérationnel et prêt pour la phase d'exploitation sur le site d'essais. Cette étape constitue le deuxième jalon du projet et la fin de l'étape clé 2.

7 Programme de maintenance

La maintenance corrective consiste à réparer après une panne. L'objectif du plan de maintenance corrective est d'éviter les temps d'arrêt prolongés, de limiter le risque de dommages supplémentaires, les coûts de réparation plus élevés et l'impact sur la production d'énergie. Des pièces de rechange seront entreposées proche du site du démonstrateur pour les maintenances qui impliquent le changement de pièces, comme les flotteurs ou les panneaux. Environ 10% de pièces supplémentaires sont prévus pour chaque composant de la centrale flottante.

La maintenance prédictive consiste à anticiper et prévenir les pannes. On utilise des données et des analyses pour prédire les pannes potentielles et planifier la maintenance en conséquence. Cela permet de réduire les temps d'arrêt, d'optimiser la durée de vie des équipements, et de maximiser la production d'énergie. Pour une centrale solaire flottante, cela implique de surveiller en continu l'état des flotteurs, des panneaux solaires, des systèmes électriques et des ancrages grâce à des capteurs. Les données collectées sont ensuite analysées pour détecter les premiers signes de dégradation et planifier des interventions de maintenance avant que la panne ne survienne. La maintenance prédictive est une approche bien plus stratégique et efficace pour assurer la performance et la longévité d'une centrale solaire flottante. Elle permet d'optimiser la production d'énergie, de réduire les coûts de maintenance et de prolonger la durée de vie des équipements.

Un programme de maintenance est mis en place pour surveiller l'évolution de la centrale photovoltaïque flottante, pour optimiser la performance, la durée de vie et la sécurité de l'installation. Ce programme prédictif permet d'anticiper les pannes et de planifier les interventions de maintenance

	SITE D'ESSAIS GPMM	N° du document : SOFLOCEAN-DEM-001 Rev : D
Titre du document : DOSSIER DÉMONSTRATEUR PROJET SOFLOCEAN		Date : 24/02/2026 Page : 34 sur 76

de manière proactive, réduisant ainsi les coûts d'exploitation et les temps d'arrêt. De plus, 1 personne formée à intervenir sur la plateforme solaire flottante sera localisée à Marseille et en astreinte permanente pour toute intervention non planifiée à réaliser sur la plateforme avec un mandat de représentation d'AREMA ENERGIES.

Étape 1 : Collecte de données

Des capteurs seront installés pour recueillir des données en temps réel sur les différents composants de la centrale :

- Ancrages: surveillance des forces appliquées avec des capteurs de tension au bout des lignes d'ancrage
- Panneaux solaires: suivi de la production d'énergie via le système électrique (onduleur, datalogger), et suivi du comportement mécanique, c'est-à-dire de l'inclinaison et de l'orientation, par un système de caméras.
- Systèmes électriques: mesure des tensions, des courants, de la température des composants et de la qualité de l'énergie produite.
- Conditions environnementales: enregistrement des données météorologiques (vent, vagues, température de l'eau, salinité) et des données océanographiques (courants, marées).

Étape 2 : Analyse des données

Le traitement des données consiste à nettoyer, filtrer et normaliser les données collectées. Les données seront stockées dans un serveur cloud type FTP et seront accessibles pour les différents partenaires. Ce traitement consiste à comparer les données collectées à des modèles mathématiques simulant le comportement des différents composants, afin de prédire leur état futur. Le traitement, l'analyse et la visualisation des données sera réalisée avec le langage de programmation Python.

Étape 3 : Détection d'anomalies et prédiction des pannes

La définition de seuils d'alerte pour chaque paramètre surveillé, en se basant sur les données historiques et les connaissances des études de dimensionnement, permet l'envoi d'alertes en cas de dépassement des seuils ou de détection d'un comportement anormal. L'identification des scénarios de défaillance les plus probables et de leurs conséquences permet d'agir rapidement et de planifier une opération de maintenance. Le système de caméras joue un rôle important dans la détection d'anomalies par un contrôle visuel régulier de l'intégrité de la plateforme flottante et des lignes d'ancrage.

Étape 4 : Planification de la maintenance

La planification de la maintenance optimise les interventions pour minimiser les coûts et les interruptions grâce à des algorithmes d'optimisation. Ceux-ci établissent un calendrier en tenant compte des ressources disponibles et des cycles des équipements. La priorisation des tâches permet de cibler les composants critiques en fonction de leur impact sur la sécurité et la performance, ainsi

	SITE D'ESSAIS GPMM	N° du document : SOFLOCEAN-DEM-001 Rev : D
Titre du document : DOSSIER DÉMONSTRATEUR PROJET SOFLOCEAN		Date : 24/02/2026 Page : 35 sur 76

que l'urgence des réparations, assurant une efficacité maximale tout en maintenant la continuité opérationnelle.

Programme de maintenance préventive pour une durée d'exploitation de 1 an :

Objectif : Assurer le bon fonctionnement de la centrale solaire flottante, optimiser sa production d'énergie et prolonger sa durée de vie.

Fréquence des inspections :

- Mensuelle : inspection visuelle générale, vérification des connectiques, mesure des performances des panneaux.
- Bimestrielle : vérification du système d'ancrage, mesure de la tension des câbles, contrôle de la corrosion.
- Semestrielle : nettoyage des panneaux solaires, vérification des flotteurs, contrôle des onduleurs.
- Annuelle : inspection complète de l'installation, y compris les systèmes électriques, les structures de support et les systèmes de communication.

	SITE D'ESSAIS GPMM	N° du document : SOFLOCEAN-DEM-001 Rev : D
Titre du document : DOSSIER DÉMONSTRATEUR PROJET SOFLOCEAN		Date : 24/02/2026 Page : 36 sur 76

Check-list d'inspection pour la plateforme



Informations de base	
Emplacement de la plate-forme	
Fréquence d'inspection	
Inspecteur	
Date de l'inspection	

1. Inspection de la structure et du système d'amarrage	
1.1 Flotteurs	
	Vérifier que tous les flotteurs ne présentent pas de dommages visibles, de fissures ou d'autres signes d'usure.
	Vérifier la surface des flotteurs et prendre des photos si nécessaire (aucun travail de nettoyage n'est nécessaire).
	Vérifier la hauteur des flotteurs par rapport au niveau de l'eau et s'assurer qu'aucun flotteur n'est submergé.
1.2 Connecteurs flottants (boulons, écrous et goupilles)	
	Vérifier l'absence de dommages visibles, de fissures sur tous les boulons, écrous et goupilles.
	Vérifier qu'il ne manque pas de boulons et d'écrous.
1.3 Filets jaunes	
	Vérifier que les filets ne présentent pas de fissures ou de ruptures visibles.
	Vérifier l'intégrité de la connexion du filet au tuyau PEHD et aux flotteurs.
	Vérifier que les filets ne sont pas déviés sur le tuyau.
1.4 Tubes PEHD	
	Vérifier les dommages visibles, les fissures et les ruptures de toutes les conduites.
	Confirmez que le tuyau flotte correctement à la surface de l'eau et observez qu'il n'est pas complètement immergé.
1.5 Lignes de mouillage	
	Vérifier les dommages visibles, les ruptures et l'absence de tous les colliers de serrage sur les tuyaux.
	Vérifier la connexion entre les pinces et les amarres, en particulier l'intégrité des nœuds.

Figure 13. Une check-list d'inspection à remplir pour chaque intervention

	SITE D'ESSAIS GPMM	N° du document : SOFLOCEAN-DEM-001 Rev : D
Titre du document : DOSSIER DÉMONSTRATEUR PROJET SOFLOCEAN		Date : 24/02/2026 Page : 37 sur 76

8 Procédure de démantèlement

Le démantèlement de la centrale inclura notamment les tâches suivantes:

- Déconnexion électrique : couper les connexions électriques en toute sécurité.
- Retrait des panneaux : démonter les panneaux des flotteurs et les stocker sur une plateforme sécurisée.
- Démontage des flotteurs : déconnecter les flotteurs des panneaux et les ramener sur la rive.
- Retraitement des structures de support : démonter les filets utilisés pour maintenir les panneaux et les flotteurs, et retraiter les tubes en PEHD (barrière casse-vague).
- Retrait des systèmes d'ancrage : retirer les ancres du fond de l'eau.

Nous procéderons ensuite au tri des matériaux, en séparant les panneaux, les flotteurs, les câbles et les autres composants. Les matériaux recyclables (verre, aluminium, cuivre) sont envoyés vers des centres de recyclage, et les déchets non recyclables sont éliminés conformément à la réglementation en vigueur. Le système d'ancrage peut aussi être réutilisé pour des constructions futures. Le transport vers le site de traitement nécessite des véhicules terrestres pour transporter les matériaux.

Voici les étapes détaillées :

1. Démantèlement de la plateforme flottante DC :

- Évaluation des risques : identifier tous les dangers potentiels liés au démantèlement (électriques, mécaniques, environnementaux).
- Planification logistique : organiser les opérations de levage, de transport et de stockage des équipements.
- Sécurisation de la zone : mettre en place des dispositifs de sécurité pour prévenir les accidents (barrières, signalisation, etc.).

2. Consignation électrique et déconnexion :

- Consignation complète de la partie DC : suivre scrupuleusement les procédures de consignation électrique (séparation, condamnation, VAT, MALT/CC).
- Déconnexion des panneaux solaires : débrancher les panneaux des structures flottantes et des câbles DC.
- Déconnexion des câbles DC : retirer les câbles reliant les panneaux au sectionneur DC/DC.

3. Démontage des équipements flottants (DC):

- Démontage des panneaux solaires : retirer les panneaux des structures de support et les stocker en toute sécurité.
- Démontage du sectionneur DC/DC

	SITE D'ESSAIS GPMM	N° du document : SOFLOCEAN-DEM-001 Rev : D
Titre du document : DOSSIER DÉMONSTRATEUR PROJET SOFLOCEAN		Date : 24/02/2026 Page : 38 sur 76

- Démontage des structures flottantes : démonter les flotteurs et les structures de support, en veillant à ne pas endommager l'environnement marin.
- Chargement : charger les équipements sur des navires amarrés sur les tubes en PEHD.
- Transport vers les installations de recyclage : transporter les équipements vers des centres de traitement agréés pour le recyclage ou l'élimination.

4. Démantèlement des équipements AC à terre :

- Sécurisation de la zone : mettre en place des barrières et une signalisation appropriée.
- Consignation complète de la partie AC : suivre les procédures de consignation électrique pour les équipements à terre (séparation, condamnation, VAT, MALT/CC).
- Déconnexion des onduleurs AC : débrancher les onduleurs du réseau électrique et des câbles DC provenant de la plateforme.
- Retirer les équipements de connexion au réseau.
- Retirer les onduleurs et les préparer pour le transport.
- Retirer les câbles et les conduits électriques.

5. Transport, gestion des déchets et recyclage :

- Charger les équipements sur des camions.
- Nettoyage de la zone : enlever tous les débris et matériaux.
- Transport vers les installations de recyclage : transporter les équipements vers des centres de traitement agréés.
- Recyclage des panneaux solaires : envoyer les panneaux solaires à des installations spécialisées pour le recyclage des matériaux (silicium, verre, aluminium).
- Recyclage des équipements électriques : récupérer les métaux et autres matériaux valorisables.
- Élimination des déchets dangereux : notre solution solaire n'intègre pas d'huiles et de liquides de refroidissement nécessitant d'être éliminés conformément aux réglementations en vigueur.

6. Remise en état du site :

- Retrait des ancrages : enlever les systèmes d'ancrage de la plateforme, en minimisant les perturbations du fond marin.
- Nettoyage de la zone : S'assurer qu'aucun débris ou matériau n'est laissé sur le site.
- Tri des déchets : Séparer les différents types de déchets (métaux, plastiques, verre, etc.).

7. Documentation et rapports :

- Documentation de toutes les étapes du démantèlement : prise de photos et de vidéos.
- Rédaction d'un rapport de démantèlement : description des opérations effectuées, des quantités de matériaux recyclés et des éventuels problèmes rencontrés.

	SITE D'ESSAIS GPMM	N° du document : SOFLOCEAN-DEM-001 Rev : D
Titre du document : DOSSIER DÉMONSTRATEUR PROJET SOFLOCEAN		Date : 24/02/2026 Page : 39 sur 76

9 Sécurité maritime

L'implantation de la plateforme photovoltaïque flottante peut affecter la navigation des navires et les activités maritimes locales. Les principaux risques identifiés sont :

- Collisions avec des navires de pêche ou de transport.
- Enchevêtrement des filets de pêche dans les lignes d'amarrage.
- Déplacement de la plateforme en cas de conditions météorologiques extrêmes.

Pour atténuer ces risques, plusieurs mesures ont été mises en place :

- Installation d'un balisage lumineux conforme aux normes maritimes.
- Signalisation AIS pour informer en temps réel les navires de la position de la plateforme.
- Surveillance météorologique et déclenchement de procédures en cas de tempête ou de dérive de la structure.
- Calcul des ancrages avec des coefficients de sécurité supérieurs à 4.

Grâce à des mesures ERC adaptées et à un suivi rigoureux des impacts, le projet vise à réduire au maximum son empreinte écologique tout en assurant la sécurité des personnes et des infrastructures maritimes. En cas d'apparition de nouveaux risques non anticipés, une analyse spécifique sera menée avant toute modification ou poursuite de l'exploitation du prototype. Tous ces éléments seront détaillés et mis à jour dans l'annexe du PIM projet, en concertation avec les autorités compétentes.

	SITE D'ESSAIS GPMM	N° du document : SOFLOCEAN-DEM-001 Rev : D
Titre du document : DOSSIER DÉMONSTRATEUR PROJET SOFLOCEAN		Date : 24/02/2026 Page : 40 sur 76

10 Notice d'incidences du projet

Il existe peu de projets de plateformes photovoltaïques flottantes en milieu marin (e.g. Chine, Malaisie, Pays-Bas) et conséquemment peu de travaux dans la littérature scientifique adressant leurs impacts environnementaux (Karpouzoglou et al. 2020, Hooper et al. 2021, Exley et al. 2021, Vlaswinkel et al. 2023, Benjamins et al. 2024, Wei et al. 2025).

Aussi, l'évaluation des incidences potentielles générées par le projet SOFLOCEAN sur le milieu marin est réalisée à partir de ces premiers retours d'expérience, des travaux menés en milieux aquatiques continentaux (e.g. Da Silva & Branco 2018, Haas et al. 2020, Gorjian et al. 2021) et des préconisations des services instructeurs dans le Guide Cadre Eval_Impact (DREAL PACA et DREAL Occitanie 2018).

A noter que le seul projet équivalent en Méditerranée française a été le projet Sun'Sète de démonstrateur de ferme photovoltaïque flottante (20 kWc) du port de Sète-Frontignan, porté par la société Solarinblue. Au regard de la réglementation sur les installations, ouvrages, travaux et activités (IOTA), ce test a fait l'objet d'une décision de dispense d'étude d'impact après examen au cas par cas, en application de l'article R.122-3-1 du code de l'environnement, délivrée le 24/02/2022 par le préfet de région Occitanie. Il a fait ensuite l'objet d'un accord de la DREAL Occitanie, sans opposition ni prescriptions particulières, délivré le 12/05/2022, suite à une déclaration au titre de l'article L214-3 du code de l'environnement.

Ainsi, les impacts prévisionnels du projet sont déterminés selon la méthode d'évaluation environnementale générique : DPSIR (Driving forces, Pressures, Impact, Responses), qui passe par le croisement de la situation des habitats et espèces impactés, de leur sensibilité et des pressions exercées par le projet.

La méthode DPSIR (Figure 14) est basée sur les relations qui peuvent exister au niveau d'un habitat ou d'une espèce entre les forces motrices, les pressions, l'état du milieu, l'impact et la réponse à apporter (Smeets & Weterings 1999).

Les forces motrices correspondent aux activités anthropiques qui sont des sources de pression.

Les pressions sont la traduction des forces motrices dans le milieu, se matérialisant par un changement d'état, dans le temps, des composantes environnementales (physiques, chimiques, biologiques) du milieu. Elles peuvent être directes ou indirectes, naturelles ou anthropiques temporaires ou permanentes, à court, moyen et long termes, cumulatives, synergiques.

L'état décrit les caractéristiques du milieu affecté par les pressions.

Les impacts sont la conséquence des pressions sur l'écosystème marin et son fonctionnement et sur les utilisations qui sont faites de ce milieu marin. L'impact est la transposition de la pression sur une échelle de valeur patrimoniale. Il peut être défini comme le croisement entre la pression et la sensibilité du milieu (aptitude à réagir à une pression considérée).

Les réponses sont les actions correctrices entreprises pour limiter les impacts.

	SITE D'ESSAIS GPMM	N° du document : SOFLOCEAN-DEM-001 Rev : D
Titre du document : DOSSIER DÉMONSTRATEUR PROJET SOFLOCEAN		Date : 24/02/2026 Page : 41 sur 76

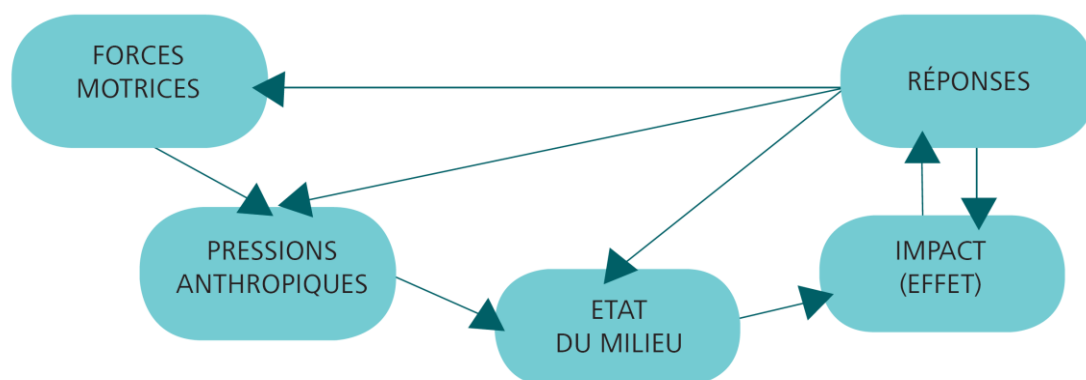


Figure 14. Schéma conceptuel de la méthode DPSIR (DREAL PACA et DREAL Occitanie 2018)

10.1 « Situation » des habitats et espèces potentiellement impactés par le projet

L'indicateur « situation » est évalué pour les habitats et espèces sous l'influence du projet. Il est déterminé à partir des informations de cartographie des biocénoses marines présentes dans la zone d'implantation du démonstrateur (Figure 15).

L'indicateur de « situation » est décliné en 4 niveaux :

- Fort
- Moyen
- Faible
- Inconnu

Le démonstrateur sera déployé dans la zone de stockage à flot du projet DEOS, entre les darses 1 et 2 des bassins Ouest du GPMM.

Le môle central est un environnement artificialisé, créé à partir des remblais historiques issus du creusement des darses. Il présente les enjeux écologiques les plus faibles à l'échelle de la zone industrialo portuaire de Fos (Schéma Directeur du Patrimoine Naturel du GPMM).

	SITE D'ESSAIS GPMM	N° du document : SOFLOCEAN-DEM-001 Rev : D
Titre du document : DOSSIER DÉMONSTRATEUR PROJET SOFLOCEAN		Date : 24/02/2026 Page : 42 sur 76

10.1.1 Habitats benthiques

La zone marine d'implantation du démonstrateur est dominée par un habitat sablo-vaseux et une mosaïque sablo-vaseux-galets/blocs au niveau de l'atterrage (Figure 15). Elle n'abrite aucune espèce protégée et ne présente pas d'enjeu de conservation particulier. Elle a été évaluée d'enjeu écologique relativement faible lors de l'état initial du projet DEOS (GALATEA 2024), voire sans enjeu (Projet DEOS, réunion thématique n°2 « Impacts sur l'environnement naturel, la sécurité et les risques associés » du 19/11/2024).

Aucun habitat sous-marin à enjeu ne se situe dans la zone du projet. Le plus proche est l'herbier de zostères naines en fond de darse 2, qui se situe à plus de 4 km à vol d'oiseaux de la zone d'essais et conséquemment en dehors de la zone d'influence du projet (GALATEA 2024).

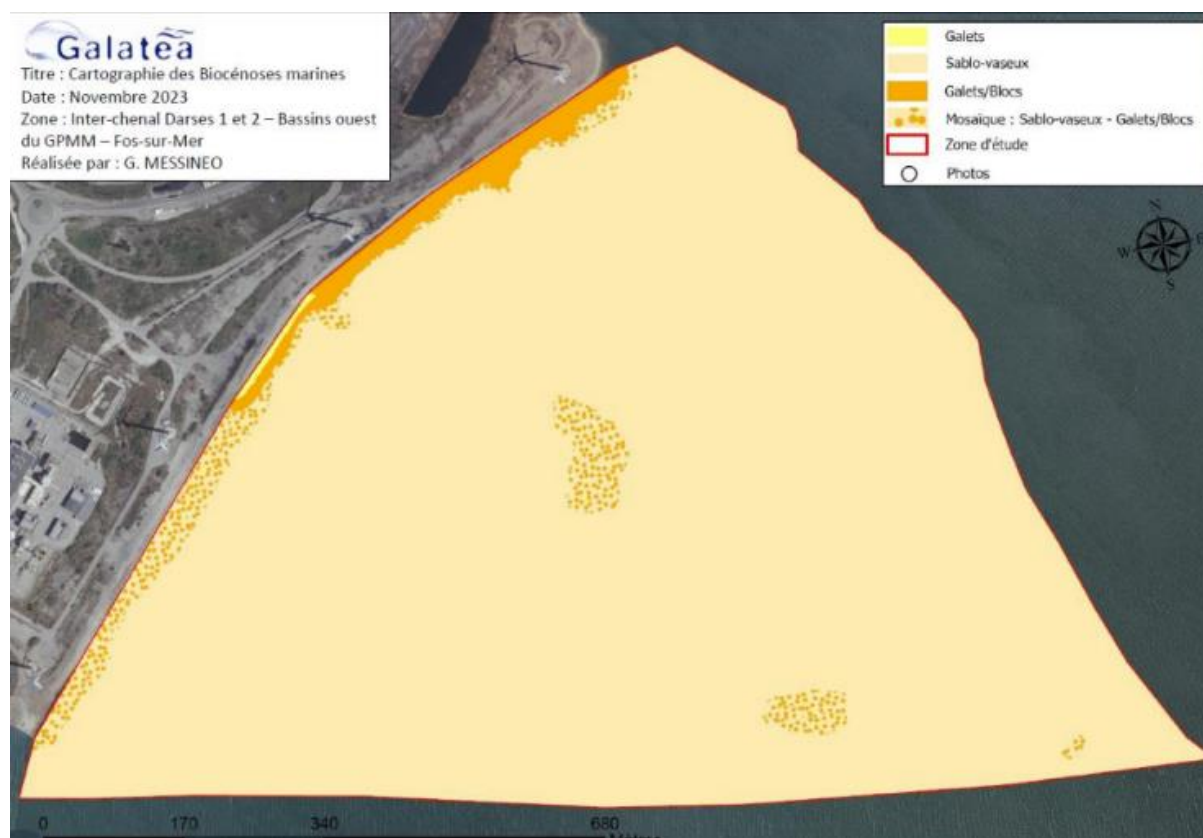


Figure 15. Cartographie des biocénoses marines présentes dans la zone d'implantation démonstrateur (données projet DEOS, source GPMM)

Les investigations réalisées en 2022 ont montré que l'épibenthos de la zone sablo-vaseuse est constitué de verétilles (*Veretillum cynomorium*), spirographes, huîtres, anémones, cérianthes et holothuries (GALATEA 2024).

	SITE D'ESSAIS GPMM	N° du document : SOFLOCEAN-DEM-001 Rev : D
Titre du document : DOSSIER DÉMONSTRATEUR PROJET SOFLOCEAN		Date : 24/02/2026 Page : 43 sur 76

Les dernières études de l'endofaune semblent remonter à juillet 2008 (ref. in GALATEA 2024) et indiquent que dans la zone d'implantation du démonstrateur, la richesse taxonomique des peuplements est de l'ordre de 25 à 30 espèces. Les communautés tendent à être équilibrées et constituées principalement par des mollusques et vers polychètes et dans une moindre mesure d'échinodermes et crustacés.

La zone entre 0 et 3 m de profondeur est constituée de galets, petits blocs et blocs pluridécimétriques. Cet habitat est caractérisé par la présence d'algues rouges calcaires non identifiées (*Corallina sp.*) et de l'algue non indigène *Rugulopteryx okamurae* ou dictyote d'Okamura holothuries (GALATEA 2024), dont l'expansion est surveillée le long des côtes françaises.

Ainsi, sans enjeu de conservation et tenant compte que ces sédiments seront dragués dans le cadre du projet DEOS (pour gagner du tirant d'eau pour le stockage des flotteurs), l'indicateur de situation des habitats benthiques est considéré comme faible (Tableau 4).

10.1.2 Habitat pélagique

Il ne semble pas y avoir eu d'étude récente sur le pélagos de la zone d'implantation du projet. Les investigations menées dans le cadre de la cartographie des biocénoses pour le projet DEOS (GALATEA 2024) ont rapporté la présence d'athérines (*Atherina sp.*), de saupes (*Sarpa salpa*), de crénilabres (*Symphodus sp.*), de blennies et de juvéniles de sars à museau pointu (*Diplodus puntazzo*).

Ainsi, sans information, sur l'état de qualité du pélagos ou sur sa dynamique environnementale, l'indicateur de situation de l'habitat pélagique est considéré comme inconnu (Tableau 4).

10.1.3 Avifaune et chiroptères

Les oiseaux et les chiroptères constituent des groupes taxonomiques d'intérêt dans le cadre de ces essais au regard :

- De la proximité de zones de protection environnementale, notamment au titre de la directive européenne Oiseaux (e.g. ZPS « Camargue » FR9310019) ;
- Des questions restant à élucider autour de l'impact des plateformes photovoltaïques sur la faune volante (Benjamins et al. 2024) ;
- De la proximité des 4 éoliennes de la CNR qui conduit à s'interroger sur les interactions cumulées des 2 installations.

	SITE D'ESSAIS GPMM	N° du document : SOFLOCEAN-DEM-001 Rev : D
Titre du document : DOSSIER DÉMONSTRATEUR PROJET SOFLOCEAN		Date : 24/02/2026 Page : 44 sur 76

Le suivi avifaunistique 2024 (Synergis Environnement 2024) du parc d'éoliennes situé en bordure de la zone d'implantation du démonstrateur a montré une fréquentation du site par 36 espèces d'oiseaux différentes dont des espèces patrimoniales d'enjeux très fort à modéré comme :

- En reproduction : le Cochevis huppé (*Galerida cristata*), la Corneille noire (*Corvus corone*), le Faucon crécerelle (*Falco tinnunculus*), le Goéland railleur (*Chroicocephalus genei*), le Grand Cormoran (*Phalacrocorax carbo*) ou encore le Milan noir (*Milvus migrans*) ;
- En migration : l'Aigrette garzette (*Egretta garzetta*), la Fauvette pitchou (*Curruca undata*), la Mouette mélanocéphale (*Ichthyaetus melanocephalus*), le Pipit rousseline (*Anthus campestris*) et la Sterne caspienne (*Hydroprogne caspia*).

En termes d'effectifs, les espèces à enjeu sont minoritaires et les observations sont largement dominées par deux espèces : la Mouette mélanocéphale (*Ichthyaetus melanocephalus*) en migration et le Goéland leucopée (*Larus michahellis*) en reproduction.

Le suivi des chiroptères réalisé entre mars et novembre (Synergis Environnement 2024) a recensé 8 espèces différentes, dont les plus contactées sont : le Molosse de Cestoni (*Tadarida teniotis*), la Pipistrelle de Kuhl (*Pipistrellus kuhlii*), la Noctule de Leisler (*Nyctalus leisleri*) et la Pipistrelle pygmée (*Pipistrellus pygmaeus*).

L'utilisation du parc éolien par les chiroptères est régulière et varie en fonction de la saison avec :

- Une augmentation du nombre de contacts toutes espèces confondues pendant le mois de mai qui correspond à la période de transit printanier des espèces.
- Une augmentation du nombre de contacts entre les mois de juillet et octobre qui correspondent à la période de reproduction des individus (juillet et août) et à la période de migration automnale des individus (août, septembre et octobre).

Ainsi, au regard des indicateurs de conservation significatifs et des enjeux liés à leurs dynamiques environnementales, l'indicateur de situation pour l'avifaune et les chiroptères est considéré comme fort (Tableau 4).

	SITE D'ESSAIS GPMM	N° du document : SOFLOCEAN-DEM-001 Rev : D
Titre du document : DOSSIER DÉMONSTRATEUR PROJET SOFLOCEAN		Date : 24/02/2026 Page : 45 sur 76

Tableau 4. Indicateur « situation » pour les habitats/espèces présents dans la zone d'implantation du démonstrateur

HABITAT/ESPECES	PRESENCE	ETAT DE CONSERVATION OU DE QUALITE	DYNAMIQUE ENVIRONNEMENTALE	NIVEAU DE CONFIANCE	INDICATEUR SITUATION
Mosaïque (sablo- vaseux- galets/blocs)	Zone d'essai	Sans enjeu	Non évaluée	Bon	Faible
Sablo-vaseux	Zone d'essai	Sans enjeu	Non évaluée	Bon	Faible
Pélagos	Zone d'essai	Non évalué	Non évaluée	Non évalué	Inconnu
Avifaune	Zone d'essai	De préoccupation mineure à en danger en fonction des espèces	Enjeu patrimonial de très faible à très fort en fonction des espèces	Bon	Fort
Chiroptères	Zone d'essai	Enjeu sur site de faible à modéré en fonction des espèces	Vulnérabilité sur site de modérée à assez fort en fonction des espèces	Bon	Fort

10.2 Pressions potentielles du projet sur les composantes environnementales du milieu

Dans le Guide Cadre Eval_Impact (DREAL PACA et DREAL Occitanie 2018), l'état des connaissances sur le lien pression-activités/aménagements n'apporte pas d'éléments pour le cas de plateformes photovoltaïques flottantes. Aussi, la liste des pressions et modifications des paramètres environnementaux, qui pourraient être générées sur le milieu marin par le projet de plateforme photovoltaïque flottante est établie à partir de la revue bibliographique récente de Benjamins et al. (2024). Ainsi, il est potentiellement attendu :

- Une altération mécanique des fonds ;
- Une modification de la pénétration lumineuse ;
- L'émission de sons sous-marins ;
- Une modification des paramètres de qualité générale de l'eau (en phase d'essais uniquement) ;
- L'émission de substances chimiques problématiques dans l'eau/biote ;

	SITE D'ESSAIS GPMM	N° du document : SOFLOCEAN-DEM-001 Rev : D
Titre du document : DOSSIER DÉMONSTRATEUR PROJET SOFLOCEAN		Date : 24/02/2026 Page : 46 sur 76

- L'émission de substances chimiques problématiques dans les sédiments ;
- Une modification de la réflexion et de la polarisation de la lumière (en phase d'essais uniquement) ;
- L'émission de champs électromagnétiques (en phase d'essais uniquement).

En raison d'une trop grande disproportion d'échelle, certains processus environnementaux ne peuvent pas être affectés par le projet, tels que :

- Le changement climatique et les conditions climatiques dans leur ensemble ;
- Les facteurs océanographiques ;
- Le régime des marées ;
- La géologie, la géomorphologie, l'hydrogéologie.

La magnitude de chaque type de pression est évaluée par phase de réalisation du projet en tenant compte de :

- Son amplitude ou intensité par rapport à l'état de référence ;
- Son occurrence ;
- Sa durée et la période de l'année ;
- Son étendue spatiale ;
- Du niveau de confiance lié à la connaissance de la pression.

Selon le guide cadre, les pressions générées lors de la phase d'installation sont identiques à celles de la phase de démantèlement, ici regroupées sous le terme de phase travaux.

Ainsi, l'indicateur de pression résumant toutes ces informations est évalué selon les niveaux suivants :

- Fort
- Moyen
- Faible
- Nul
- Inconnu

Les résultats sont synthétisés dans le Tableau 5.

	SITE D'ESSAIS GPMM	N° du document : SOFLOCEAN-DEM-001 Rev : D
Titre du document : DOSSIER DÉMONSTRATEUR PROJET SOFLOCEAN		Date : 24/02/2026 Page : 47 sur 76

Tableau 5. Caractérisation de l'indicateur « pression » pour chaque paramètre environnemental modifié par le projet

PHASE	PARAMETRE ENVIRONNEMENTAL	AMPLITUDE	OCCURENCE	DUREE ET PERIODE	ETENDUE SPATIALE	NIVEAU DE CONFIANCE	INDICATEUR PRESSION
Travaux	Altération mécanique des fonds	Forte	Ponctuelle	5 jours Juin 26	<100 m ²	Bon	Moyen
	Pénétration lumineuse	Moyenne	Ponctuelle	5+9 jours Juin 26	ND	Moyen	Moyen
	Sons sous-marins	Faible	Ponctuelle	5+9 jours Juin 26	ND	Faible	Moyen
	Substances chimiques problématiques dans l'eau/biote	Faible	Ponctuelle	5+9 jours Juin 26	ND	Bon	Faible
	Substances chimiques problématiques dans les sédiments	Faible	Ponctuelle	5+9 jours Juin 26	ND	Bon	Faible
Essais	Altération mécanique des fonds	Nulle	Ponctuelle	12 mois 07/26-07/27	<20 m ²	Bon	Nul
	Pénétration lumineuse	Moyenne	Ponctuelle	12 mois 07/26-07/27	890 m ²	Bon	Faible
	Sons sous-marins	Faible	Ponctuelle	12 mois 07/26-07/27	ND	Bon	Faible
	Qualité générale de l'eau	Faible	Ponctuelle	12 mois 07/26-07/27	805 m ²	Bon	Faible
	Substances chimiques problématiques dans l'eau/biote	Nulle	Sans objet	Sans objet	Sans objet	Bon	Nul
	Substances chimiques problématiques dans les sédiments	Nulle	Sans objet	Sans objet	Sas	Bon	Nul
	Réflexion/polarisation lumineuse	Moyenne	Ponctuelle	12 mois 07/26-07/27	805 m ²	Bon	Moyen
	Champs électromagnétiques	Faible	Ponctuelle	12 mois 07/26-07/27	50 m	Bon	Faible

	SITE D'ESSAIS GPMM	N° du document : SOFLOCEAN-DEM-001 Rev : D
Titre du document : DOSSIER DÉMONSTRATEUR PROJET SOFLOCEAN		Date : 24/02/2026 Page : 48 sur 76

10.2.1 En phase travaux

10.2.1.1 Altération mécanique des fonds

L'installation des ancrs de la plateforme et du câble devrait générer une altération mécanique des fonds sous la forme d'un remaniement des sédiments meubles (sablo-vaseux) lors de la pose des ancrs à vis (pour la plateforme) et des blocs (pour le câble).

L'amplitude de cette perturbation sera donc forte.

Cette pression sera ponctuelle puisqu'elle est liée à la phase de travaux (5 jours en juin 2026).

La surface totale impactée est limitée à la zone de travail au niveau de chaque point d'ancrage, soit quelques dizaines de m².

Avec un niveau de confiance évalué comme bon sur ces critères, **la pression d'altération des fonds est évaluée comme moyenne en phase travaux.**

10.2.1.2 Modification de la pénétration lumineuse

Les opérations de pose des ancrs à vis et des blocs d'ancrage ainsi que la connexion de la plateforme devraient générer de la turbidité par remise en suspension de particules sédimentaires.

Son intensité est considérée comme moyenne au regard des niveaux de turbidité mesurées dans la zone (état initial du projet DEOS, GALATEA 2025), qui varient entre 1 et 2 NFU sur toute la colonne d'eau. La turbidité est globalement homogène en surface et ne montre que de légères augmentations en profondeur, sans doute en lien avec des phénomènes de remise en suspension des sédiments.

Cette perturbation sera ponctuelle, limitée dans le temps à la phase de travaux (5+9 jours en juin 2026).

L'étendue et le devenir des nuages de turbidité sont impossible à déterminer au regard des informations disponibles.

Avec niveau de confiance moyen sur ces critères, **la pression d'augmentation de la turbidité est donc évaluée comme moyenne en phase travaux.**

10.2.1.3 Emission de sons sous-marins

Les opérations de pose des dispositifs d'ancrage et de connexion de la plateforme vont nécessiter la mobilisation de moyens nautiques et l'utilisation d'outils générant des bruits et vibrations sous-marines.

Compte tenu de la petite taille du démonstrateur (43 m x 31 m) et conséquemment des moyens nautiques impliqués pour son installation, l'intensité des sons générés est évaluée comme faible au regard de l'implantation dans une zone industrialo-portuaire avec potentiellement un bruit de fond déjà marqué par les activités anthropiques.

L'émission de bruits spécifiques en phase travaux sera ponctuelle et limitée dans le temps (5+9 jours en juin 2026).

	SITE D'ESSAIS GPMM	N° du document : SOFLOCEAN-DEM-001 Rev : D
Titre du document : DOSSIER DÉMONSTRATEUR PROJET SOFLOCEAN		Date : 24/02/2026 Page : 49 sur 76

L'étendue spatiale de ces perturbations sonores sont impossibles à déterminer au regard des informations disponibles.

Avec un niveau de confiance faible sur ces critères, **la pression d'augmentation des sons sous-marins est donc évaluée, par précaution, comme moyenne, en phase travaux.**

10.2.1.4 Emission de substances chimiques problématiques dans l'eau/biote

La remise en suspension des sédiments meubles lors de l'installation des dispositifs d'ancrage et de connexion de la plateforme expose au risque de relargage de substances chimiques problématiques dans l'eau et potentiellement biodisponibles pour les organismes vivants (biote).

Cependant, les sédiments superficiels sur la zone d'implantation sont caractérisés par un état de qualité chimique qualifié de bon au regard de la réglementation sur les dragages (état initial du projet DEOS, GEOTEC 2024). La qualité chimique de la masse d'eau (FRDC04) à laquelle appartient la zone d'implantation du projet est qualifiée de bonne suite à la dernière évaluation du programme SUCHIMED (Sevaux et al. 2025), ce qui semble être confirmé par les analyses spécifiques conduites pour l'état initial DEOS (GALATEA 2025) qui ont montré l'absence de mesures déclassantes au regard des valeurs guides utilisées dans le cadre de la DCE et la DCSMM (Sevaux et al. 2025).

Aussi l'amplitude de cette perturbation sera donc faible.

Cette pression sera ponctuelle puisqu'elle est liée à la phase de travaux (5+9 jours en juin 2026).

L'étendue et le devenir de ces contaminants relargués sont impossible à déterminer au regard des informations disponibles.

Avec un niveau de confiance évalué comme moyen sur ces critères, **la pression d'émission de substances chimiques problématiques dans l'eau et le biote est évaluée comme faible en phase travaux.**

10.2.1.5 Emission de substances chimiques problématiques dans les sédiments

Le remaniement et la remise en suspension des sédiments meubles lors de l'installation des dispositifs d'ancrage et de connexion de la plateforme expose au risque de déplacement de substances chimiques problématiques dans le substrat.

Cependant, les sédiments superficiels sur la zone d'implantation sont caractérisés par un état de qualité chimique qualifié de bon au regard de la réglementation sur les dragages (état initial du projet DEOS, GEOTEC 2024), aussi l'amplitude de cette perturbation sera donc faible.

Cette pression sera ponctuelle puisqu'elle est liée à la phase de travaux (5+9 jours en juin 2026).

L'étendue et le devenir de ces contaminants relargués sont impossible à déterminer au regard des informations disponibles.

Avec un niveau de confiance évalué comme moyen sur ces critères, **la pression d'émission de substances chimiques problématiques dans le sédiment est évaluée comme faible en phase travaux.**

	SITE D'ESSAIS GPMM	N° du document : SOFLOCEAN-DEM-001 Rev : D
Titre du document : DOSSIER DÉMONSTRATEUR PROJET SOFLOCEAN		Date : 24/02/2026 Page : 50 sur 76

10.2.2 Lors des essais

10.2.2.1 Altération mécanique des fonds

Une fois les points d'ancrage positionnés, le dispositif a été désigné afin d'éviter tout contact des lignes d'ancrage avec le fond marin.

En l'absence de ragage, l'amplitude de cette perturbation est évaluée comme nulle.

Cette pression, si elle devait s'exercer, serait ponctuelle limitée dans le temps à la période d'essais (12 mois de juillet 2026 à juillet 2027).

La surface totale impactée, le cas échéant, serait limitée à quelques m² autour des points d'ancrage.

Avec un niveau de confiance évalué comme bon sur ces critères, **la pression d'altération des fonds est évaluée comme nulle en phase d'essais.**

10.2.2.2 Modification de la pénétration lumineuse

La plateforme flottante supportant l'installation photovoltaïque va bloquer en partie la pénétration des rayons lumineux dans la colonne d'eau.

Cet ombrage dont la taille et la localisation va varier en fonction de l'heure de la journée, des conditions météorologiques et des saisons est évalué comme faible au regard des niveaux de turbidité de l'eau mesurées dans la zone (état initial du projet DEOS, GALATEA 2025), qui varient entre 1 et 2 NFU sur toute la colonne d'eau. La turbidité est globalement homogène en surface et ne montre que de légères augmentations en profondeur, sans doute en lien avec des phénomènes de remise en suspension des sédiments.

Cette perturbation sera ponctuelle limitée dans le temps à la durée des essais (12 mois de juillet 2026 à juillet 2027).

L'ombrage généré par la plateforme a été simulé à l'aide du logiciel PVsyst (cf. Annexe : 14.1 Simulations d'ombrage). La surface de l'ombre portée est de l'ordre de 900 m². Son aire et sa position varient en fonction de la position du soleil dans le ciel, évaluée à travers les angles azimutale et zénithale.

Avec un niveau de confiance bon sur ces critères, **la limitation de la pénétration lumineuse liée à l'ombrage par la plateforme est évaluée comme faible lors des essais.**

10.2.2.3 Emission de sons sous-marins

La plateforme en phase d'essais ne devrait générer de bruits sous-marins qu'à travers les mouvements des lignes d'ancrage et des pièces en PEHD du système de flottaison. Les opérations de maintenance se feront à partir d'embarcations légères dont la vitesse est limitée dans les bassins ouest du GPMM et devraient générer peu de bruits.

	SITE D'ESSAIS GPMM	N° du document : SOFLOCEAN-DEM-001 Rev : D
Titre du document : DOSSIER DÉMONSTRATEUR PROJET SOFLOCEAN		Date : 24/02/2026 Page : 51 sur 76

L'intensité des sons générés est évaluée comme faible au regard de l'implantation dans une zone industrialo-portuaire avec potentiellement un bruit de fond déjà marqué par les activités anthropiques.

L'émission de bruits spécifiques en phase d'essais sera ponctuelle et limitée dans le temps (12 mois de juillet 2026 à juillet 2027).

L'étendue spatiale de ces perturbations sonores sont impossibles à déterminer au regard des informations disponibles.

Avec un niveau de confiance bon sur ces critères, **la pression d'augmentation des sons sous-marins est donc évaluée comme faible lors des essais.**

10.2.2.4 Modification de la qualité générale de l'eau

En milieu lentique, il a été montré que l'installation d'une plateforme photovoltaïque flottant pouvait limiter les échanges à l'interface air-eau et qu'associée au phénomène d'ombrage, cela pouvait conduire à une modification des paramètres de température, salinité et oxygène du milieu (reviewed in Benjamins et al. 2024).

En milieu marin ouvert, même par petit fond, l'intensité d'une modification des paramètres généraux de l'eau est évaluée comme faible au regard des conditions hydrodynamiques sur la zone d'implantation (hauteur significative de vague maximum 1,6m; une vitesse de vent en rafale de 35,36 m/s ; courant maximum de 0,5 m/s et marnage de moins d'1 m) et des caractéristiques générales de la masse d'eau établies pour l'état initial du projet DEOS ((GALATEA 2025).

En effet, les mesures réalisées au cours de l'année 2025 dans la zone d'implantation du démonstrateur SOFLOCEAN ont montré une dynamique saisonnière de température, typique des milieux littoraux méditerranéens avec une colonne d'eau homogène au printemps (entre 14,5 et 15,5°C), une stratification marquée en été (thermocline entre -2 et -4 m avec en surface 23°C et 19°C à -5 m), puis une homogénéisation progressive à partir de septembre (21°C en surface et moins de 20°C à -5 m) pour atteindre une structure verticale homogène en novembre, sous l'effet du refroidissement de l'air et du brassage accru (entre 16,5 et 17°C).

En termes de salinité, les profils ont montré une stratification marquée au printemps et en été, avec des valeurs plus faibles en surface (entre 30 et 34 PSU) et un brassage vertical limité (halocline entre -1 et -4 m). A partir de septembre, la stratification s'atténue progressivement sous l'effet des épisodes de mistral et du remixage automnal (variant entre 37 et 38 PSU sur toute la colonne d'eau).

La masse d'eau dans la zone d'implantation est globalement bien oxygénée tout au long de l'année 8.5 à 9 mg/L en surface mini fond 7,7mg/L), sans épisode d'hypoxie ou de déficit significatif en profondeur. Les variations saisonnières observées (enrichissement superficiel au printemps, stabilité estivale, décroissance modérée et fin d'été puis homogénéisation automnale) correspondent au fonctionnement attendu d'un milieu côtier méditerranéen semi-ouvert.

Cette pression, si elle est avérée, sera ponctuelle et limitée dans le temps (12 mois de juillet 2026 à juillet 2027).

	SITE D'ESSAIS GPMM	N° du document : SOFLOCEAN-DEM-001 Rev : D
Titre du document : DOSSIER DÉMONSTRATEUR PROJET SOFLOCEAN		Date : 24/02/2026 Page : 52 sur 76

L'étendue spatiale de cette modification resterait limitée à la surface couverte par la plateforme soit 805 m².

Avec un niveau de confiance bon sur ces critères, **la modification des paramètres généraux de la masse d'eau est donc évaluée comme faible lors des essais.**

10.2.2.5 Emission de substances chimiques problématiques dans l'eau/biote

Les essais de la plateforme photovoltaïque flottante SOFLOCEAN n'impliquent pas l'utilisation et le relargage de substances chimiques pouvant impacter la qualité chimique de l'eau ou du biote comme des produits de nettoyage ou d'entretien des panneaux photovoltaïques ou d'antifouling sur la structure flottante.

Ainsi, l'intensité de cette perturbation est considérée comme nulle.

Sans pression avérée, les critères temporels et spatiales se trouvent être sans objet.

Avec un niveau de confiance évalué comme bon sur ces critères, **la pression d'émission de substances chimiques problématiques dans l'eau et le biote est évaluée comme nulle lors des essais.**

10.2.2.6 Emission de substances chimiques problématiques dans les sédiments

De la même manière, l'absence d'utilisation de produits chimiques pour le nettoyage des panneaux photovoltaïques et d'antifouling sur la structure flottante conduit à considérer une pression nulle sur les sédiments en termes d'émission de substances chimiques problématiques.

Sans perturbation avérée, les critères temporels et spatiales se trouvent être sans objet.

Avec un niveau de confiance évalué comme bon sur ces critères, **la pression d'émission de substances chimiques problématiques dans les sédiments est évaluée comme nulle lors des essais.**

10.2.2.7 Modification de la réflexion et de la polarisation de la lumière

Les surfaces des panneaux photovoltaïques induisent une polarisation linéaire partielle de la lumière solaire réfléchie.

L'intensité de cette modification de la lumière réfléchie est évaluée moyenne comme au regard de l'orientation des panneaux et des interactions de la lumière solaire naturellement réfléchie par la surface de l'eau environnante.

Cette modification sera ponctuelle et limitée dans le temps en phase d'essais (12 mois de juillet 2026 à juillet 2027).

L'étendue spatiale de cette modification est limitée à la surface des panneaux couverte par la plateforme soit 805 m².

Avec un niveau de confiance bon sur ces critères, **la pression de modification de la réflexion et de la polarisation de la lumière est donc évaluée comme moyenne lors des essais.**

	SITE D'ESSAIS GPMM	N° du document : SOFLOCEAN-DEM-001 Rev : D
Titre du document : DOSSIER DÉMONSTRATEUR PROJET SOFLOCEAN		Date : 24/02/2026 Page : 53 sur 76

10.2.2.8 Emission de champs électromagnétiques

Le câble d'export relié à la terre va générer un champ électromagnétique local en fonctionnement. L'intensité de ce champ électromagnétique est évaluée comme faible avec des valeurs de 57,6 μ T à 0,5 m du câble ; 28,8 μ T à 1 m et 14,4 μ T à 2 m (cf. Annexe : 14.2 Calcul de champ magnétique). La valeur maximale est de l'ordre de grandeur du champ magnétique terrestre (environ 50 μ T) et dans tous les cas restent inférieures à la limite réglementaire de 100 μ T des réseaux électriques à haute tension.

Cette perturbation sera ponctuelle, limitée dans le temps en phase d'essais (12 mois de juillet 2026 à juillet 2027) et uniquement en phase de production (de jour).

L'étendue spatiale de cette modification est limitée à la longueur du câble soit 50 m.

Avec un niveau de confiance bon sur ces critères, **la pression d'émission de champs électromagnétique est donc évaluée comme faible lors des essais.**

10.3 Sensibilité des habitats et espèces par rapport aux pressions générées par le projet

La sensibilité est définie par l'aptitude d'un habitat ou d'une espèce à réagir à une perturbation d'une composante environnementale. Les relations entre sensibilité et pressions physiques, chimiques et biologiques sont récapitulées dans le Guide Cadre Eval_Impact (DREAL PACA et DREAL Occitanie 2018) pour différents types d'espèces et habitats marins de Méditerranée.

Les croisements entre habitats et espèces présents et pressions potentielles générées par le démonstrateur sont synthétisés dans le Tableau 6.

Les habitats benthiques (sablo-vaseux et mosaïque sablo-vaseux-galets/blocs) sont sensibles à toutes les étapes du projet aux altérations mécaniques des fonds, aux modifications de la pénétration de la lumière et à l'émission de substances chimiques problématiques dans le milieu.

Lors des essais, des modifications de la qualité générale de l'eau peuvent également impacter ces compartiments (Tableau 6).

Le pélagos, à travers le groupe des poissons, est sensible à pratiquement toutes les pressions potentiellement générées par le démonstrateur à toutes les étapes du projet, à l'exception de la modification de la réflexion et polarisation de la lumière solaire (Tableau 6).

La faune volante (avifaune et chiroptères) est sensible lors des essais aux modifications des caractéristiques de la lumière solaire réfléchiée par les panneaux photovoltaïques (Tableau 6).

	SITE D'ESSAIS GPMM	N° du document : SOFLOCEAN-DEM-001 Rev : D
Titre du document : DOSSIER DÉMONSTRATEUR PROJET SOFLOCEAN		Date : 24/02/2026 Page : 54 sur 76

Tableau 6. Sensibilité des habitats et espèces par rapport aux pressions générées par le projet que ce soit en phase travaux ou d'essais

PHASE	MODIFICATION DES PARAMETRES ENVIRONNEMENTAUX	Mosaïque (sablo- vaseux- galets/blocs)	Sablo- vaseux	Pélagos	Avifaune	Chiroptères
Travaux	Altération mécanique des fonds	oui	oui	oui	non	non
	Pénétration lumineuse	oui	oui	oui	non	non
	Sons sous-marins	non	non	oui	non	non
	Substances chimiques problématiques dans l'eau/biote	oui	oui	oui	non	non
	Substances chimiques problématiques dans les sédiments	oui	oui	oui	non	non
Essais	Altération mécanique des fonds	oui	oui	oui	non	non
	Pénétration lumineuse	oui	oui	oui	non	non
	Sons sous-marins	non	non	oui	non	non
	Qualité générale de l'eau	oui	oui	oui	non	non
	Substances chimiques problématiques dans l'eau/biote	oui	oui	oui	non	non
	Substances chimiques problématiques dans les sédiments	oui	oui	oui	non	non
	Réflexion/polarisation lumineuse	non	non	non	oui	oui
	Champs électromagnétiques (câble flottant)	non	non	oui	non	non

	SITE D'ESSAIS GPMM	N° du document : SOFLOCEAN-DEM-001 Rev : D
Titre du document : DOSSIER DÉMONSTRATEUR PROJET SOFLOCEAN		Date : 24/02/2026 Page : 55 sur 76

10.4 Impacts potentiels du projet

Les impacts potentiels du projet sont déterminés pression par pression. Ils sont le résultat des 3 niveaux d'information évalués précédemment :

- L'indicateur « situation » des habitats et espèces ;
- L'indicateur pression générée par le projet ;
- La sensibilité des espèces et habitats.

Dans un premier temps, l'indicateur « situation » est croisé avec la sensibilité des habitats et espèces pour obtenir leur niveau d'enjeu environnemental.

Dans un deuxième temps, l'enjeu environnemental est croisé avec l'indicateur pression afin d'évaluer les impacts de chaque pression générée par le projet pour chaque espèce et habitats

10.4.1 Enjeu environnemental

Les enjeux environnementaux des habitats et espèces présents dans la zone du projet sont évalués par croisement des matrices indicateur « situation » (Tableau 4) et « sensibilité » (Tableau 6).

Ils sont interprétés selon la grille de lecture présentée dans le Tableau 7.

Tableau 7. Matrice d'interprétation de l'enjeu environnemental des habitats et espèces par croisement de la sensibilité et de l'indicateur « situation »

ENJEU ENVIRONNEMENTAL		SENSIBILITE	
		Oui	Non
INDICATEUR SITUATION	Fort	FORT	NUL
	Moyen	MOYEN	NUL
	Faible	FAIBLE	NUL
	Inconnu	INCONNU	NUL

	SITE D'ESSAIS GPMM	N° du document : SOFLOCEAN-DEM-001 Rev : D
Titre du document : DOSSIER DÉMONSTRATEUR PROJET SOFLOCEAN		Date : 24/02/2026 Page : 56 sur 76

Les **habitats benthiques** (Tableau 8) de la zone, caractérisés par un indicateur de situation faible, conduisent à **identifier un enjeu environnemental faible** dans le cas d'une sensibilité avérée à :

L'altération mécanique des fonds ;

La modification de la pénétration lumineuse ;

La modification des paramètres de qualité générale de l'eau (en phase d'essais uniquement) ;

L'émission de substances chimiques problématiques dans l'eau/biote ;

L'émission de substances chimiques problématiques dans les sédiments ;

La non sensibilité de ces habitats à **l'émission de sons sous-marins, de modification de la réflexion et de la polarisation de la lumière par les panneaux photovoltaïques et à l'émission de champs électromagnétiques** générés par un câble flottant permet d'établir **une absence d'enjeu environnemental** pour le benthos de la zone vis-à-vis de ces pressions.

L'indicateur de situation de **l'habitat pélagique** de la zone étant également inconnu conduit à **ne pas pouvoir déterminer d'enjeu environnemental** pour quasiment toutes les pressions considérées à l'exception de **la réflexion/polarisation de la lumière** sur les panneaux photovoltaïques pour laquelle **l'enjeu est considéré comme nul** (Tableau 8).

La **faune volante** (avifaune et chiroptères) présente **un enjeu nul au regard des pressions potentiellement générées par le projet sur le milieu sous-marin**. Seule **la modification de la réflexion de la lumière** sur les panneaux photovoltaïques conduit à évaluer un **enjeu environnemental fort** pour les oiseaux et chauve-souris (Tableau 8).

	SITE D'ESSAIS GPMM	N° du document : SOFLOCEAN-DEM-001 Rev : D
Titre du document : DOSSIER DÉMONSTRATEUR PROJET SOFLOCEAN		Date : 24/02/2026 Page : 57 sur 76

Tableau 8. Caractérisation des enjeux environnementaux des habitats et espèces face aux pressions générées par le projet (enjeu = situation x sensibilité)

PHASE	MODIFICATION DES PARAMETRES ENVIRONNEMENTAUX	Mosaïque (sablo- vaseux- galets/blocs)	Sablo-vaseux	Pélagos	Avifaune	Chiroptères
Travaux	Altération mécanique des fonds	faible x oui FAIBLE	faible x oui FAIBLE	inconnu x oui INCONNU	fort x non NUL	fort x non NUL
	Pénétration lumineuse	faible x oui FAIBLE	faible x oui FAIBLE	inconnu x oui INCONNU	fort x non NUL	fort x non NUL
	Sons sous-marins	faible x non NUL	faible x non NUL	inconnu x oui INCONNU	fort x non NUL	fort x non NUL
	Substances chimiques problématiques dans l'eau/biote	faible x oui FAIBLE	faible x oui FAIBLE	inconnu x oui INCONNU	fort x non NUL	fort x non NUL
	Substances chimiques problématiques dans les sédiments	faible x oui FAIBLE	faible x oui FAIBLE	inconnu x oui INCONNU	fort x non NUL	fort x non NUL
Essais	Altération mécanique des fonds	faible x oui FAIBLE	faible x oui FAIBLE	inconnu x oui INCONNU	fort x non NUL	fort x non NUL
	Pénétration lumineuse	faible x oui FAIBLE	faible x oui FAIBLE	inconnu x oui INCONNU	fort x non NUL	fort x non NUL
	Sons sous-marins	faible x non NUL	faible x non NUL	inconnu x oui INCONNU	fort x non NUL	fort x non NUL
	Qualité générale de l'eau	faible x oui FAIBLE	faible x oui FAIBLE	inconnu x oui INCONNU	fort x non NUL	fort x non NUL
	Substances chimiques problématiques dans l'eau/biote	faible x oui FAIBLE	faible x oui FAIBLE	inconnu x oui INCONNU	fort x non NUL	fort x non NUL
	Substances chimiques problématiques dans les sédiments	faible x oui FAIBLE	faible x oui FAIBLE	inconnu x oui INCONNU	fort x non NUL	fort x non NUL
	Réflexion/polarisation lumineuse	faible x non NUL	faible x non NUL	inconnu x non NUL	fort x oui FORT	fort x oui FORT
	Champs électromagnétiques (câble flottant)	faible x non NUL	faible x non NUL	inconnu x oui INCONNU	fort x non NUL	fort x non NUL

	SITE D'ESSAIS GPMM	N° du document : SOFLOCEAN-DEM-001 Rev : D
Titre du document : DOSSIER DÉMONSTRATEUR PROJET SOFLOCEAN		Date : 24/02/2026 Page : 58 sur 76

10.4.2 Impacts potentiels

Les impacts potentiels de chaque pression générée par le projet sur chaque habitat et espèce sont évalués par croisement des matrices « pression » (Tableau 5) et « enjeu environnemental » (Tableau 8).

Ils sont interprétés selon la grille de lecture présentée dans le Tableau 9.

Tableau 9. Matrice de hiérarchisation des impacts potentiels d'un projet sur les habitats et espèces présents dans l'aire d'influence du projet

IMPACT POTENTIEL POUR UNE PRESSION DONNEE		ENJEU ENVIRONNEMENTAL				
		Fort	Moyen	Faible	Nul	Inconnu
INDICATEUR PRESSION	Fort	FORT	MOYEN	FAIBLE	NUL	INCONNU
	Moyen	MOYEN	MOYEN	FAIBLE	NUL	INCONNU
	Faible	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	NUL	INCONNU
	Nul	NUL	NUL	NUL	NUL	NUL
	Inconnu	INCONNU	INCONNU	INCONNU	NUL	INCONNU

	SITE D'ESSAIS GPMM	N° du document : SOFLOCEAN-DEM-001 Rev : D
Titre du document : DOSSIER DÉMONSTRATEUR PROJET SOFLOCEAN		Date : 24/02/2026 Page : 59 sur 76

10.4.2.1 En phase travaux

Aucun impact potentiel n'est évalué comme significatif lors des travaux (Tableau 10).

10.4.2.1.1 Altération mécanique des fonds

L'installation des ancrs de la plateforme et du câble devrait générer une altération mécanique des fonds sous la forme d'un remaniement des sédiments meubles (sablo-vaseux) lors de la pose des ancrs à vis (pour la plateforme) et des blocs (pour le câble).

Avec un enjeu environnement faible, la magnitude de **l'impact** est évaluée comme **faible pour les habitats benthiques**.

Comme l'état de situation de **l'habitat pélagique** de la zone est inconnu, la magnitude de **l'impact** est **non évaluable** mais dans tous les cas sera temporaire au regard de la nature et la durée des travaux.

En l'absence d'enjeu environnemental, **l'impact** sera **nul** pour **l'avifaune et les chiroptères**.

10.4.2.1.2 Modification de la pénétration lumineuse

Les opérations de pose des ancrs à vis et des blocs d'ancrage ainsi que la connexion de la plateforme devraient générer de la turbidité par remise en suspension de particules sédimentaires.

Pour les habitats benthiques, comme l'enjeu environnemental est faible, la magnitude de **l'impact** est évaluée comme **faible**.

Avec un enjeu environnement faible, la magnitude de **l'impact** est évaluée comme **faible pour les habitats benthiques**.

Comme l'état de situation de **l'habitat pélagique** de la zone est inconnu, la magnitude de **l'impact** est **non évaluable** mais dans tous les cas sera temporaire au regard de la nature et la durée des travaux.

En l'absence d'enjeu environnemental, **l'impact** sera **nul** pour **l'avifaune et les chiroptères**.

10.4.2.1.3 Emission de sons sous-marins

Les opérations de pose des dispositifs d'ancrage et de connexion de la plateforme vont nécessiter la mobilisation de moyens nautiques et l'utilisation d'outils générant des bruits et vibrations sous-marines.

Pour les habitats benthiques en raison de l'absence d'enjeu environnemental pour ce type de pression, **l'impact** est évalué comme **nul**.

Comme l'état de situation de **l'habitat pélagique** de la zone est inconnu, la magnitude de **l'impact** est **non évaluable** mais sera temporaire au regard de la nature et de la durée des travaux.

En l'absence d'enjeu environnemental, **l'impact** sera **nul** pour **l'avifaune et les chiroptères**.

	SITE D'ESSAIS GPMM	N° du document : SOFLOCEAN-DEM-001 Rev : D
Titre du document : DOSSIER DÉMONSTRATEUR PROJET SOFLOCEAN		Date : 24/02/2026 Page : 60 sur 76

10.4.2.1.4 Emission de substances chimiques problématiques dans l'eau/biote

La remise en suspension des sédiments meubles lors de l'installation des dispositifs d'ancrage et de connexion de la plateforme expose au risque de relargage de substances chimiques problématiques dans l'eau et potentiellement biodisponibles pour les organismes vivants (biote).

Pour les habitats benthiques, comme l'enjeu environnemental est faible, la magnitude de l'**impact** est évaluée comme **faible**.

Avec un enjeu environnement faible, la magnitude de l'**impact** est évaluée comme **faible pour les habitats benthiques**.

Comme l'état de situation de l'**habitat pélagique** de la zone est inconnu, la magnitude de l'**impact** est **non évaluable** mais dans tous les cas sera temporaire au regard de la nature et la durée des travaux. En l'absence d'enjeu environnemental, l'**impact** sera **nul** pour l'**avifaune et les chiroptères**.

10.4.2.1.5 Emission de substances chimiques problématiques dans les sédiments

Le remaniement et la remise en suspension des sédiments meubles lors de l'installation des dispositifs d'ancrage et de connexion de la plateforme expose au risque de déplacement de substances chimiques problématiques dans le substrat.

Pour les habitats benthiques, comme l'enjeu environnemental est faible, la magnitude de l'**impact** est évaluée comme **faible**.

Avec un enjeu environnement faible, la magnitude de l'**impact** est évaluée comme **faible pour les habitats benthiques**.

Comme l'état de situation de l'**habitat pélagique** de la zone est inconnu, la magnitude de l'**impact** est **non évaluable** mais dans tous les cas sera temporaire au regard de la nature et la durée des travaux. En l'absence d'enjeu environnemental, l'**impact** sera **nul** pour l'**avifaune et les chiroptères**.

10.4.2.2 Lors des essais

Seule la modification de la lumière réfléchiée par les panneaux photovoltaïques semble pouvoir affecter significativement la faune volante lors des essais (Tableau 10).

10.4.2.2.1 Altération mécanique des fonds

Une fois les points d'ancrage positionnés, le dispositif a été désigné afin d'éviter tout contact des lignes d'ancrage avec le fond marin.

En l'absence de ragage, l'**impact** sera **nul** pour **les habitats benthiques et pélagique**.

Ajouté à l'absence d'enjeu environnemental, l'**impact** sera également **nul** pour l'**avifaune et les chiroptères**.

	SITE D'ESSAIS GPMM	N° du document : SOFLOCEAN-DEM-001 Rev : D
Titre du document : DOSSIER DÉMONSTRATEUR PROJET SOFLOCEAN		Date : 24/02/2026 Page : 61 sur 76

10.4.2.2.2 Modification de la pénétration lumineuse

La plateforme flottante supportant l'installation photovoltaïque va bloquer en partie la pénétration des rayons lumineux dans la colonne d'eau.

Pour les habitats benthiques, comme l'enjeu environnemental est faible, la magnitude de l'**impact** est évaluée comme **faible**.

Avec un enjeu environnement faible, la magnitude de l'**impact** est évaluée comme **faible pour les habitats benthiques**.

Comme l'état de situation de l'**habitat pélagique** de la zone est inconnu, la magnitude de l'**impact** est **non évaluable** mais dans tous les cas sera temporaire au regard des caractéristiques des essais.

En l'absence d'enjeu environnemental, l'**impact** sera **nul** pour l'**avifaune et les chiroptères**.

10.4.2.2.3 Emission de sons sous-marins

La plateforme en phase d'essais ne devrait générer de bruits sous-marins qu'à travers les mouvements des lignes d'ancrage et des pièces en PEHD du système de flottaison. Les opérations de maintenance se feront à partir d'embarcations légères dont la vitesse est limitée dans les bassins ouest du GPMM et devraient générer peu de bruits.

Pour les habitats benthiques en raison de l'absence d'enjeu environnemental pour ce type de pression, l'**impact** est évalué comme **nul**.

Comme l'état de situation de l'**habitat pélagique** de la zone est inconnu, la magnitude de l'**impact** est **non évaluable** mais sera temporaire au regard des caractéristiques des essais.

En l'absence d'enjeu environnemental, l'**impact** sera **nul** pour l'**avifaune et les chiroptères**.

10.4.2.2.4 Modification de la qualité générale de l'eau

Au regard des conditions hydrodynamique sur zone, il a été estimé que la limitation des échanges à l'interface air-eau et l'ombrage génèreraient une pression faible sur la qualité générale de la masse d'eau

Pour les habitats benthiques, comme l'enjeu environnemental est faible, la magnitude de l'**impact** est évaluée comme **faible**.

Comme l'état de situation de l'**habitat pélagique** de la zone est inconnu, la magnitude de l'**impact** est **non évaluable** mais dans tous les cas sera temporaire au regard des caractéristiques des essais.

En l'absence d'enjeu environnemental, l'**impact** sera **nul** pour l'**avifaune et les chiroptères**.

10.4.2.2.5 Emission de substances chimiques problématiques dans l'eau/biote

Les essais de la plateforme photovoltaïque flottante SOFLOCEAN n'impliquent pas de substances chimiques pouvant impacter la qualité chimique de l'eau ou du biote comme des produits de nettoyage ou d'entretien des panneaux photovoltaïques ou d'antifouling sur la structure flottante.

	SITE D'ESSAIS GPMM	N° du document : SOFLOCEAN-DEM-001 Rev : D
Titre du document : DOSSIER DÉMONSTRATEUR PROJET SOFLOCEAN		Date : 24/02/2026 Page : 62 sur 76

En l'absence de relargage de contaminants chimiques, **l'impact sera nul pour les habitats benthiques et pélagique.**

En l'absence d'enjeu environnemental, **l'impact sera nul pour l'avifaune et les chiroptères.**

10.4.2.2.6 Emission de substances chimiques problématiques dans les sédiments

De la même manière, l'absence d'utilisation de produits chimiques pour le nettoyage des panneaux photovoltaïques et d'antifouling sur la structure flottante conduit à considérer une pression nulle sur les sédiments en termes d'émission de substances chimiques problématiques.

En l'absence de relargage de contaminants chimiques, **l'impact sera nul pour les habitats benthiques et pélagique.**

En l'absence d'enjeu environnemental, **l'impact sera nul pour l'avifaune et les chiroptères.**

10.4.2.2.7 Modification de la réflexion et de la polarisation de la lumière

Les surfaces des panneaux photovoltaïques induisent une polarisation linéaire partielle de la lumière solaire réfléchi.

En l'absence d'enjeu environnemental pour les **compartiments benthiques et pélagique** au regard de cette pression, **l'impact sera nul** pour ces habitats.

Pour l'avifaune et les chiroptères, cette pression évaluée comme moyenne, croisée avec un enjeu environnemental fort pour ces 2 groupes conduit à estimer **un impact potentiel moyen** qui sera temporaire le temps des essais et fluctuant en fonction des conditions météorologiques et de la position du soleil dans le ciel.

Il n'est pas attendu d'atteintes physiques (e.g. collisions) entre la faune volante et le démonstrateur. Compte tenu du manque de connaissance sur le sujet, le principal enjeu réside dans la caractérisation des interactions entre ces organismes et le démonstrateur que soit :

- À travers l'utilisation de la plateforme comme zone de posée ;
- En vol au regard la modification de la lumière réfléchi.

10.4.2.2.8 Emission de champs électromagnétiques

Le câble d'export relié à la terre va générer un champ électromagnétique local en fonctionnement de l'ordre de grandeur du champ magnétique terrestre à moins de 0,5 m de distance et inférieur à la limite réglementaire de 100 μ T pour les réseaux électriques à haute tension.

Pour les habitats benthiques, comme l'enjeu environnemental est faible, la magnitude de **l'impact** est évaluée comme **faible**.

Avec un enjeu environnement faible, la magnitude de **l'impact** est évaluée comme **faible pour les habitats benthiques**.

En l'absence d'enjeu environnemental, **l'impact sera nul pour l'avifaune et les chiroptères.**

	SITE D'ESSAIS GPMM	N° du document : SOFLOCEAN-DEM-001 Rev : D
Titre du document : DOSSIER DÉMONSTRATEUR PROJET SOFLOCEAN		Date : 24/02/2026 Page : 63 sur 76

Tableau 10. Caractérisation des impacts potentiels de chaque pression générée par le projet (impact = pression x enjeu)

PHASE	MODIFICATION DES PARAMETRES ENVIRONNEMENTAUX	Mosaïque (sablo-vaseux-galets/blocs)	Sablo-vaseux	Pélagos	Avifaune	Chiroptères
Travaux	Altération mécanique des fonds	moyen x faible FAIBLE	moyen x faible FAIBLE	moyen x inconnu INCONNU	moyen x nul NUL	moyen x nul NUL
	Pénétration lumineuse	moyen x faible FAIBLE	moyen x faible FAIBLE	moyen x inconnu INCONNU	moyen x nul NUL	moyen x nul NUL
	Sons sous-marins	moyen x nul NUL	moyen x nul NUL	moyen x inconnu INCONNU	moyen x nul NUL	moyen x nul NUL
	Substances chimiques problématiques dans l'eau/biote	faible x faible FAIBLE	faible x faible FAIBLE	faible x inconnu INCONNU	faible x nul NUL	faible x nul NUL
	Substances chimiques problématiques dans les sédiments	faible x faible FAIBLE	faible x faible FAIBLE	faible x inconnu INCONNU	faible x nul NUL	faible x nul NUL
Essais	Altération mécanique des fonds	nul x faible NUL	nul x faible NUL	nul x inconnu NUL	nul x nul NUL	nul x nul NUL
	Pénétration lumineuse	faible x faible FAIBLE	faible x faible FAIBLE	faible x inconnu INCONNU	faible x nul NUL	faible x nul NUL
	Sons sous-marins	faible x nul NUL	faible x nul NUL	faible x inconnu INCONNU	faible x nul NUL	faible x nul NUL
	Qualité générale de l'eau	faible x faible FAIBLE	faible x faible FAIBLE	faible x inconnu INCONNU	faible x nul NUL	faible x nul NUL
	Substances chimiques problématiques dans l'eau/biote	nul x faible NUL	nul x faible NUL	nul x inconnu NUL	nul x nul NUL	nul x nul NUL
	Substances chimiques problématiques dans les sédiments	nul x faible NUL	nul x faible NUL	nul x inconnu NUL	nul x nul NUL	nul x nul NUL
	Réflexion/polarisation lumineuse	moyen x nul NUL	moyen x nul NUL	moyen x nul NUL	moyen x fort MOYEN	moyen x fort MOYEN
	Champs électromagnétiques (câble flottant)	faible x nul NUL	faible x nul NUL	faible x inconnu INCONNU	faible x nul NUL	faible x nul NUL

	SITE D'ESSAIS GPMM	N° du document : SOFLOCEAN-DEM-001 Rev : D
Titre du document : DOSSIER DÉMONSTRATEUR PROJET SOFLOCEAN		Date : 24/02/2026 Page : 64 sur 76

10.4.2.3 Impacts cumulés au sein du projet

Au sein d'un même projet, l'interaction des différentes pressions peut augmenter/diminuer la sensibilité globale des espèces et habitats. Très peu d'études existent à ce sujet, ainsi la détermination de la magnitude de l'addition des impacts sur une espèce ou d'un habitat à l'interaction de plusieurs pressions sur une même aire d'étude se fait par dire expert en accord avec le guide cadre des services de l'état (DREAL PACA et DREAL Occitanie 2018).

Les impacts cumulés peuvent être de 3 sortes :

- Impacts additifs : l'impact global est égal à l'addition des pressions ;
- Impacts synergiques : l'impact global est supérieur à l'addition des pressions ;
- Impact antagoniste : l'impact global est inférieur à l'addition des pressions.

10.4.2.3.1 En phase travaux

L'installation des ancrs de la plateforme et du câble va générer une altération mécanique des fonds conduisant à une remise en suspension de particules et potentiellement à un relargage de substances chimiques problématiques, associée à des bruits sous-marins.

Ce cumul de pressions reste ponctuel et limité à la phase de travaux (5 jours en juin 2026).

Il s'agit d'une addition d'impacts de magnitude faible pour les habitats benthiques et de d'amplitude inconnue pour le compartiment pélagique.

L'impact global reste évalué comme faible au regard des enjeux environnementaux liés à ces habitats.

10.4.2.3.2 Lors des essais

La présence de la plateforme en mer va induire un ombrage conduisant à une limitation de la pénétration lumineuse avec potentiellement des répercussions sur la qualité générale de l'eau.

Ce cumul de pressions est variable dans le temps, dépendant des conditions météorologiques et hydrodynamiques sur zone.

Il s'agit d'une addition d'impacts de magnitude faible pour les habitats benthiques et de d'amplitude inconnue pour le compartiment pélagique.

L'impact global reste évalué comme faible au regard des enjeux environnementaux liés à ces habitats.

Pour l'avifaune et les chiroptères, seul un impact lié à la modification de la réflexion/polarisation de la lumière par les panneaux photovoltaïques est attendu ? Aussi il n'y a pas d'impact cumulé au sein de ce projet pour la faune volante.

	SITE D'ESSAIS GPMM	N° du document : SOFLOCEAN-DEM-001 Rev : D
Titre du document : DOSSIER DÉMONSTRATEUR PROJET SOFLOCEAN		Date : 24/02/2026 Page : 65 sur 76

10.4.2.4 Analyse de la méthode d'évaluation des incidences

L'évaluation des impacts générés par ce projet d'essais d'une plateforme photovoltaïque flottante suit les recommandations du guide cadre des services de l'Etat (DREAL PACA et DREAL Occitanie 2018). Elle est basée sur la méthode DPSIR (Driving forces, Pressures, Impact, Responses), qui passe par le croisement de la situation des habitats et espèces impactés, de leur sensibilité et des pressions exercées par le projet. En l'absence d'éléments sur le lien pression-activités/aménagements pour ce type d'activité dans le guide cadre, l'approche DPSIR a été réalisée à partir d'informations tirées de la littérature scientifique (e.g. Benjamins et al. 2024). Elle est affinée grâce aux résultats sur l'état actuel de la zone, apportés par les études conduites dans le cadre de l'étude d'impact environnemental du projet DEOS.

Les principales difficultés rencontrées lors de cette évaluation des incidences résident dans le manque d'information sur l'état de conservation ou de qualité de certains habitats (comme le pélagos) ainsi que leur dynamique environnementale pour établir les indicateurs de situation.

Le manque de connaissances et retour d'expériences sur les impacts générés par ce type de technologie en milieu marin a également été un écueil dans l'évaluation d'incidences. Il devrait en partie compenser par la réalisation d'un suivi environnemental dédié.

11 Mesures environnementales d'accompagnement

Le projet d'essais d'une plateforme photovoltaïque flottante pour une durée d'un an a été établi dans une démarche de recherche du moindre impact environnemental, en favorisant :

- Une installation dans une zone anthropisée, dédiée aux activités industrialo-portuaires ;
- Une zone d'essai sans enjeu environnemental significatif, qui sera réaménagée dans le cadre du projet DEOS ;
- Une plateforme de faible dimension, constituée de matériaux légers impliquant un déploiement, un ancrage et un repli sans nécessité d'emploi de moyens lourds.

Ainsi, les critères ci-dessus utilisés dans cette démarche de recherche du moindre impact environnemental sont considérés comme des mesures d'évitement et de réduction des incidences intégrées dès la conception du projet.

Les résultats de cette démarche se reflètent dans la caractérisation des impacts potentiels du projet dont la magnitude ne dépasse pas le niveau faible, à l'exception de la modification de la lumière réfléchie par les panneaux photovoltaïques qui potentiellement pourrait impacter la faune volante avec une magnitude moyenne (Tableau 10).

	SITE D'ESSAIS GPMM	N° du document : SOFLOCEAN-DEM-001 Rev : D
Titre du document : DOSSIER DÉMONSTRATEUR PROJET SOFLOCEAN		Date : 24/02/2026 Page : 66 sur 76

Cependant, compte tenu du manque de connaissances sur les impacts en milieu marin (Benjamins et al. 2024) d’une plateforme photovoltaïque flottante, il est proposé de réaliser un suivi environnemental des essais (Figure 16 et Figure 17), qui est une opération à caractère analytique et scientifique afin de mesurer les impacts de la réalisation sur l’environnement et à évaluer la performance des mesures proposées pour éviter et réduire les incidences.

Il s’agit de campagnes de terrain spécifiques servant à :

- Alerter pour modifier si besoin les conditions d’exploitation ;
- Vérifier les valeurs des paramètres environnementaux ;
- Monitorer les impacts potentiels du projet.



Figure 16. Schéma conceptuel du suivi environnemental du projet de plateforme photovoltaïque SOFLOCEAN en essais pour 12 mois dans les bassins ouest du GPMM

Code	Type	2026							2027						
		06	07	08	09	10	11	12	01	02	03	04	05	06	07
	Démonstrateur	Ancr.	Ins.	Essai											Dém.
LUM	Paramètres hydrologiques		x			x			x			x			x
CHM	Qualité chimique de l'eau		x												x
BNT+CHM	Sédiment+Benthos		x												x
BIO	Biocolonisation+ Espèces non-indigènes								x						x
AIR	Avifaune/Chiroptères		Vidéo/Acoustique												

Figure 17. Planning prévisionnel du suivi environnemental du projet de plateforme photovoltaïque SOFLOCEAN en essais pour 12 mois dans les bassins ouest du GPMM

	SITE D'ESSAIS GPMM	N° du document : SOFLOCEAN-DEM-001 Rev : D
Titre du document : DOSSIER DÉMONSTRATEUR PROJET SOFLOCEAN		Date : 24/02/2026 Page : 67 sur 76

11.1 Habitats benthiques

Le suivi du compartiment benthique vise à évaluer :

- Si l'ombrage un effet sur la composition des communautés benthiques ;
- Si la biocolonisation se développant sur la plateforme flottante va créer une nouvelle connectivité biologique verticale par transfert de flux de matière et d'énergie de la surface vers le fond.

Il s'agit de réaliser une étude de la faune benthique (BNT, Figure 16) par prélèvements à la benne et détermination taxonomique à différentes stations, disposées dans et autour de la zone d'implantation de la plateforme avec un gradient d'éloignement. La description des peuplements sera associée à la caractérisation des paramètres contextuels de l'habitat soit l'analyse de la granulométrie du sédiment et la teneur en matière organique. La qualité chimique des sédiments sera également analysée pour vérifier l'absence d'impact (CHM, Figure 16).

Compte tenu de la dynamique saisonnière de la faune benthique et de la durée des essais, il est prévu de réaliser les prélèvements juste avant l'installation (juillet 2026) et juste après le démantèlement (juillet 2027).

L'étude du benthos sera complétée par la caractérisation de la biocolonisation de la plateforme (BIO, Figure 16) par photoquadrats, voire prélèvements pour détermination taxonomique, si les prises de vue n'étaient pas suffisantes. Elle visera à rechercher des similitudes avec la composition des communautés benthiques et vérifier la présence/absence d'espèces non-indigènes.

Le temps pour la biocolonisation de se développer, le biofouling sera suivi après 6 mois d'essais (janvier 2027) puis à la fin des essais (juillet 2027).

11.2 Habitat pélagique

Le suivi du compartiment pélagique vise à évaluer :

- Dans quelle mesure le recouvrement et l'ombrage de la plateforme vont générer une modification de la pénétration lumineuse et de la qualité générale de l'eau ;
- La qualité chimique de la masse d'eau de la zone d'essai lors des tests.

Pour le suivi des caractéristiques de la colonne d'eau (LUM+CTD+PHY, Figure 16), il s'agit de réaliser des profils hydrologiques à différentes stations, disposées dans et autour de la zone d'implantation de la plateforme avec un gradient d'éloignement. Les mesures porteront sur la température, la salinité, l'oxygène, la pénétration de la lumière et la fluorescence comme proxy de la biomasse phytoplanctonique.

La fréquence d'acquisition sera trimestrielle lors des essais (de juillet 2026 à juillet 2027).

	SITE D'ESSAIS GPMM	N° du document : SOFLOCEAN-DEM-001 Rev : D
Titre du document : DOSSIER DÉMONSTRATEUR PROJET SOFLOCEAN		Date : 24/02/2026 Page : 68 sur 76

Les données d'éclairement dans la colonne d'eau seront comparées aux simulations d'ombrage réalisées par AREMA.

Pour la qualité chimique de l'eau (CHM, Figure 16), il s'agit d'accéder à l'état chronique du milieu, c'est pourquoi les mesures seront réalisées sur des organismes sentinelles comme les moules selon le protocole de surveillance ROOCH de l'Ifremer¹. Compte tenu de la dynamique saisonnière de bioaccumulation des moules, l'état de qualité chimique sera évalué au démarrage (juillet 2026) et à la fin des essais (juillet 2027) par des prélèvements de moules à proximité immédiate du démonstrateur (le long de l'ancien quai sous les éoliennes au droit de la plateforme) et à une station hors influence du projet au niveau de la digue Saint Louis.

Le programme d'analyse des composés chimiques sera établi à partir du registre des matériaux utilisés pour le démonstrateur.

11.3 Avifaune et chiroptères

Le suivi des oiseaux et des chiroptères (AIR, Figure 16) vise à évaluer dans quelle mesure la faune volante interagit avec le démonstrateur.

Pour l'avifaune, il s'agit de réaliser un suivi tout au long des essais, par imagerie à l'aide d'une caméra installée à terre et orientée vers le démonstrateur afin d'étudier si les oiseaux utilisent la plateforme comme reposoir et quel est leur comportement en vol au-dessus de celle-ci.

Le système envisagé est un dispositif de détection automatisé en temps réel de la société norvégienne Spoor, qui s'appuie sur un logiciel de traitement vidéo capable de détecter et suivre des cibles mobiles².

Pour les chauves-souris, la fréquentation du démonstrateur sera étudiée à l'aide d'un capteur d'acoustique passive déployé sur la plateforme. L'acquisition est réalisée de nuit à l'aide d'un enregistreur de type SM4Bat de la société WILDLIFE ACOUSTICS³.

¹<https://coast.ifremer.fr/Reseaux-de-surveillance/Environnement/ROCCH-Reseau-d-Observation-de-la-Contamination-CHimique-du-littoral>

² <https://www.spoor.ai/offshore-bird-monitoring>

³ <https://www.wildlifeacoustics.com/products/song-meter-sm4bat>

	SITE D'ESSAIS GPMM	N° du document : SOFLOCEAN-DEM-001 Rev : D
Titre du document : DOSSIER DÉMONSTRATEUR PROJET SOFLOCEAN		Date : 24/02/2026 Page : 69 sur 76

12 Assurances et certificats

12.1 Coût du démantèlement

Le démantèlement de la plateforme photovoltaïque flottante nécessite une planification rigoureuse afin d'anticiper les coûts et les ressources nécessaires. Cette estimation prend en compte la main-d'œuvre qualifiée, la location des équipements, le transport des éléments démontés ainsi que le traitement des déchets. Une marge est également prévue pour pallier d'éventuels imprévus liés aux conditions environnementales ou aux exigences réglementaires.

Estimation des coûts de démantèlement :

- Main-d'œuvre : 100 heures de travail avec de la main-d'œuvre qualifiée pour le démantèlement sont nécessaires.
- Coût de location des véhicules et outillages : grues, barges, camions, et autres équipements nécessaires aux opérations.
- Coûts de transport : acheminement des éléments démontés vers les sites de stockage ou de traitement.
- Coûts de traitement des déchets : gestion et recyclage des matériaux conformément aux réglementations en vigueur.
- Prévision des imprévus : une marge de 15% est incluse pour couvrir les coûts imprévus liés aux conditions météorologiques, aux difficultés techniques ou aux changements réglementaires.

En intégrant une marge pour les imprévus, cette approche garantit une meilleure gestion des risques et assure la conformité du projet aux normes environnementales et de sécurité.

	SITE D'ESSAIS GPMM	N° du document : SOFLOCEAN-DEM-001 Rev : D
Titre du document : DOSSIER DÉMONSTRATEUR PROJET SOFLOCEAN		Date : 24/02/2026 Page : 70 sur 76

Evaluation du coût du démantèlement basée sur les devis déjà réalisés :

Poste de coûts	Description	Budget min	Budget max
Préparation et sécurisation du site	Évaluation des risques, planification logistique, sécurisation de la zone.	5 000 €	10 000 €
Consignation électrique et déconnexion	Consignation DC et AC, déconnexion des panneaux et des câbles.	1 500 €	3 000 €
Démontage des équipements	Panneaux solaires, onduleurs, structures flottantes.	5 000 €	10 000 €
Retrait et transport	Levage, chargement, transport vers les centres de recyclage.	7 500 €	15 000 €
Remise en état du site	Retrait des ancrages, nettoyage, surveillance environnementale.	7 500 €	15 000 €
Gestion des déchets et recyclage	Tri et recyclage des panneaux et des équipements.	2 500 €	5 000 €
Frais administratifs et documentation	Permis, rapports, certifications.	5 000 €	10 000 €
Total estimatif		34 000 €	68 000 €

Le coût moyen estimé pour le démantèlement et la remise en état du site est de 50 000 €, avec une fourchette estimée entre 34 000 € et 68 000 €. AREMA ENERGIES fournira aux autorités une garantie bancaire à hauteur de 80 000 € pour couvrir les frais de démantèlement et de remise en état du site.

	SITE D'ESSAIS GPMM	N° du document : SOFLOCEAN-DEM-001 Rev : D
Titre du document : DOSSIER DÉMONSTRATEUR PROJET SOFLOCEAN		Date : 24/02/2026 Page : 71 sur 76

12.2 Certificats

Pour un test de 12 mois de notre plateforme solaire flottante au GPMM, plusieurs types de certificats et attestations seront nécessaires, couvrant différents aspects de la conformité, de la sécurité et de l'impact environnemental :

1. Certificats de conformité et de sécurité :

- Attestation de conformité électrique (Consuel) : ce certificat atteste que l'installation électrique (tant côté DC flottant que côté AC terrestre) est conforme aux normes de sécurité en vigueur (NF C15-100 pour le courant alternatif et les guides spécifiques pour le courant continu).
- Certificats de sécurité : pour les équipements électriques (notamment les onduleurs), les certificats de conformité aux directives européennes (Directive Machines) seront consignés dans le dossier technique de l'installation.

2. Certificats Environnementaux :

- Certificats de recyclage : à la fin du test, des certificats de recyclage des panneaux solaires et des autres équipements seront délivrés par les centres de traitement agréés.

12.3 Assurance

Le test d'une plateforme solaire flottante en mer, même pour une durée limitée de 12 mois, implique de contracter plusieurs types d'assurances pour couvrir les risques spécifiques à ce type d'installation et à l'environnement marin :

1. Assurance Responsabilité Civile (RC)

- RC Exploitation : couvre les dommages causés à des tiers (personnes ou biens) par l'exploitation de la plateforme. Cela inclut les dommages liés à des accidents, des pollutions ou des perturbations de l'environnement marin.
- RC Professionnelle : protège les concepteurs, les installateurs et les exploitants de la plateforme contre les erreurs ou les négligences pouvant entraîner des dommages.
- RC Maritime : couvre les risques liés à la navigation, aux opérations de remorquage, ainsi qu'aux dommages causés aux fonds marins.

	SITE D'ESSAIS GPMM	N° du document : SOFLOCEAN-DEM-001 Rev : D
Titre du document : DOSSIER DÉMONSTRATEUR PROJET SOFLOCEAN		Date : 24/02/2026 Page : 72 sur 76

2. Assurance Dommages aux Biens

- Assurance Tous Risques Chantier (TRC) : couvre les dommages subis par la plateforme et ses équipements pendant la phase de construction et d'installation.
- Assurance Multirisque Industrielle : protège les équipements de la plateforme contre les dommages causés par les tempêtes, les vagues, la corrosion, les incendies, les vols ou les actes de vandalisme.

3. Assurances Spécifiques

- Assurance Transport Maritime : couvre les risques liés au transport des équipements vers le site d'installation et au transport des déchets lors du démantèlement.

Nous avons fait appel à un courtier d'assurances spécialisé dans les risques industriels et maritimes pour nous conseiller et vous aider à choisir les assurances les plus adaptées à notre projet, à savoir la société Filhet-Allard, leader français et mondial pour la mise en place d'assurances des projets EMR.

13 Références bibliographiques

- Benjamins S, Williamson B, Billing SL, Yuan Z, Collu M, Fox C, Hobbs L, Masden EA, Cottier-Cook EJ, Wilson B (2024) Potential environmental impacts of floating solar photovoltaic systems. Renewable and Sustainable Energy Reviews 199.
- DREAL PACA et DREAL Occitanie (2018) Guide cadre Eval_impact. Impacts des projets d'activités et d'aménagements en milieu marin méditerranéen. Recommandations des services instructeurs.
- Exley G, Hernandez RR, Page T, Chipps M, Gambro S, Hersey M, Lake R, Zoannou KS, Armstrong A (2021) Scientific and stakeholder evidence-based assessment: Ecosystem response to floating solar photovoltaics and implications for sustainability. Renewable and Sustainable Energy Reviews 152.
- GALATEA (2024) Cartographie des habitats marins et des espèces protégées zone inter-chenal des darses 1 et 2 - intérieur darse 2 - Bassins Ouest - Grand Port Maritime de Marseille.
- GALATEA (2025) Etudes et dossiers règlementaires concernant le projet DEOS - Bassins Ouest du GPMM. Etat initial de la qualité des eaux portuaires.
- GEOTEC (2024) Investigations Géotechnique. Mission de travaux de sondages. Fascicule 5 synthèse essais physico-chimiques.
- Gorjian S, Sharon H, Ebadi H, Kant K, Scavo FB, Tina M (2021) Recent technical advancements, economics and environmental impacts of floating photovoltaic solar energy conversion systems. J Clean Prod 278:124285.
- Haas J, Khalighi J, De La Fuente A, Gerbersdorf S, Nowak W, Chen P-J (2020) Floating photovoltaic plants: Ecological impacts versus hydropower operation flexibility. Energy Convers Manag.
- Hooper T, Armstrong A, Vlaswinkel B (2021) Environmental impacts and benefits of marine floating solar. Solar Energy 219:11–14.

	SITE D'ESSAIS GPMM	N° du document : SOFLOCEAN-DEM-001 Rev : D
Titre du document : DOSSIER DÉMONSTRATEUR PROJET SOFLOCEAN		Date : 24/02/2026 Page : 73 sur 76

- Karpouzoglou T, Vlaswinkel B, Van Der Molen J (2020) Effects of large-scale floating (solar photovoltaic) platforms on hydrodynamics and primary production in a coastal sea from a water column model. *Ocean Science* 16:195–208.
- Sevaux L, Brodu N, Herlory O, Brach-Papa C, Brochen M, Chavanon F, De Vogue B, Gerigny O, Marchand J, Brun M, Gonzalez J-L, Marco-Miralles F, Ravel C, Tomasino C, Maccolini M, Lavignon O, Briant N, Le Monier P, Cimiterra N, Derolez V, Munaron D, Bouillet M, Malleret L, Giraud A, Boissery P, Bouchoucha M (2025) Campagne SUCHIMED 2024. Mise en œuvre du programme de surveillance de la contamination chimique en Méditerranée et mise en œuvre de la surveillance DCE en côtier et en eaux de transition (lagune).
- Da Silva GDP, Branco D (2018) Is floating photovoltaic better than conventional photovoltaic? Assessing environmental impacts. *Impact Assessment and Project Appraisal* 36:390–400.
- Smeets E, Weterings R (1999) Environmental indicators: Typology and overview.
- Synergis Environnement (2024) Suivi d'exploitation du parc éolien de Fos-sur-Mer (13) 2024.
- Vlaswinkel B, Roos P, Nelissen M (2023) Environmental Observations at the First Offshore Solar Farm in the North Sea. *Sustainability (Switzerland)* 15.
- Wei Y, Khojasteh D, Windt C, Huang L (2025) An interdisciplinary literature review of floating solar power plants. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 209.

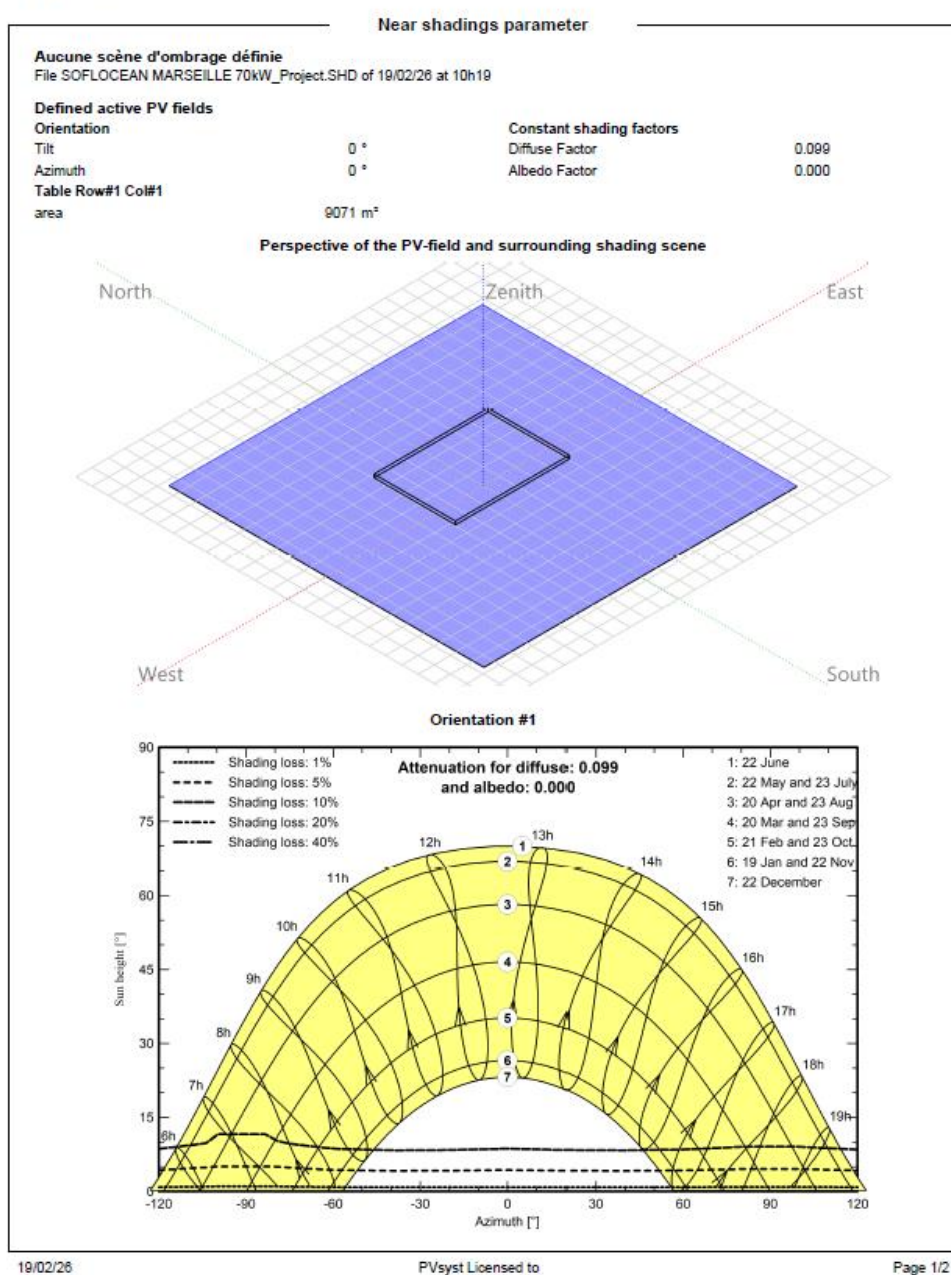
	SITE D'ESSAIS GPMM	N° du document : SOFLOCEAN-DEM-001 Rev : D
Titre du document : DOSSIER DÉMONSTRATEUR PROJET SOFLOCEAN		Date : 24/02/2026 Page : 74 sur 76

14 Annexes

14.1 Simulations d'ombrage



PVsyst V7.4.0





PVsyst V7.4.0

Near shadings parameter

Shading factor table

Shading factor table (linear), for the beam component, Orient. #1

Azimuth	-180°	-160°	-140°	-120°	-100°	-80°	-60°	-40°	-20°	0°	20°	40°	60°	80°	100°	120°	140°	160°	180°
Height																			
90°	0.094	0.094	0.094	0.094	0.094	0.094	0.094	0.094	0.094	0.094	0.094	0.094	0.094	0.094	0.094	0.094	0.094	0.094	0.094
80°	0.095	0.095	0.095	0.095	0.095	0.095	0.095	0.095	0.095	0.095	0.095	0.095	0.095	0.095	0.095	0.095	0.095	0.095	0.095
70°	0.096	0.096	0.096	0.096	0.096	0.096	0.096	0.096	0.096	0.096	0.096	0.096	0.096	0.096	0.096	0.096	0.096	0.096	0.096
60°	0.096	0.097	0.097	0.097	0.096	0.096	0.097	0.097	0.097	0.096	0.097	0.097	0.097	0.096	0.096	0.097	0.097	0.097	0.096
50°	0.097	0.098	0.098	0.098	0.097	0.097	0.098	0.098	0.098	0.097	0.098	0.098	0.098	0.098	0.097	0.097	0.098	0.098	0.097
40°	0.099	0.100	0.100	0.099	0.098	0.098	0.099	0.100	0.100	0.099	0.100	0.100	0.099	0.098	0.098	0.099	0.100	0.100	0.099
30°	0.101	0.102	0.102	0.102	0.100	0.100	0.102	0.102	0.102	0.101	0.102	0.102	0.102	0.100	0.100	0.102	0.102	0.102	0.101
20°	0.105	0.107	0.107	0.106	0.103	0.103	0.106	0.107	0.107	0.105	0.107	0.107	0.106	0.103	0.103	0.106	0.107	0.107	0.105
10°	0.116	0.120	0.120	0.116	0.099	0.099	0.116	0.120	0.120	0.116	0.120	0.120	0.118	0.111	0.111	0.118	0.120	0.120	0.116
2°	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Shading factor for diffuse: 0.099 and for albedo: 0.000

	SITE D'ESSAIS GPMM	N° du document : SOFLOCEAN-DEM-001 Rev : D
Titre du document : DOSSIER DÉMONSTRATEUR PROJET SOFLOCEAN		Date : 24/02/2026 Page : 76 sur 76

14.2 Calcul de champ magnétique

Champ magnétique - SOFLOCEAN Marseille

La production électrique injectée par le démonstrateur est un courant triphasé stable de 400 V et 50 Hz, avec une limite d'injection égale à la consommation du site (l'énergie produite sera ainsi entièrement autoconsommée, il n'y aura aucune ré-injection du surplus dans le réseau).

Un boîtier de protection électrique AC entre le réseau et l'onduleur est destiné à empêcher l'effet d'îlotage et donc à protéger le réseau du site. L'onduleur lui-même est équipé de fonctions de surveillance et d'arrêt automatique. Le câble de sortie est caractérisé comme 4G300mm² et est en aluminium.

Type de câble		Description	Section du conducteur	Diamètre ext.
#1	Câble DC	Connexion entre les panneaux PV et la boîte de protection DC	6 mm ²	6.87 mm
#2	Câble DC dynamique	Connexion entre la première et la deuxième boîte DC	10 mm ²	87.7 mm
#3	Câble DC	Connexion entre la boîte de protection DC et les onduleurs	10 mm ²	6.87 mm
#4	Câble AC	Connexion entre les onduleurs et la boîte de protection AC	16 mm ²	36.0 mm
#5	Câble AC	Connexion entre la boîte AC et le transformateur du site	300 mm ²	100.0 mm

Figure 6. Tableau récapitulatif des câbles électriques utilisés dans le système

Dans le câble DC dynamique, on a 10 strings de modules photovoltaïques. Chaque string contient 10 modules de 700W avec une tension Voc à 48,6V, soit une tension totale de 486V. On obtient un courant nominal de 144A ($I = P/V$).

Calcul du champ magnétique avec la formule :

$$B(\mu T) = 0.2 \times \frac{I(A)}{r(m)}$$

Avec $I = 144A$:

- A 0,5 m = 57,6 μT
- A 1 m = 28,8 μT
- A 2 m = 14,4 μT

Ces valeurs sont largement inférieures aux recommandations internationales.