

**SYNDICAT MIXTE INTERREGIONAL D'AMENAGEMENT
DES DIGUES DU DELTA DU RHONE ET DE LA MER**

**STRATEGIE SUR LE LITTORAL DU
GRAND DELTA DU RHONE**

*SUR LES THEMATIQUES DE L'EVOLUTION DE LA
POSITION DU TRAIT DE COTE ET DE LA SUBMERSION
MARINE*

DEFINITION DES REPONSES POSSIBLES

Version	Date	Commentaires
1	28/06/2024	Version envoyée préalablement au cotech restreint du 3 juillet 2024
2	09/09/2024	Version envoyée préalablement au cotech du 15 septembre 2024
3	26/11/2024	Version envoyée préalablement au copil du 13 décembre 2024

SOMMAIRE

1	Introduction.....	7
1.1	Contexte dans lequel s’inscrit la démarche	7
1.2	Cartographie locale d’exposition au recul du trait de côte à 30 et à 100 ans	8
1.3	Périmètre de la stratégie	8
2	Rappel des résultats du diagnostic	11
2.1	Recensement des enjeux exposés	11
2.2	Etat des lieux du territoire face au risque d’érosion côtière	12
2.3	Etat des lieux du territoire face au risque de submersion marine.....	14
2.4	Analyse économique.....	16
2.5	Principaux points problématiques identifiés.....	16
3	Préalable à la définition des réponses possibles	18
3.1	Les enjeux.....	18
3.2	Hypothèse retenue pour l’élévation du niveau marin, en lien avec le réchauffement planétaire	18
3.2.1	Hypothèse retenue suite au diagnostic de la stratégie littorale du Delta du Rhône (septembre 2022)	18
3.2.2	Trajectoire de réchauffement de référence pour l’adaptation au changement climatique (TRACC).....	19
3.2.3	Données des rapports annuels de l’Organisation des Nations Unies (rapport EGR du PNUE).....	20
3.2.4	Scénario retenu pour la stratégie littorale.....	22
3.3	Temporalité des actions à mettre en œuvre et horizons temporels.....	23
3.4	Objectifs de protection pour les scénarios « action »	23
4	Définition des réponses possibles	24
4.1	Réponses possibles vis-à-vis de l’érosion du trait de côte.....	24
4.2	Réponses possibles vis-à-vis de la submersion marine	28
a.	Les différents types de réponses possibles	28
b.	Tableaux de réponses possibles par secteur géographique.....	28
4.1	Détails des réponses possibles (érosion et submersion)	32
a.	Réponses possibles communes aux trois zones protégées	32
b.	Réponses possibles spécifiques à la rive droite	43
c.	Réponses possibles spécifiques à la Camargue insulaire	52
d.	Réponses possibles spécifiques à la rive gauche	71
4.2	Combinaison des réponses vis-à-vis de l’érosion et de la submersion.....	72
5	Critères retenus pour l’analyse multi-critères (AMC)	82
5.1	Liste des critères retenus.....	82

5.2	Comparaison de coûts estimatifs et coûts travaux pour différents type d'aménagement	83
	83	
a.	Coût d'investissement.....	83
b.	Coût d'exploitation.....	86
5.3	Coûts retenus par type de réponse pour l'analyse multicritère.....	88
6	Conclusion et suite de la démarche.....	93
7	Annexe cartographique	94
7.1	Cartes de découpage des enjeux selon le zonage PPRI.....	94
7.2	Cartes des blocs géographiques identifiés	94
7.3	Cartes des scénarios d'érosion.....	94
7.4	Cartes des scénarios combinés érosion/submersion	94
8	Bibliographie.....	95

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Limites Est et Ouest du littoral étudié dans le cadre de la stratégie (fond de carte : cellules hydrosédimentaires du Delta du Rhône – Sabatier).....	9
Figure 2 : Le Grand Delta du Rhône et les zones protégées	10
Figure 3 : Répartition des logements et parcelles agricoles exposés sur le delta du Rhône	11
Figure 4 : Cellule hydrosédimentaire (gauche) et zone d'érosion et d'accrétion (droite) – source : SYMADREM	12
Figure 5 : Exemples d'ouvrages en enrochements sur le littoral du Delta du Rhône (photo de droite © DREAL Occitanie).....	13
Figure 6 : Efficacité des enrochements à fixer le rivage sur la période 1987-2013	13
Figure 7 : Emprises inondées par submersion marine (d'après modélisation du BRGM [L002] et [L003]).....	14
Figure 8 : Conséquences de l'élévation du niveau moyen sur les événements rares (© SYMADREM)	15
Figure 9 : Evolution du DMA (Dommage Moyen Annuel) lié à la submersion marine.....	16
Figure 10 : Evolution des émissions de CO2, élévation du niveau marin par rapport à la période [1995-2014] et hausse de température associée, pour les différents scénarios du GIEC (d'après données du GIEC – AR6 [L303])	19
Figure 12 : mesures de réduction de la vulnérabilité (Source : EPTB Gardons)	33
Figure 13 : secteur de l'embouchure du Petit Rhône	35
Figure 14 : Lignes d'eau dans le Petit Rhône pour différentes submersion marine.....	36
Figure 15 : Localisation des PR sur le Petit Rhône.....	37
Figure 16 : projet de confortement des digues du Grand Rhône aval	38
Figure 17 : projection du trait de côte à horizon 2100 (en rouge) sur les deux sites des Salins-du-Midi (en haut : Aigues Mortes / en bas : Salin-de-Giraud)– source : CEREGE	39
Figure 18 : bilans sédimentaires de l'Espiguette et de la Petite Camargue (source [L001]) ...	41
Figure 19 : scénarios de gestion de la flèche de l'Espiguette (source [L005])	42
Figure 23 : vue en plan et coupes de l'aménagement prévu au Boucanet (source : étude [L102])	45
Figure 24 : Photomontage pour les travaux sur la plage du Boucanet (source : étude [L102]).....	45
Figure 20 : proposition de tracé en recul du cordon de second rang (en violet) – en vert : cordon de second rang actuel – en rouge : projection du rivage en 2100	47
Figure 21 : renforcement du canal de Peccais.....	48
Figure 22 : Localisation des aménagements « prolongement de la digue d'arrêt de l'Espiguette » et « création d'un nouvel épi au droit du phare de l'Espiguette »	49
Figure 23 : digue de protection rapprochée autour du Grau-du-Roi	50
Figure 24 : digue de protection rapprochée autour de Aigues-Mortes.....	51
Figure 25 : périmètre de la Solution Fondée sur la Nature	52
Figure 26 : programme de renforcement au droit des Saintes Maries de la Mer	53
Figure 27 : coupe type du tronçon renforcé de la digue à la mer dans le secteur des Amphores (source : AVP EGIS).....	54
Figure 28 : coupe type de la rehausse du niveau d'étanchéité dans le secteur du Clos du Rhône (source : AVP EGIS).....	54
Figure 29 : ligne de protection au niveau de la zone urbaine des Saintes-Maries-de-la-Mer (source : AVP EGIS).....	55
Figure 30 : localisation des aménagements prévus pour rehausser le niveau d'étanchéité de la promenade de Port Gardian (source : AVP EGIS).....	55
Figure 31 : photomontage au niveau du carrefour des Launes (source : AVP EGIS)	56

Figure 32 : principe du confortement des ouvrages existants (exemple de l'épi tenon des Amphores) (source : AVP EGIS).....	56
Figure 33 : vue en plan de l'aménagement « création d'un tenon de protection de Port Gardian » (source : AVP EGIS).....	57
Figure 34 : vue en plan de l'aménagement « création d'épis complémentaires à la Plage Est » (source : AVP EGIS).....	58
Figure 35 : profil en long de la digue à la mer et remise à la cote	59
Figure 36 : carte de localisation des secteurs de la digue à la mer.....	61
Figure 37 : coupes types de la remise à la cote de la digue à la mer (source : AVP EGIS).....	63
Figure 38 : confortement de la digue à la mer CSME actuelle	64
Figure 39 : digue de protection rapprochée autour des Saintes-Maries-de-la-Mer.....	65
Figure 40 : localisation du trait de côte en 2100 (source CEREGE – étude de 2017)	66
Figure 41 : secteur du Clos-du-Rhône (source : Google Maps).....	67
Figure 42 : digue de protection rapprochée autour de Salin-de-Giraud.....	68
Figure 43 : tracés de digue en recul par rapport au rivage à Salin-de-Giraud.....	70
Figure 44 : digue de protection rapprochée autour de Port-Saint-Louis-du-Rhône	71

TABLEAUX

Tableau 1 : Nombre d'enjeux exposés à horizon 2100	12
Tableau 2 : Modification des occurrences des tempêtes	15
Tableau 3 : Extrait du « Résumé à l'intention des décideurs », rapport AR6 du GIEC. Evaluation des changements de la température à la surface du globe, sur la base de multiples éléments probants, pour une sélection de période de 20 ans, et pour les 5 scénarios d'émissions illustratifs considérés.....	18
Tableau 3 : Estimations du réchauffement planétaire réalisées en 2022 et 2024 par le PNUÉ [L307].....	21
Tableau 4 : Réponses possibles pour l'aléa érosion – RIVE DROITE.....	25
Tableau 5 : Réponses possibles pour l'aléa érosion – CAMARGUE INSULAIRE.....	26
Tableau 6 : Réponses possibles pour l'aléa érosion – RIVE GAUCHE.....	27
Tableau 7 : Réponses possibles pour l'aléa submersion – RIVE DROITE, CAMARGUE INSULAIRE et RIVE GAUCHE.....	28
Tableau 8 : Caractéristiques par tronçon de la remise à la cote de la digue à la mer.....	60
Tableau 9 : Combinaison des réponses érosion/submersion– RIVE DROITE	73
Tableau 10 : Combinaison des réponses érosion/submersion et définition des scénarios – CAMARGUE INSULAIRE.....	76
Tableau 11 : Combinaison des réponses érosion/submersion et définition des scénarios – RIVE GAUCHE	81
Tableau 12 : Critères proposés pour l'AMC et échelle d'évaluation.....	82
Tableau 13 : Recensement des coûts en investissement pour différents types d'aménagement	84
Tableau 14 : Recensement des coûts en exploitation pour différents types d'aménagement ..	87
Tableau 15 : Synthèse des coûts retenus pour différents types de réponses possibles.....	90

1 INTRODUCTION

1.1 CONTEXTE DANS LEQUEL S'INSCRIT LA DEMARCHE

En 2020, les six Etablissements Publics de Coopération Intercommunale (EPCI-FP) membres du SYMADREM (Métropole Aix-Marseille Provence, Agglomération Arles Crau Camargue Montagnette, Agglomération Nîmes Métropole, Communauté de communes Terre de Camargue, Communauté de communes Beaucaire Terre d'Argence et Communauté de communes Petite Camargue) ont fait le choix de transférer leur compétence Gestion des milieux aquatiques et prévention des inondations (GEMAPI) au 1^{er} janvier 2020 sur le territoire dit du grand delta du Rhône. Les missions concernées comportent notamment le volet « **défense contre les inondations et contre la mer** » (Alinéa 5 du L211-7 du Code de l'Environnement).

Sur cette thématique, le schéma d'organisation de la compétence locale de l'eau sur le Grand Delta du Rhône (étude SOCLE) présenté en 2019 a également conclu de la façon suivante :

- « Le Symadrem assurera la gestion de la digue à la Mer et la gestion du trait de côte (le Symadrem prendra en charge la gestion du trait de côte de Port-Saint-Louis du Rhône au Grau-du-Roi) » ;
- « Le Symadrem initiera un plan littoral dans le cadre de sa compétence GEMAPI ».

L'élaboration de la stratégie sur le littoral du Grand Delta du Rhône constitue la première étape de ce « Plan Littoral ». Les deux thématiques traitées sont la submersion marine et l'érosion côtière.

Le contexte administratif, réglementaire et législatif lié à ces deux thématiques est le suivant :

- Erosion côtière :
 - o Stratégies nationale et régionale (en Occitanie uniquement) de gestion intégrée du trait de côte ;
 - o Loi climat et résilience (2021)
- Submersion marine :
 - o Loi du 16 septembre 1807 ;
 - o Décret « digues » de 2019 pour la définition et gestion des systèmes d'endiguement.

La stratégie sur le littoral du Grand Delta du Rhône se découpe en trois phases :

- L'élaboration d'un diagnostic préalable. Le rapport de diagnostic est disponible en téléchargement sur le site internet du Symadrem. Son contenu a été validé par le comité de pilotage du 15 septembre 2022 et par le comité syndical du Symadrem le 17 octobre 2022 ;

- La définition des réponses possibles, objet du présent rapport. L'objectif est de proposer un panel exhaustif de réponses possibles pour faire face aux problématiques de submersion marine et d'érosion côtière mises en évidence dans le diagnostic. A ce stade, il n'est pas priorisé ou privilégié une réponse par rapport à une autre. C'est dans cette phase que seront également répertoriés les besoins en suivi du littoral. Enfin, les études à réaliser pour compléter la connaissance du territoire, ou pour définir plus précisément un aménagement, seront listées.
- L'étude des réponses possibles et le choix de la stratégie retenue. Il s'agira d'étudier les différentes réponses possibles définies lors de la phase précédente. Elles feront l'objet de modélisations numériques et d'analyses économiques, de façon à mettre en évidence l'impact de la réponse sur les différents enjeux identifiés lors du diagnostic. Le choix de la réponse à retenir sera soumis au vote du comité de pilotage.

La stratégie littoral débouchera sur l'élaboration d'un PAPI Littoral.

1.2 CARTOGRAPHIE LOCALE D'EXPOSITION AU RECUIL DU TRAIT DE COTE A 30 ET A 100 ANS

La loi n°2021-1104 du 22 août 2021 portant lutte contre le dérèglement climatique et renforcement de la résilience face à ses effets dite « Loi Climat et Résilience » a transféré aux communes littorales incluses dans la liste établie en application de l'article L 321-15 du code de l'environnement, la responsabilité de la gestion du trait de côte. Ces communes, non couvertes par un plan de prévention des risques littoraux (PPRL) intégrant le recul du trait de côte, doivent notamment établir « une carte locale d'exposition de leur territoire » qui délimite les zones exposées au recul du trait de côte à l'horizon de trente ans (zone 0-30), et à un horizon compris entre trente et cent ans (zone 30-100).

Une convention entre les quatre communes littorales (Le Grau-du-Roi, les Saintes-Maries-de-la-Mer, Arles et Port-Saint-Louis-du-Rhône) et le Symadrem a été signée en novembre 2023. Les communes ont donné mandat au Symadrem pour l'établissement de ces cartes. Le démarrage du travail a démarré en janvier 2024.

1.3 PERIMETRE DE LA STRATEGIE

Le littoral étudié dans le cadre de la stratégie est celui des quatre communes suivantes :

- Le Grau-du-Roi (Gard) ;
- Les Saintes-Maries-de-la-Mer (Bouches-du-Rhône) ;
- Arles (Bouches-du-Rhône) ;
- Port-Saint-Louis-du-Rhône (Bouches-du-Rhône).

Les limites Est et Ouest du périmètre sont présentées sur la carte suivante :

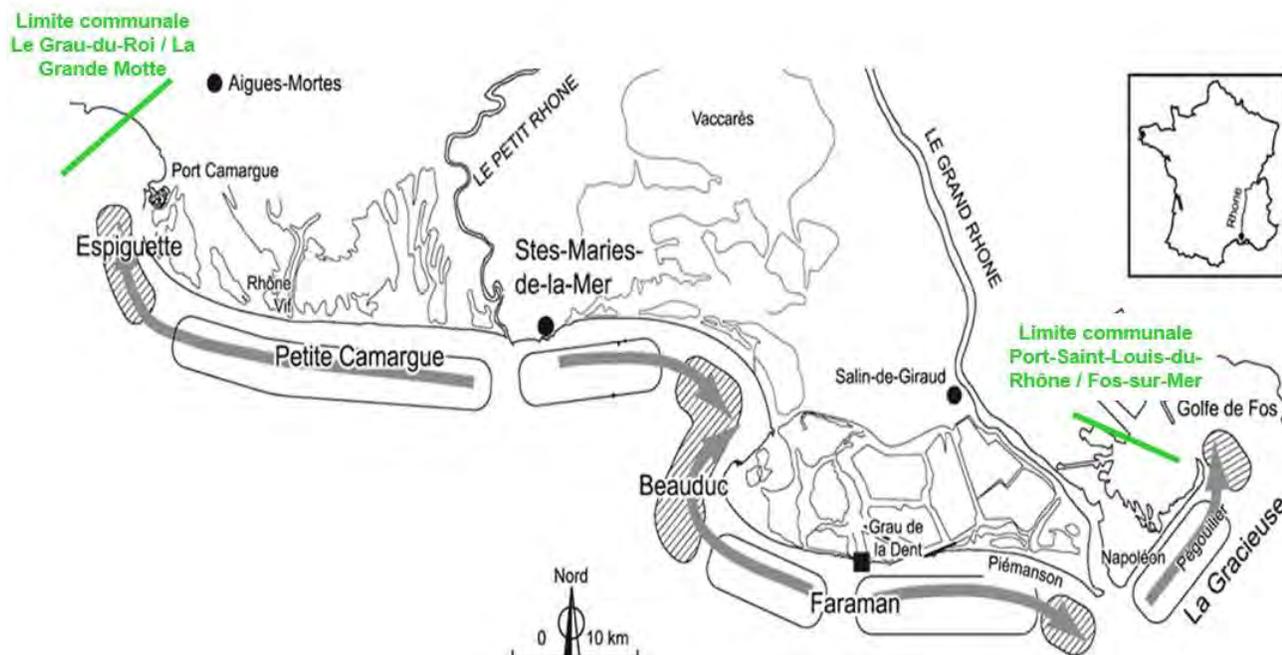


Figure 1 : Limites Est et Ouest du littoral étudié dans le cadre de la stratégie (fond de carte : cellules hydrosédimentaires du Delta du Rhône – Sabatier)

Les communes concernées par le risque de submersion marine et/ou d’ennoiement des terres basses sont les suivantes : Arles, Le Grau-du-Roi, Les Saintes-Maries-de-la Mer, Aigues-Mortes, Saint-Gilles, Vauvert, Le Cailar, Saint-Laurent d’Aigouze, Beauvoisin, Aimargues, Fontvieille, Maussane-les-Alpilles, Mouriès et Le Paradou, Port-Saint-Louis-du-Rhône.

Ce périmètre est appelé dans la suite du rapport le Grand Delta du Rhône. Les communes concernées sont représentées sur la figure suivante :

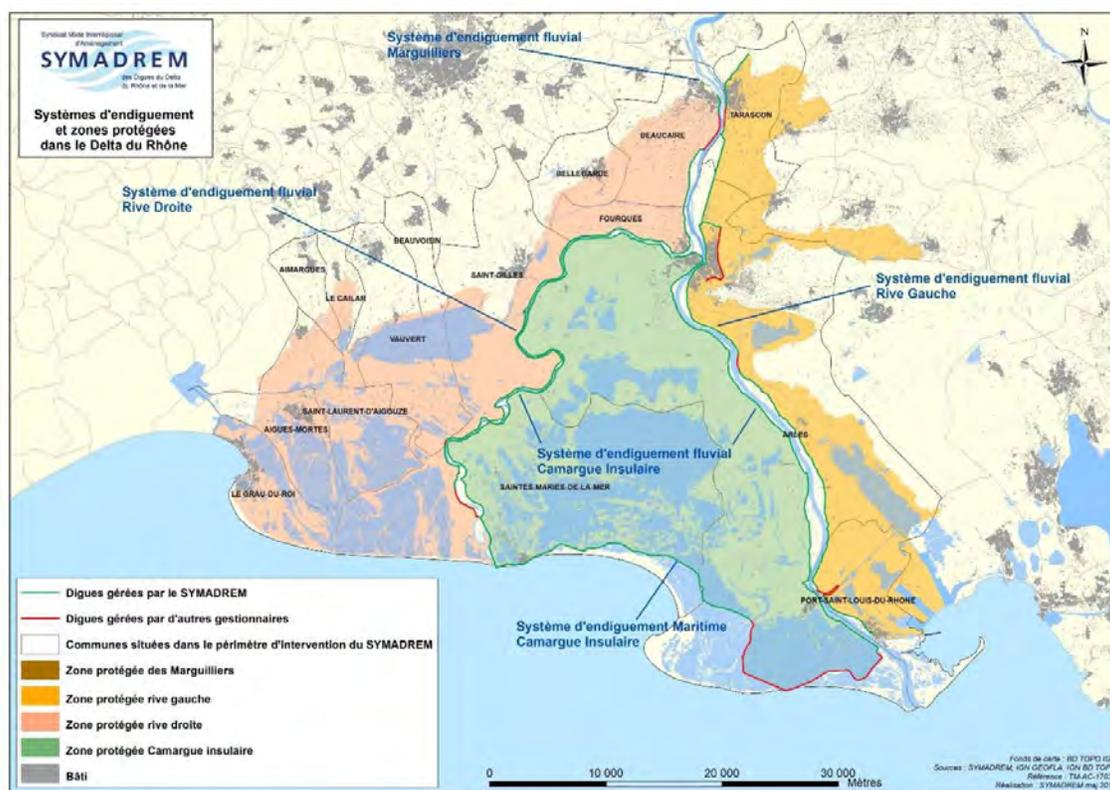


Figure 2 : Le Grand Delta du Rhône et les zones protégées

2 RAPPEL DES RESULTATS DU DIAGNOSTIC

Le rapport de diagnostic et son annexe cartographique sont téléchargeables sur le site internet du Symadrem :

https://www.symadrem.fr/wp-content/uploads/2023/01/Diagnostic_v5.pdf

https://www.symadrem.fr/wp-content/uploads/2023/01/Annexe_cartographique_v5.pdf

Les principaux éléments issus du diagnostic sont résumés dans les paragraphes ci-dessous.

2.1 RECENSEMENT DES ENJEUX EXPOSES

Les enjeux recensés sur le territoire sont la population et les logements, les établissements d'activités économiques et les emplois, les activités agricoles et les établissements publics.

Pour la submersion marine, l'emprise utilisée est maximale et sécuritaire : elle correspond à l'emprise inondée par une tempête exceptionnelle, tenant compte de l'élévation du niveau marin à horizon 2100. Pour l'érosion côtière, l'emprise considérée est basée sur les projections de trait de côte à horizon 2100 selon les hypothèses les plus pessimistes d'une étude menée par le CEREGE [L001].

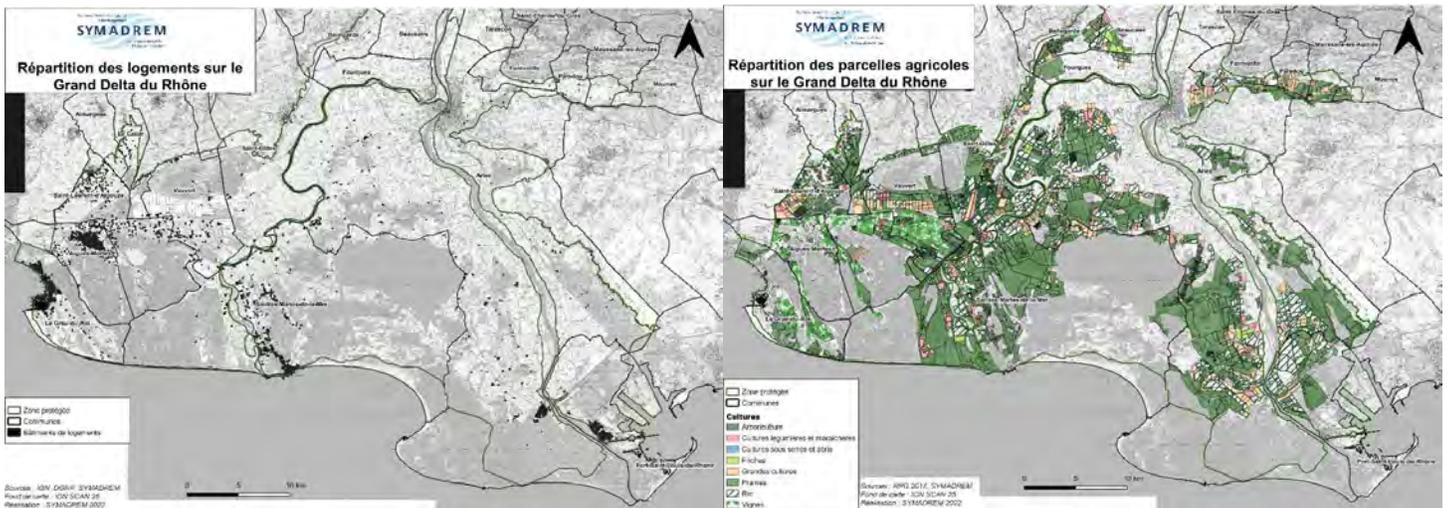


Figure 3 : Répartition des logements et parcelles agricoles exposés sur le delta du Rhône

L'exposition au risque de submersion marine dans l'enveloppe maximale concerne environ 32 000 individus, 16 000 logements, 6000 établissements d'activités économiques et 9000 emplois. Environ 57 000 ha d'activités agricoles sont également inondés.

L'exposition au risque d'érosion côtière à horizon temporel 2100 concerne environ 400 individus et 500 logements, 80 établissements d'activités économiques et 90 emplois et environ 450 ha de surfaces agricoles. Pour la majeure partie, ces enjeux sont situés sur la commune des Saintes-Maries-de-la-Mer.

Tableau 1 : Nombre d'enjeux exposés à horizon 2100

	SUBMERSION	EROSION
Population	32 000	400
Logements	16 000	500
Entreprises	6 000	80
Emplois	9 000	90
Parcelles agricoles	57 000 ha	450 ha

Pour les tempêtes fréquentes (>15 ans) ou exceptionnelles à horizon 2100, le nombre d'enjeux concerné par le risque de submersion marine est nettement supérieur à celui concerné par le risque d'érosion côtière.

2.2 ETAT DES LIEUX DU TERRITOIRE FACE AU RISQUE D'EROSION COTIERE

La mobilité des dunes, des deltas et du trait de côte est un phénomène naturel, elle résulte de l'action combinée des vagues, du vent, des courants et des apports de sédiments aux embouchures des fleuves. Ce phénomène s'analyse à l'échelle de la cellule hydrosédimentaire, c'est-à-dire du compartiment de littoral qui peut être décrit et analysé de manière autonome du point de vue des transports sédimentaires.

A l'échelle des six cellules hydrosédimentaire du Grand Delta du Rhône, le linéaire en érosion représente 76 % du linéaire total. A l'inverse 24 % des zones sont en accrétion.

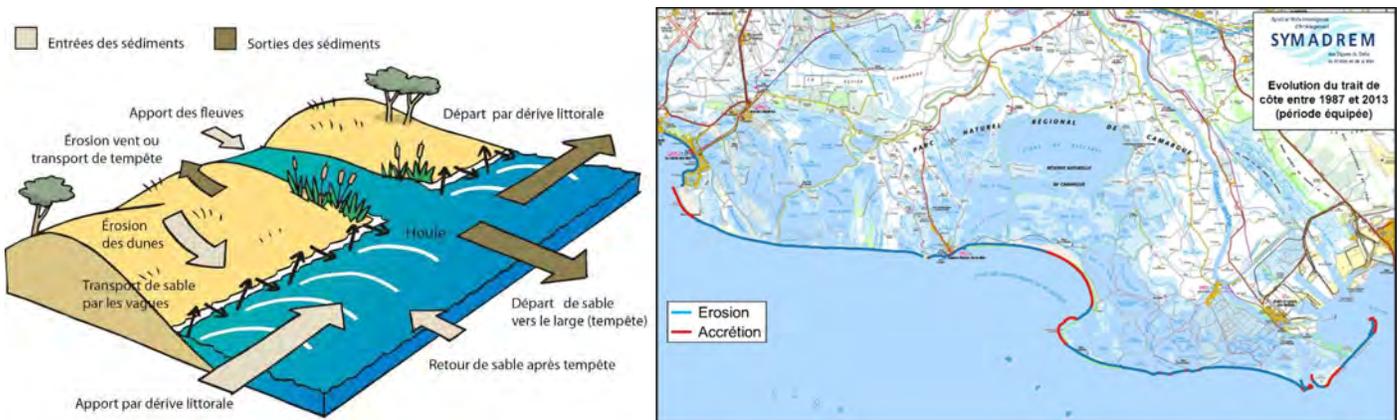


Figure 4 : Cellule hydrosédimentaire (gauche) et zone d'érosion et d'accrétion (droite) – source : SYMADREM

Des ouvrages en enrochements sont présents sur environ 50 % du linéaire étudié, soit environ 50 km. Il s'agit d'épis, de brises-lames, de tenons, de jetées portuaires ou de digues frontales en enrochements qui ont été construits pour fixer le trait de côte et limiter son recul.

Dès les années 30, les premiers épis à claire-voie en bois sont installés en certains points du littoral, suivent quelques épis en enrochements dans les années 40. La troisième étape, au cours des années 1980, a été la plus importante au niveau du volume des enrochements et des dépenses engagées : cent vingt-deux épis sont construits en rive droite du Petit Rhône jusque dans le

Gard. Enfin, entre 2002 et 2010, huit nouveaux ouvrages en enrochements sont construits au droit des Saintes-Maries-de-la-Mer.



Figure 5 : Exemples d'ouvrages en enrochements sur le littoral du Delta du Rhône (photo de droite © DREAL Occitanie)

Le CEREGE a mené une étude [L001] qui compare les vitesses de variation historique du rivage de la période dite « naturelle » (entre 1872 et 1977, ce qui correspond à une période avec peu d'ouvrages), à la période dite « équipée », entre 1987 et 2013. La position du rivage théorique de 2013 a été simulée sur la base de son évolution naturelle. L'objectif de ce travail est de répondre à la question « où aurait été positionné le trait de côte en 2013 si aucun ouvrage en enrochements n'avait été mise en place sur le littoral ? ». Le CEREGE prend l'hypothèse que la comparaison entre la position du rivage simulé et du rivage mesuré indique alors l'impact des actions humaines et renseigne sur l'efficacité des enrochements entre leur pose et 2013.

Les résultats montrent que sur 53 % du linéaire où les enrochements sont présents, ils ont été efficaces pour fixer le rivage, c'est-à-dire que la position du trait de côte de 2013 « fictive », est située en recul dans les terres par rapport à la position réelle du trait de côte en 2013. En revanche, ils ont été inefficaces sur 11% du linéaire. Sur les 36 % restants, l'effet des enrochements pour fixer le rivage est limité, c'est-à-dire qu'ils n'ont été ni efficaces, ni inefficaces, l'écart entre le trait de côte réel et le trait de côte « fictif » est de moins de 35 m.



Figure 6 : Efficacité des enrochements à fixer le rivage sur la période 1987-2013

Les enrochements ont donc été globalement peu efficaces (à peine 50% d'efficacité) pour fixer le rivage. En revanche, sur certains secteurs urbanisés, comme le centre-ville des Saintes-Maries-de-la-Mer, ils ont permis la sauvegarde du village et le ré-ensablement des plages du centre-ville.

En addition du phénomène de recul du trait de côte, on observe sur le littoral du delta du Rhône une diminution des largeurs de plage, et un approfondissement des petits fonds. Ce comportement traduit le phénomène d'érosion sous-marine et de pertes sédimentaires dans ces secteurs.

Le bilan sédimentaire général décroît depuis 1872 et devient négatif à partir des années 80s. Il passe d'un excédent de 2,1 millions m³/an à la fin du XIX^{ème} siècle à un déficit de 5,4 millions m³/an au début du XXI^{ème} siècle. Le déficit le plus important concerne la période la plus récente, entre 2006 et 2013. Cela est dû d'une part à une diminution lente et continue des apports sédimentaires aux embouchures (liées à la réduction du nombre de crues depuis la fin du Petit Age Glaciaire, à la revégétalisation du bassin versant et à la construction de barrages hydro-électriques) ainsi qu'au niveau des flèches d'accrétion, et d'autre part aux pertes sédimentaires vers le large qui ont sensiblement augmentées ces dernières années.

2.3 ETAT DES LIEUX DU TERRITOIRE FACE AU RISQUE DE SUBMERSION MARINE

La submersion marine désigne une inondation temporaire de la zone côtière par la mer dans des conditions météorologiques extrêmes. Elle est la conséquence d'une tempête marine, elle-même générée par une baisse de la pression atmosphérique et des vents forts soufflant vers la terre. La tempête marine se caractérise par une surcote marine (élévation du plan d'eau) et le déferlement de vagues, qui selon son intensité peut dépasser le niveau des digues.

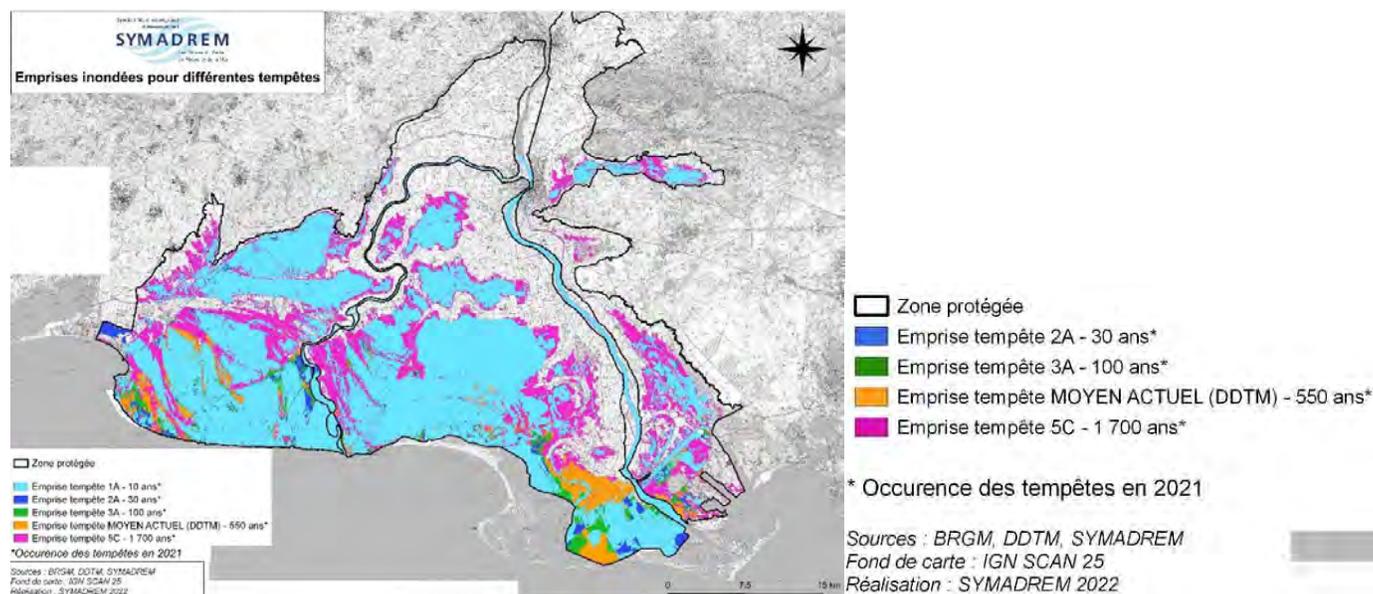


Figure 7 : Emprises inondées par submersion marine (d'après modélisation du BRGM [L002] et [L003])

Ce phénomène de submersion marine va sensiblement s'aggraver avec l'élévation du niveau marin. Une augmentation de 7 cm du niveau de la mer, conforme aux observations du GIEC,

est déjà observée au droit du pertuis de la Fourcade (Saintes-Maries-de-la-Mer) en 20 ans environ.

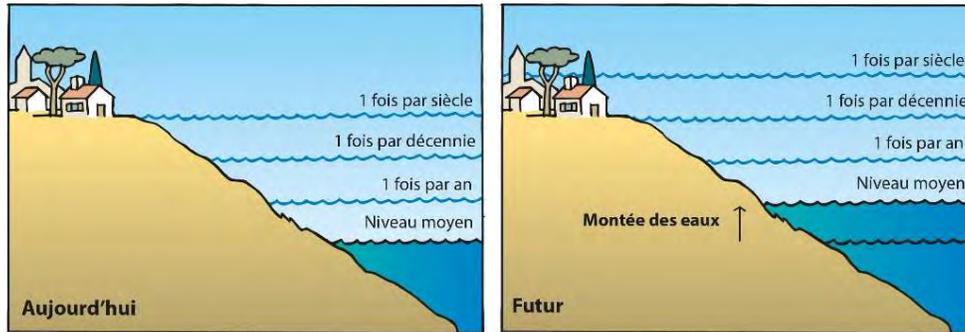


Figure 8 : Conséquences de l'élévation du niveau moyen sur les événements rares (© SYMADREM)

Les événements majeurs de submersion marine seront de plus en plus fréquents entraînant, sans aménagements complémentaires, des dommages de plus en plus importants.

Ce principe a été quantifié par le Symadrem à l'échelle du delta en se basant sur les prévisions d'élévations du niveau marin moyen mondial, à horizon 2030 (court terme), 2050 (moyen terme) et 2100 (long terme), détaillées dans le rapport AR6 du GIEC [L303]. Elles sont établies pour cinq scénarios dit SSP, par rapport à une base de référence de 1995-2014. Pour l'établissement du diagnostic, le SYMADREM a retenu trois des cinq scénarios du GIEC. A horizon 2100, les valeurs par scénario sont les suivantes (fourchettes probables entre parenthèses) :

- 44 cm (33 à 61 cm) dans le scénario de faible hausse des émissions (SSP1-2.6),
- 56 cm (44 à 76 cm) dans le scénario intermédiaire (SSP2-4.5),
- 77 cm (63 à 102 cm) dans le scénario de très forte hausse des émissions (SSP5-8.5).

On estime ainsi qu'une tempête qualifiée de centennale actuellement aura une occurrence entre 5 à 10 ans à horizon 2100 sur le littoral du Delta du Rhône. D'autres valeurs figurent dans le tableau ci-dessous.

Tableau 2 : Modification des occurrences des tempêtes

Aujourd'hui (2022)	2030	2050	2100	2100	2100
	+ 10 cm /[1995-2014]	+ 20 cm /[1995-2014]	+ 44 cm /[1995-2014]	+ 56 cm /[1995-2014]	+ 77 cm /[1995-2014]
10	8	4	2	2	2
30	22	11	4	4	4
100	66	32	9	6	6
1700	1700	700	100	43	12

Cette analyse repose sur l'hypothèse de non-aggravation des hauteurs de vagues. En effet, le GIEC indique qu'en Atlantique Nord et Méditerranée, les projections ne prévoient pas d'augmentation de la hauteur significative des vagues.

On estime à 99 % le risque d'avoir des entrées d'eau massives par submersion marine dans le grand delta du Rhône avant 2050 et à 65 % avant 2030. Il existe également un risque de 10 % pour que les espaces urbanisés soient touchés avant 2030 et 40 % avant 2050.

2.4 ANALYSE ECONOMIQUE

Le montant des dommages, en cas de submersion marine, aux logements, aux entreprises, aux activités agricoles et aux établissements publics, ainsi que le nombre de personnes et d'emplois impactés ont été calculés pour chacune des tempêtes disponibles en croisant la base de données « enjeux » avec les emprises inondées pour chaque tempête. Ce calcul a été réalisé en utilisant les fonctions dommages du guide méthodologique pour l'analyse multicritère des projets de prévention des inondations. Le calcul du montant du Dommage Moyen Annuel (DMA) lié à la submersion marine, correspond à l'espérance mathématique de la variable aléatoire dommage. Il peut être estimé par la somme des dommages des tempêtes étudiées (en supposant leur gamme suffisamment représentative) pondérée par leur probabilité d'occurrence annuelle. En considérant une élévation du niveau marin de 56 cm en 2100 (scénario médian du GIEC), le DMA causé par une submersion marine sera multiplié par 2 à l'horizon 2050 et par 5 à l'horizon 2100 sans intervention.



Figure 9 : Evolution du DMA (Dommage Moyen Annuel) lié à la submersion marine

L'analyse montre que dans un premier temps les dommages seront essentiellement agricoles et stables dans le temps. Puis à partir de 2050, l'évolution des dommages est exponentielle. A partir de 2070, le dommage aux logements et entreprises devient supérieur au dommage agricole.

2.5 PRINCIPAUX POINTS PROBLEMATIQUES IDENTIFIES

Les points les plus problématiques sur le littoral étudié sont indiqués ci-dessous, d'ouest en est :

- L'extrémité ouest de la plage du Boucanet et quelques points bas sur la ligne de protection en front de mer au Grau du Roi. Sur ce secteur le rivage est en recul mais avec une vitesse modérée (entre $-2,5$ m/an et $0,05$ m/an). Le bilan sédimentaire y est négatif, mais avec des valeurs faibles de l'ordre de $-10\,000$ m³/an/km.
- L'apport de sable massif qui contourne la digue d'arrêt de l'Espiguette et pose des problèmes d'usage, ensablement de l'entrée de Port Camargue notamment. Toutefois, cette apport massif de sable, qui se traduit localement par la présence de la flèche de l'Espiguette, participe à la protection contre la submersion marine de la ville du Grau-du-Roi ;

- Les Baronnets. Recul du trait de côte avec des vitesses très importantes (entre - 7,5 et - 15 m/an), aggravé par sa position en aval dérive du dernier ouvrage de protection. Un stockage stratégique d'hydrocarbures militaire est situé dans la zone concernée par le recul du trait de côte ;
- Le centre-ville des Saintes-Maries-de-la-Mer : ce secteur combine la problématique du recul du trait de côte, la présence de points bas sur la ligne de protection à proximité immédiate des enjeux urbanisés, l'approfondissement des fonds du fait du bilan sédimentaire négatif sur ce secteur, à hauteur de $- 120\ 000\ \text{m}^3/\text{an}/\text{km}$. Ces phénomènes combinés à l'élévation du niveau marin vont entraîner une augmentation de la sollicitation des épis et des brises lames, dont certains sont déjà en mauvais état aujourd'hui ;
- La plage Est des Saintes Maries de la mer, à proximité immédiate du village, qui subit un recul du trait de côte important (entre -5 et $- 7,5\ \text{m}/\text{an}$), aggravé par sa position en aval dérive du dernier ouvrage de protection ;
- La digue à la mer entre le Clos d'Esclaux et le Vieux Rhône Digue de Véran. Son état est mauvais, et son calage altimétrique est bas, voire très bas sur certaines portions. Ce tronçon de la digue à la mer permet de réduire les risques de débordement vers le village de Salin-de-Giraud. Dans ce même secteur, les ouvrages en front de mer sont partiellement détruits, et les pertes sédimentaires sont importantes ($- 110\ 000\ \text{m}^3/\text{an}/\text{km}$).
- La plage Napoléon, entre le parking et la flèche de la Gracieuse, présente une érosion très marquée. Le recul y est modéré (entre $-0,5$ et $-2,5\ \text{m}/\text{an}$) mais les pertes sédimentaires y sont considérables ($- 400\ 000\ \text{m}^3/\text{an}/\text{km}$). Les Theys dans ce secteur constitue une protection naturelle de la commune de Port-Saint-Louis-du-Rhône contre la submersion marine.

Notons que deux secteurs nécessiteraient une analyse plus approfondie, et des données complémentaires, pour pouvoir conclure sur une éventuelle problématique :

- L'état de la digue à la mer sur les terrains des Salins du Midi à Salin de Giraud et son calage altimétrique. Seuls les ouvrages en front de mer ont été parcouru dans le cadre de ce diagnostic ;
- L'anse de Carteau sur la commune de Port-Saint-Louis-du-Rhône.

Les prévisions du GIEC montrent que, quel que soit le scénario d'émission de CO₂ retenu, l'élévation du niveau de la mer reste relativement modérée jusqu'en 2050. A partir de cette date, l'élévation est plus rapide, et dépend fortement du scénario d'émission retenu. Les trente années à venir, et les choix et aménagements qui seront faits pendant cette période, seront donc décisifs.

3 PREALABLE A LA DEFINITION DES REPONSES POSSIBLES

3.1 LES ENJEUX

Deux types d'enjeux à considérer : ceux situés dans les zones urbanisés (CU - *centre urbain* +AZU - *autres zones urbanisées*) et ceux situés dans les zones non urbanisées (NU - *non urbanisé*).

Ces zones sont définies dans les PLU (Plan Locaux d'Urbanisme) des communes. Leurs cartographies sont présentées en annexe.

On distingue dans ces zones différentes catégories d'enjeux :

- Enjeux humains ;
- Enjeux économiques et industriels (hors agriculture) ;
- Enjeux économiques agricoles ;
- Enjeux non monétarisés dans notre AMC.

3.2 HYPOTHESE RETENUE POUR L'ELEVATION DU NIVEAU MARIN, EN LIEN AVEC LE RECHAUFFEMENT PLANETAIRE

3.2.1 Hypothèse retenue suite au diagnostic de la stratégie littorale du Delta du Rhône (septembre 2022)

À la suite du vote du comité de pilotage du 15 septembre 2022, le scénario intermédiaire SSP2-4.5, qui correspond à une élévation du niveau marin de + 56 cm en 2100, par rapport au niveau moyen sur la période [1995-2014] est retenu pour l'analyse comparative des réponses possibles. Il sera proposé de tester la sensibilité du scénario d'aménagement retenu sur le scénario extrême du GIEC pour en mesurer la robustesse.

Pour le scénario SSP2-4.5, la meilleure estimation de hausse de la température sur la période 2081-2100 est de 2,7 °C (fourchette très probable : 2,1 à 3,5 °C), comme l'indique le tableau ci-dessous :

**Tableau 3 : Extrait du « Résumé à l'intention des décideurs », rapport AR6 du GIEC.
Evaluation des changements de la température à la surface du globe, sur la base de multiples éléments probants, pour une sélection de période de 20 ans, et pour les 5 scénarios d'émissions illustratifs considérés.**

Scénarios	Court terme, 2021–2040		Moyen terme, 2041–2060		Long terme, 2081–2100	
	Meilleure estimation (°C)	Fourchette très probable (°C)	Meilleure estimation (°C)	Fourchette très probable (°C)	Meilleure estimation (°C)	Fourchette très probable (°C)
SSP1-1.9	1,5	1,2 to 1,7	1,6	1,2 to 2,0	1,4	1,0 to 1,8
SSP1-2.6	1,5	1,2 to 1,8	1,7	1,3 to 2,2	1,8	1,3 to 2,4
SSP2-4.5	1,5	1,2 to 1,8	2,0	1,6 to 2,5	2,7	2,1 to 3,5
SSP3-7.0	1,5	1,2 to 1,8	2,1	1,7 to 2,6	3,6	2,8 to 4,6
SSP5-8.5	1,6	1,3 to 1,9	2,4	1,9 to 3,0	4,4	3,3 to 5,7

Le graphique ci-dessous permet de visualiser l’élévation du niveau marin selon les différents scénarios du GIEC, et la hausse de la température associée :

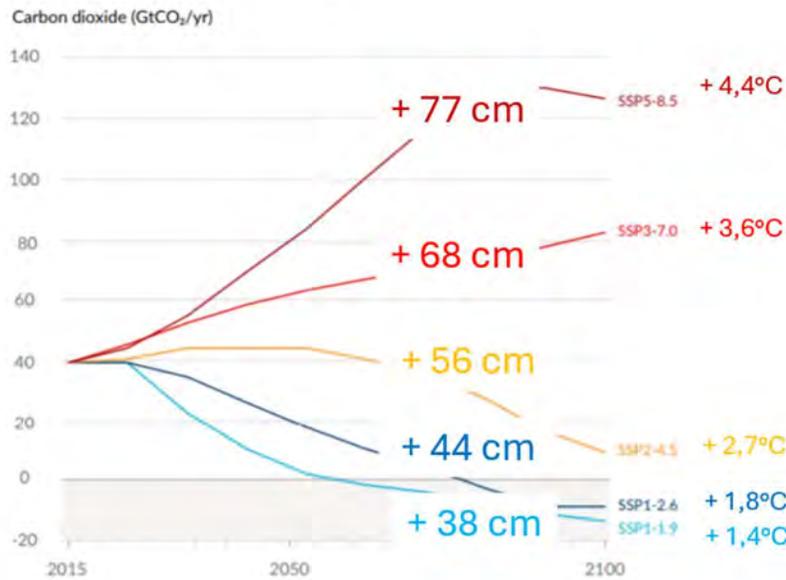


Figure 10 : Evolution des émissions de CO₂, élévation du niveau marin par rapport à la période [1995-2014] et hausse de température associée, pour les différents scénarios du GIEC (d’après données du GIEC – AR6 [L303])

3.2.2 Trajectoire de réchauffement de référence pour l’adaptation au changement climatique (TRACC)

Le rapport de l’Inspection générale de l’environnement et du développement durable, publié en février 2023, effectue une comparaison internationale des politiques d’adaptation au changement climatique mises en place dans 8 pays et recommande que la France se dote d’une trajectoire de réchauffement de référence pour l’adaptation au changement climatique (TRACC).

Le document de référence pour l’adaptation au changement climatique (mai 2023 – ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoires [L308]) indique à ce sujet :

« Pour avancer de manière coordonnée sur ce sujet, il est en effet nécessaire de se doter d’une trajectoire de réchauffement, définie à partir de scénarios optimistes et pessimistes, qui servira

de référence à toutes les actions d'adaptation menées en France. Il pourra s'agir de distinguer un niveau général de réchauffement à prendre en compte et un niveau plus élevé, utilisé pour des enjeux critiques, comme certaines infrastructures. Il s'agit de répondre à la question : « Quel niveau de protection souhaitons-nous atteindre ? ».

Il indique également :

« Au vu des éléments fournis par le GIEC, deux scénarios de réchauffement sont présentés. Dans un scénario optimiste, le réchauffement mondial sera limité à 1,5 °C par rapport à l'ère préindustrielle. Dans un scénario plus pessimiste, appelé scénario pessimiste dans le reste du document, intermédiaire entre les politiques actuellement en place et les engagements annoncés par les États, le réchauffement mondial continue d'augmenter pour se stabiliser à 3 °C en 2100 .

Compte-tenu des difficultés à stabiliser puis réduire les émissions mondiales de gaz à effet de serre, ce qui est indispensable pour atteindre les objectifs de l'Accord de Paris, et afin de s'assurer que les Français soient bien protégés des impacts du changement climatique, il est proposé que la trajectoire de réchauffement de référence pour l'adaptation de la France soit basée sur l'hypothèse plus pessimiste. Il s'agirait ainsi de s'adapter progressivement à un niveau de réchauffement mondial de 1,5 °C en 2030, 2 °C en 2050 et **3 °C en 2100** par rapport à l'ère préindustrielle, soit un 16 niveau de réchauffement **France métropolitaine** d'environ 2 °C en 2030, 2,7 °C en 2050 et **4 °C en 2100** ».

La consultation posait la question suivante : « Que pensez-vous d'une trajectoire de réchauffement de référence pour l'adaptation de la France (TRACC) dont les niveaux de réchauffement de référence seraient : +2 °C en 2030, +2,7 °C en 2050 et +4 °C en 2100 (France métropolitaine) ? »

La fiche presse du 23 novembre 2023 faisant suite à la consultation indique :

- « - 84 % des contributeurs sont favorables au niveau de réchauffement proposé.
- Une part minoritaire préférerait que la TRACC soit basée sur un scénario encore plus pessimiste, afin d'être préparés au pire scénario ».

Le Plan national d'adaptation au changement climatique n°3 est en cours de consultation publique jusqu'à fin décembre. Il est basé sur un scénario à +4° en France en 2100 (soit +3 ° à l'échelle mondiale).

En conclusion, le troisième plan national d'adaptation au changement climatique de la France à paraître devrait recommander comme trajectoire de référence le scénario à +4° en France, soit + 3° à l'échelle mondiale. Le scénario du GIEC le plus proche est le scénario intermédiaire SSP2-4.5, retenu dans le cadre de l'élaboration de la stratégie littorale sur le Delta du Rhône.

3.2.3 Données des rapports annuels de l'Organisation des Nations Unies (rapport EGR du PNUE)

Le Programme des Nations unies pour l'environnement (PNUE) est une organisation dépendante de l'Organisation des Nations unies, créée en 1972, et ayant pour but de coordonner les activités des Nations unies dans le domaine de l'environnement d'assister les pays dans la mise en œuvre de politiques environnementales. Il publie chaque année un « Emissions gap

report EGR» [L307] qui examine l'écart entre les besoins et les perspectives en matière de réduction des émissions..

Le communiqué de presse extérieur du **13 septembre 2022** relatif à ce rapport indique :

« Sans un renforcement des mesures d'atténuation, la réalisation des objectifs de l'Accord de Paris sera définitivement compromise. De nouveaux engagements nationaux d'atténuation pour 2030 laissent entrevoir une réduction des émissions de gaz à effet de serre, mais ils restent insuffisants.

Ils devraient être quatre fois plus ambitieux pour nous remettre sur la voie d'une limitation du réchauffement à 2 °C et sept fois plus pour une limitation à 1,5 °C.

Selon les estimations (établies avec une probabilité de 66 %) pour le XXI^e siècle, **le réchauffement planétaire se situerait à 2,8 °C (entre 2,3 °C à 3,3 °C) si l'on s'en tient aux politiques actuelles**, ou à 2,5 °C (entre 2,1 °C et 3,0 °C) si l'on respecte les engagements nouveaux ou actualisés.

Collectivement, s'ils s'en tiennent aux politiques actuelles, les pays ne parviendront pas à respecter leurs engagements nouveaux ou actualisés. »

Le communiqué de presse extérieur du **24 octobre 2024** relatif au rapport Emission Gap Report 2024 indique que :

« l'absence d'une action immédiate mettraient le monde sur la voie d'une augmentation des températures de 2,6 à 3,1 °C au cours de ce siècle [...]. Le scénario à 2,6 °C repose sur la mise en œuvre complète des CDN inconditionnelles et conditionnelles actuelles. Si seules les CDN inconditionnelles actuelles étaient mises en œuvre, cela entraînerait une augmentation de 2,8 °C. **La poursuite des politiques actuelles entraînerait une hausse de 3,1 °C.** Dans ces scénarios – qui présentent tous une probabilité de plus de 66 % – les températures continueraient d'augmenter jusqu'au siècle prochain.

Le tableau ci-dessous récapitule les estimations de l'ONU réalisées en 2022 et en 2024 :

Tableau 4 : Estimations du réchauffement planétaire réalisées en 2022 et 2024 par le PNUE [L307].

Estimation du réchauffement planétaire (établie avec une probabilité de 66 %) pour le XXI ^e siècle, par rapport aux niveaux préindustriels	EGR 2022	EGR 2024
Politiques actuelles (Current policies)	2,8 °C (entre 2,3 °C à 3,3 °C)	3,1 °C (entre 1,9 °C et 3,8 °C)
Respect des contributions déterminées au niveau national (Unconditional NDCs*)	2,5 °C (entre 2,1 °C et 3,0 °C)	2,8 °C (entre 1,9 °C et 3,7 °C)

* NDCs (ou CDN en français) : contributions (à la réduction des émissions de gaz à effet de serre) déterminées au niveau national

Entre 2022 et 2024, l'estimation du réchauffement planétaire, si les politiques actuelles se poursuivent, est passée de +2,8 °C à + 3,1 °C, soit une augmentation de +0,3 °C.

3.2.4 Scénario retenu pour la stratégie littorale

Comme indiqué au Tableau 3, pour le scénario intermédiaire SSP2-4,5, la meilleure estimation de hausse de la température sur la période 2081-2100 est de 2,7 °C.

En 2022, au moment de la réalisation du diagnostic, le scénario le plus probable, si l'on s'en tient aux politiques actuelles, correspondait à un réchauffement planétaire à 2,8 °C. Ce scénario était donc très proche (à 0,1 °C près) du SSP2-4.5 du GIEC.

En 2024, ce scénario s'éloigne. En effet, le scénario le plus probable, si l'on s'en tient aux politiques actuelles, correspond à un réchauffement planétaire à 3,1 °C. Ce scénario est situé à 0,4 °C du SSP2-4.5 du GIEC et 0,5 °C du SSP3-7.0 du GIEC.

Le scénario SSP2-4.5 reste le scénario le plus proche de la trajectoire actuelle. Par ailleurs, il est également le plus proche de celui qui sera recommandé par le troisième plan national d'adaptation au changement climatique de la France.

Les différentes réponses possibles détaillées dans les paragraphes suivants seront donc modélisées en tenant compte d'une élévation du niveau marin de + 56 cm en 2100 par rapport à la moyenne 1995-2015 (SSP2-4.5), soit + 50 cm par rapport à 2022. Il est également prévu les analyses complémentaires suivantes tenant compte de scénarios plus pessimistes :

- une fois qu'un scénario aura été retenu et validé par le comité de pilotage, l'analyse coût-bénéfice de scénario sera complétée par une analyse tenant compte d'une élévation du niveau marin pessimiste, celle du scénario SSP5-8.5 (+77 cm en 2100) ;
- l'analyse coût-bénéfice sera prolongée au-delà de 2100, jusqu'en 2122 (correspondant à la situation dans 100 ans). Selon les prévisions du GIEC, l'élévation du niveau marin sera de + **66 cm en 2122** (à la moyenne 1995-2015) selon le scénario intermédiaire SSP2-4.5.

3.3 TEMPORALITE DES ACTIONS A METTRE EN ŒUVRE ET HORIZONS TEMPORELS

Les horizons temporels sont les suivants :

- Mise en service du PAPI Littoral : 2030 (démarrage 2028 – 2 ans de travaux)
- 2050 (dans 25 ans = une génération)
- 2080 (dans 50 ans = durée de vie conventionnelle des ouvrages en façade maritime et échéance administrative pour la rentabilité des ouvrages)
- 2130 (dans 100 ans = durée de vie conventionnelle des ouvrages de submersion en recul du trait de côte hors du fuseau 0/100)

Trois temporalités sont considérées pour les actions à mettre en œuvre :

- Court terme : 2030
- Moyen terme : 2050
- Long terme : 2100 (environ moyenne entre 2080 et 2130)

3.4 OBJECTIFS DE PROTECTION POUR LES SCENARIOS « ACTION »

Certaines des réponses possibles (détaillées au 4) prévoient la création de nouveaux ouvrages ou le renforcement d'ouvrages existants.

Pour ces scénarios d'actions, l'objectif de protection des centres urbains et autres zones urbanisées (CU et AZU) selon le zonage du PLU est la tempête centennale à l'horizon 2100 (hormis pour les scénarios 14, 15 et 16 pour lesquels l'objectif de protection est présenté sur les cartes) .

Cette définition n'implique pas que l'ensemble des ouvrages prévus pour atteindre cet objectif soit prévu dans le PAPI. On peut imaginer une première série de travaux pour atteindre cet objectif jusqu'en 2050. Et une seconde tranche de travaux après 2050.

4 DEFINITION DES REPONSES POSSIBLES

L'objectif est de proposer un panel exhaustif de réponses possibles pour faire face aux problématiques de submersion marine et d'érosion côtière mises en évidence dans le diagnostic. **A ce stade, il n'est pas priorisé ou privilégié une réponse par rapport à une autre.**

4.1 REPONSES POSSIBLES VIS-A-VIS DE L'ÉROSION DU TRAIT DE CÔTE

Une convention entre les quatre communes littorales (Le Grau-du-Roi, les Saintes-Maries-de-la-Mer, Arles et Port-Saint-Louis-du-Rhône) et le Symadrem a été signée en novembre 2023. Les communes ont donné mandat au Symadrem pour l'établissement des cartes locales d'exposition de leur territoire qui délimitent les zones exposées au recul du trait de côte à l'horizon de trente ans (zone 0-30), et à un horizon compris entre trente et cent ans (zone 30-100). Le démarrage du travail a démarré en janvier 2024. Dans ce cadre, six scénarios d'érosion ont été défini (de E1 à E6). Ils sont présentés ci-dessous. Les cartes relatives à chacun des scénarios d'érosion sont présentées en annexe.

Les réponses possibles s'articulent autour de cinq grand choix :

- Choix « fixiste » qui consisterait à vouloir maintenir le trait de côte tel qu'il est actuellement. Il consisterait à remettre en état les épis et les brises lames publics et privé (CSME) construits dans les années 70/80 et à implanter des solutions fondées sur la nature sur les secteurs en érosion où aucune protection en dur n'existe. **C'est le scénario E1.**
- Choix « retour à une Camargue originelle ». Le territoire considère que la protection du trait de côte n'est pas possible sur le long terme et commence à organiser le repli. Il s'agit du retour à une Camargue d'avant le XIX^{ème} siècle. Ce choix nécessiterait le démantèlement des ouvrages de protection. **C'est le scénario E6.**
- Choix « continuité de gestion actuelle et laisser faire » qui consiste à poursuivre la gestion actuelle des ouvrages de protection du trait de côte du SYMADREM et de la CSME et à ne pas entretenir les épis communaux et ex-épis de la CSME. **C'est le scénario E3.**
- Choix « continuité de gestion actuelle et adaptation au changement climatique au droit des zones à enjeux ». C'est le même scénario que précédemment mais on anticipe au droit ou aux abords des zones à enjeux. Les solutions fondées sur la nature, sont mises en place quand elles sont possibles. Deux choix sont possibles sur ces épis non entretenus : le laisser faire ; **c'est le scénario E2** ou le démantèlement des épis avec un objectif de recyclage des matériaux sur les ouvrages à construire, **c'est le scénario E4.**
- Choix « continuité de gestion actuelle et adaptation au changement climatique au droit des zones à enjeux non déplaçables et retour à un littoral originel au droit des zones à enjeux déplaçables ou sans enjeux ». C'est le même scénario que précédemment mais au droit des enjeux jugés déplaçables (ouvrage CSME), on anticipe le recul et on démantèle les ouvrages. **C'est le scénario E5.**

Les tableaux suivants listent l'ensemble des types de réponses proposées vis-à-vis de l'érosion, par blocs géographiques. La carte des blocs géographiques est présentée en annexe.

Tableau 5 : Réponses possibles pour l'aléa érosion – RIVE DROITE

RIVE DROITE		REPNSES POSSIBLES POUR L'ALEA EROSION					
		Renforcement, Rehausse des ouvrages en place et/ou création de nouveaux ouvrages	Démantèlement des ouvrages en enrochements: Camargue originelle	Continuité de gestion actuelle pour les ouvrages entretenus	Stratégie du "Laisser faire"	Solution Fondée sur la Nature	
BLOC A	Bloc A-1	Passé des Abimes					
		Boucanet	Remise en état des épis	Démantèlement des épis	Maintien des épis existants (enrochements illégal du Boucanet : stratégie du "laisser faire")	Stratégie "laisser faire" sur les épis	
		Plage Rive Droite					
		Chenal maritime					
	Bloc A-2	Promenade		Démantèlement des épis et des brise-lames	Maintien des épis et brise-lames existants		
		Port Camargue					
BLOC B	Espiguette	Création d'un nouvel épi au droit du phare	Prolongement de la digue d'arrêt de l'Espiguette				
BLOC C	Baronnets	Confortement des épis existants	Démantèlement des épis		Stratégie "laisser faire" sur les épis		
	Capelude						
BLOC D	CSME	Confortement des épis existants	Démantèlement des épis et de la digue frontale	Maintien des épis existants			
BLOC E	Grand Radeau	Confortement des épis existants	Démantèlement des épis et de la digue frontale		Stratégie "laisser faire" sur les épis	SFN en front de mer au Grand Radeau en accompagnement de la manade Raynaud.	
BLO C F	Digue Petit Rhône Rive droite						

Tableau 6 : Réponses possibles pour l'aléa érosion – CAMARGUE INSULAIRE

CAMARGUE INSULAIRE		REPNSES POSSIBLES POUR L'ALEA EROSION				
		Confortement des ouvrages existants et création de nouveaux ouvrages	Démantèlement des ouvrages en enrochements : Camargue originelle	Continuité de gestion actuelle pour les ouvrages entretenus	Stratégie du "Laisser faire"	Solution Fondée sur la Nature
BLO C G	Digue Petit Rhône RG					
BLOCH1	Clos du Rhône	Confortement des ouvrages existants (épis, brise-lames et digue à la mer), rehausse des points bas (AVP EGIS)	Démantèlement	Maintien des ouvrages existants (épis, brise-lames, digue à la mer)	Stratégie "laisser faire"	
BLOCH2	Zone portuaire	Confortement des ouvrages existants (épis, brise-lames et digue à la mer), rehausse des points bas (yc promenade de Port Gardian), création d'un tenon sur l'épi est de Port Gardian (AVP EGIS)	Démantèlement	Maintien des ouvrages existants (épis, brise-lames, digue à la mer)	Stratégie "laisser faire (épis, brise-lames, digue à la mer)	
BLOCH3	Centre urbain des Saintes Maries	Confortement des ouvrages existants (épis, brise-lames et digue à la mer), rehausse des points bas (AVP EGIS)	Démantèlement	Maintien des ouvrages existants (épis, brise-lames, digue à la mer)	Stratégie "laisser faire (épis, brise-lames, digue à la mer)	
BLOCI	Plage Est	Confortement /rehausse de la digue à la mer à la plage Est, 4 épis supplémentaires et rechargement localisé	Démantèlement des enrochements de la DAM	Maintien des ouvrages existants (digue frontale avec parement en enrochements)	Stratégie du "Laisser faire" sur les enrochements de la digue à la mer frontale avec parement en enrochements	
BLOCL	Digue de Véran	Confortement et rehausse de la digue de Véran	Démantèlement de la digue de Véran		Stratégie "laisser faire" sur la digue de Véran	
BLOCM	Entre le Vieux Rhône et le Grand Rhône (CSME)	Confortement des épis et des brise-lames.	Démantèlement des digues frontales, épis et brise-lames	Maintien des ouvrages existants (digue à la mer frontale, épis et brise-lames)	Stratégie du "Laisser faire" sur les épis et les brise-lames	
BLOCN	Digue Grand Rhône RD					

Tableau 7 : Réponses possibles pour l'aléa érosion – RIVE GAUCHE

RIVE GAUCHE		REPNSES POSSIBLES POUR L'ALEA EROSION			
		Confortement des ouvrages existants	Démantèlement des ouvrages en enrochements: Camargue originelle	Stratégie du "Laisser faire"	Solution Fondée sur la Nature
BLOC O	Digues du Grand Rhône rive gauche				
BLOC P	Plage Napoléon				
BLOC Q	They de la Gracieuse				SFN mise en œuvre par le GPMM
BLOC R	Anse de Carteau	Confortement des épis de la plage Olga	Démantèlement épi de la plage Olga	Stratégie "laisser faire" sur les épis	

4.2 REPONSES POSSIBLES VIS-A-VIS DE LA SUBMERSION MARINE

a. Les différents types de réponses possibles

Les réponses possibles pour la submersion s'articulent autour des choix et des outils suivants en lien avec les réponses possibles sur l'érosion du trait de côte :

- Inaction (pas de nouveaux ouvrages de lutte contre la submersion, on poursuit la gestion de l'existant) ;
- Réduction de la vulnérabilité des bâtiments (équipement de batardeaux et autres éléments de réduction de la vulnérabilité...)
- Nouvel ouvrage : digue de protection rapprochée ;
- Nouvel ouvrage : digue de protection générale déconnectée du trait de côte en 2124 à l'exception des zones urbanisées (CU + AZU) et des enjeux non déplaçables ;
- Dignes de protection historiques maintenues et renforcées/rehaussées ;
- Renforcement et/ou rehausse de la protection dunaire existante ou création de nouveaux cordons dunaires (gestion souple) ;
- Stratégie du « laisser faire » : les ouvrages existants de protection contre la submersion marine sont laissés en place mais ne sont plus entretenus ;
- Démantèlement : les ouvrages existants de protection contre la submersion marine sont démantelés ;
- Solutions fondées sur la nature ;
- Délocalisation globale des zones urbanisées (CU+AZU*) fréquemment inondées en 2100 ;
- Délocalisation partielle des zones urbanisées (CU+AZU*) dans le fuseau 0/100 du trait de côte ;
- Confortement ou création de digues privées par des acteurs privés ;

*CU : centre urbain

*AZU : autres zones urbanisées

Les tableaux suivants listent l'ensemble des types de réponses proposées vis-à-vis de la submersion marine, par blocs géographiques.

b. Tableaux de réponses possibles par secteur géographique

Le tableau des réponses possibles, par secteur géographique, est présenté page suivante.

Tableau 8 : Réponses possibles pour l'aléa submersion – RIVE DROITE, CAMARGUE INSULAIRE et RIVE GAUCHE

RIVE GAUCHE		REPNSES POSSIBLES POUR L'ALEA SUBMERSION			
		Renforcement, Rehausse de la protection en place	Réduction de la vulnérabilité	Digue de protection rapprochée des enjeux	Délocalisation totale
BLOCO	Digues du Grand Rhône rive gauche	Projet de confortement des digues du Grand Rhône aval (CPIER 2022-2027) : du canal du Rhône à Fos jusqu'à l'écluse de PSL			Délocalisation de Port-Saint-Louis-du-Rhône
BLOCP	Plage Napoléon		Réduction de la vulnérabilité pour les bâtiments de Port Saint Louis du Rhône.	Digue de protection rapprochée au plus près des enjeux et portes anti tempête	
BLOCQ	They de la Gracieuse		Alternative : réduction de la vulnérabilité limité au quartier du Mazet.	(Tracé adaptable pour être au plus proche des enjeux touchés en fonction de l'objectif de protection visé)	
BLOCR	Anse de Carteau				

4.1 DETAILS DES REPONSES POSSIBLES (EROSION ET SUBMERSION)

L'ensemble des réponses possibles proposées au 4.1 et 4.2 sont présentées plus en détail dans les paragraphes ci-dessous.

a. Réponses possibles communes aux trois zones protégées

➤ Stratégie du « laisser faire »

Cette stratégie consiste à laisser les ouvrages existants se dégrader au fur et à mesure des années, sans mener de travaux d'entretien ou de réparation. Cela revient à accepter à terme la présence de brèches sur ceux-ci.

Cette stratégie est déjà appliquée sur certains ouvrages du littoral (Capelude, Grand Radeau, Digue de Véran).

➤ Continuité de gestion pour les ouvrages entretenus

Cette stratégie consiste à continuer à entretenir les ouvrages déjà entretenus (ouvrages au niveau de la zone urbanisée du Grau du Roi, ouvrages de la CSME, ouvrage au niveau du centre des Saintes Maries de la Mer). Les ouvrages sont donc maintenus dans leur état actuel. Ils sont par exemple réparés à l'identique après un événement de tempête.

➤ Démantèlement

Cette stratégie consiste à venir démanteler, c'est-à-dire détruire les ouvrages existants. Le littoral retrouve son état naturel « originel ». Les enrochements sont évacués.

➤ Réduction de la vulnérabilité

Cette stratégie consiste à mettre en œuvre, à l'échelle de l'habitation, des mesures de réduction de la vulnérabilité. Les mesures types sont la création d'un espace refuge, l'arrimage des objets flottants, la rehausse des installations électriques, l'installation d'un clapet anti-retour, la mise en place de batardeaux, le balisage des piscines, l'installation d'une pompe vide-cave, le colmatage des fissures...



Figure 11 : mesures de réduction de la vulnérabilité (Source : EPTB Gardons)

La mise en œuvre des mesures de réduction de la vulnérabilité fait suite à la réalisation d'un diagnostic de l'habitation. La mise en œuvre des mesures est à l'initiative du propriétaire. Les travaux peuvent être financés, sous certaines conditions, jusqu'à 80%. Les bâtiments de petites entreprises et bâtiments publics peuvent également en être bénéficiaire.

Cette mesure peut être mise en œuvre à l'échelle d'un quartier en fonction des enjeux impactés (par exemple : quartier du Mazet à Port-Saint-Louis-du-Rhône).

- Délocalisation totale du Grau du Roi, de Aigues Mortes, des Saintes Maries de la Mer, de Salin-de-Giraud et de Port-Saint-Louis-du-Rhône

Cette réponse consiste à entièrement délocaliser ces communes et hameaux.

- Portes anti-tempêtes

Il s'agit d'installer des portes anti-tempêtes à l'image de ce qui est réalisé dans d'autres pays européens, au niveau des entrées de chenaux ou des ports, mais en l'adaptant au contexte Camarguais. L'objectif est, en cas de tempête, d'empêcher les surcotes à l'intérieur des terres qui pourraient engendrer des débordements des canaux.

Les portes anti-tempêtes sont fermées en cas de tempête, et réouvertes post-tempête. Leur mise en œuvre nécessite une coordination hydraulique (fermer la source d'alimentation du canal quand la porte anti-tempête est fermée).

Les secteurs concernés sont :

- Passe des Abimes
- Chenal de navigation du Grau-du-Roi
- Entrées de Port Camargue

- Canal Saint Louis

L'installation de portes anti-tempête sur le Rhône et le petit Rhône n'est pas envisagée, vu l'importance des débits en période de crues et la non possibilité de stockage des eaux dans le lit endigué du fleuve (le Rhône coupé uniquement 1 heure pendant une crue de 5500 m³/s entraînerait un exhaussement moyen de 1 mètre d'eau)

- Confortement d'ouvrages existants

Le confortement d'un ouvrage existant consiste à venir faire des travaux lui conférant une meilleure résistance face à l'aléa érosion et/ou l'aléa submersion marine. Il peut s'accompagner d'une rehausse du calage altimétrique de l'ouvrage. Il peut également s'agir d'une remise en état initial si l'ouvrage est partiellement détruit.

- Travaux sur les digues fluviales du Petit Rhône et du Grand Rhône

- Dignes du Petit-Rhône aval:

La réponse possible en rive droite du Petit Rhône consiste à prolonger la digue existante depuis Pin Fourcat jusqu'à l'embouchure **pour éviter les submersions marines par contournement**. Ce projet ne fait pas partie du programme de sécurisation des digues fluviales. Le tracé de cette digue n'a pas été défini avec précision.

La réponse possible en rive gauche du Petit Rhône consiste à conforter la digue depuis le mas d'Icard jusqu'à l'embouchure pour éviter les submersions marines par contournement. Ce projet fait partie du programme de sécurisation des digues fluviales, il s'agit du lot 6 aval du Petit Rhône.

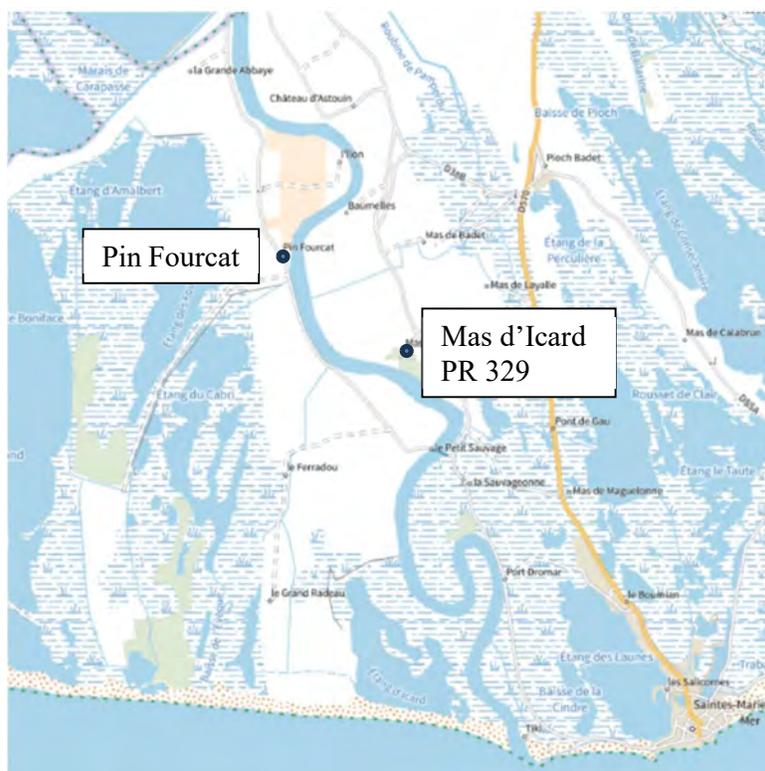


Figure 12 : secteur de l'embouchure du Petit Rhône

Le linéaire de digue à conforter sera adapté en fonction de la submersion marine pour différents niveaux de tempêtes.

Ci-dessous sont représentés les lignes d'eau dans le Petit Rhône pour différentes submersion marine.

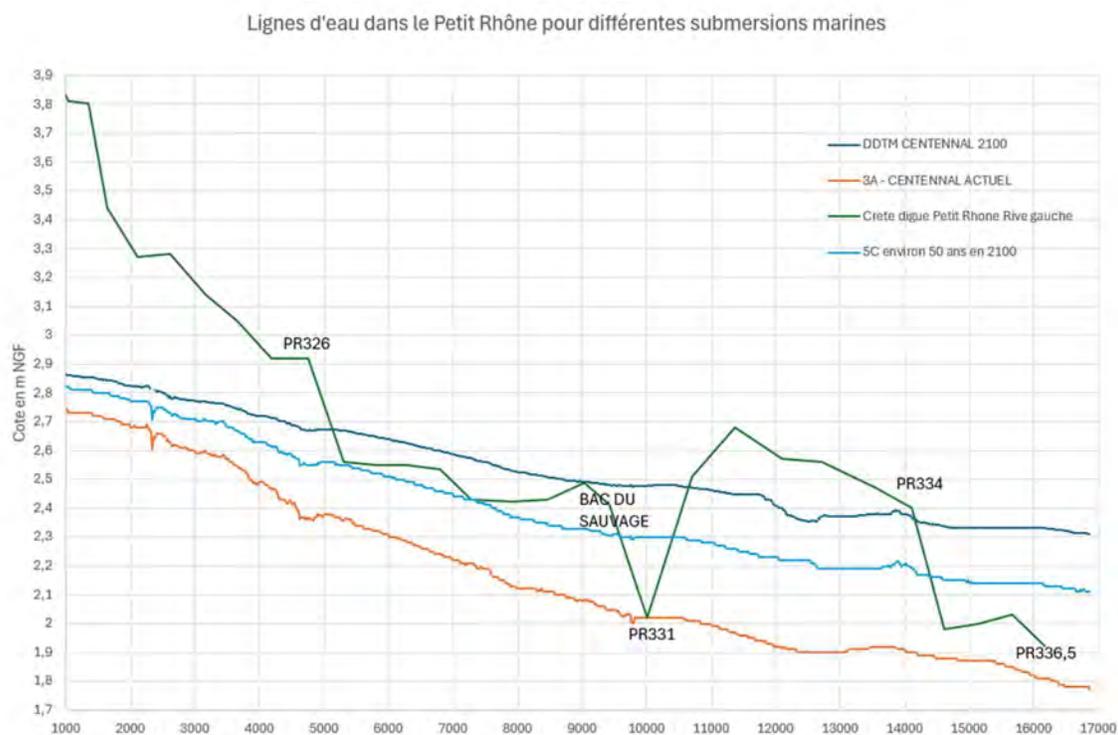


Figure 13 : Lignes d'eau dans le Petit Rhône pour différentes submersion marine

Pour les tempêtes supérieures à la tempête cinquantennale en 2100, à partir du PR 326,5, les lignes d'eau sont plus hautes ou proches de la crête de la digue actuelle (pour un débit dans le Rhône de 6000 m³/s).

Le plan ci-dessous repère les PR le long du Petit Rhône :

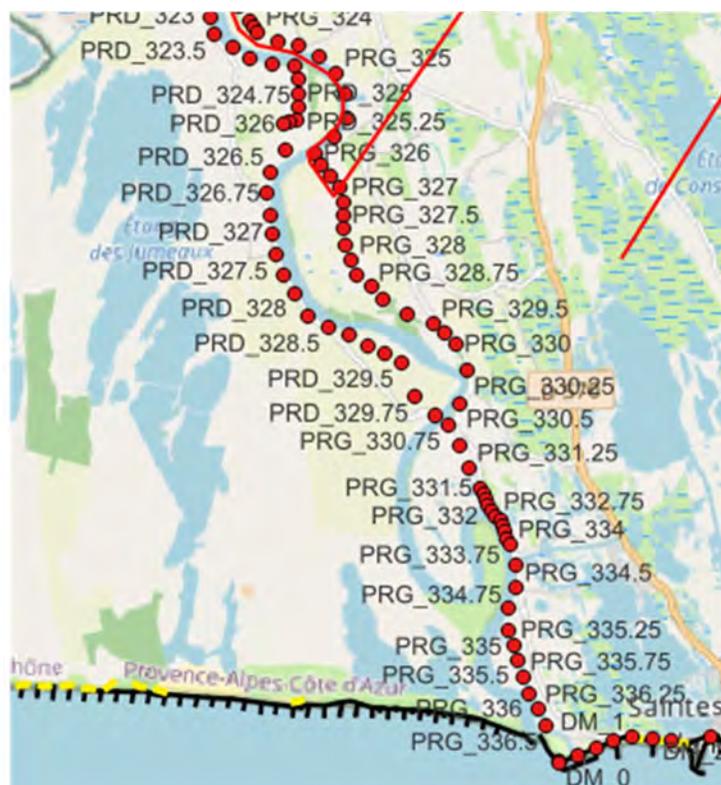


Figure 14 : Localisation des PR sur le Petit Rhône

- Dignes du Grand-Rhône aval :

Ce projet est inclus dans le programme de sécurisation des digues fluviales et il est inscrit au CPIER 2021-2027. Les études PRO sont en cours et le dossier d'autorisation environnementale est en instruction. Il s'agit d'un projet de protection contre les crues du Rhône. De par sa localisation, il participe également à la protection contre la submersion marine.

En rive droite, le projet s'étend du lieu-dit « La Louisiane » jusqu'à l'entrée du Domaine de la Palissade. En rive gauche, le projet s'étend du canal du Rhône à Fos jusqu'au centre-ville de Port-Saint-Louis-du-Rhône.

La limite aval du projet est située à environ 6 km de l'embouchure.

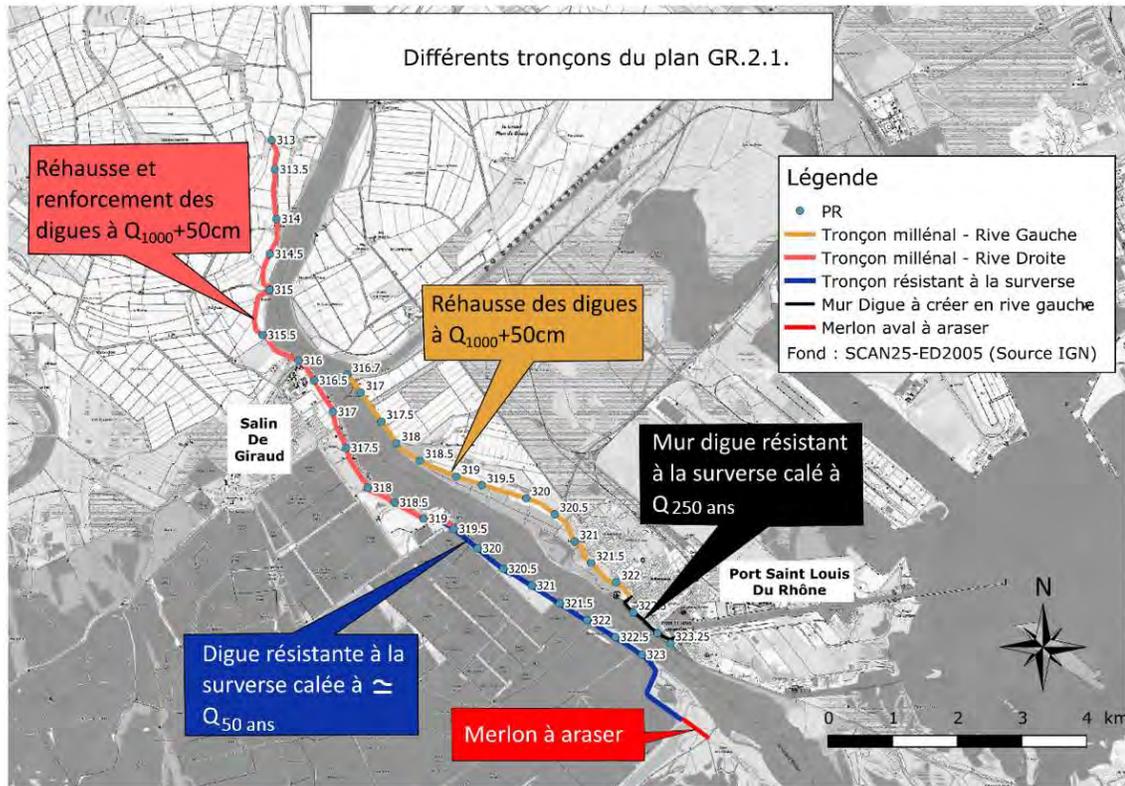


Figure 15 : projet de confortement des digues du Grand Rhône aval

➤ Construction et/ou rehausse des digues privées des Salins du Midi :

Dans les aménagements où il n'est pas prévu la construction de digues « publiques » en front de mer, il est prévu la possibilité que des acteurs privés réalisent leurs propres ouvrages de protection (sous l'accord de l'autorisation administrative des ouvrages en question).

Cette mesure concerne en particulier les deux sites des Salins du Midi, à Aigues Mortes et Salin-de-Giraud. En fonction des scénarios, il est envisagé deux cas :

- Les digues privées actuelles sont confortées (y compris en front de mer)
- Ne sont rehaussées ou confortées que les digues en dehors du fuseau d'érosion à horizon 100 ans. Des nouvelles digues peuvent également être construites en dehors de ce fuseau.

Sur le site des Salins du Midi, cette rehausse de digue privée peut concerner la digue à la mer selon son tracé actuel.

On peut considérer en première approche que cette zone correspond à celle définie dans l'étude « Une approche scientifique pour une connaissance des risques littoraux en Camargue » du CEREGE (2017), hypothèse maximale. Elle est illustrée sur la figure ci-dessous :

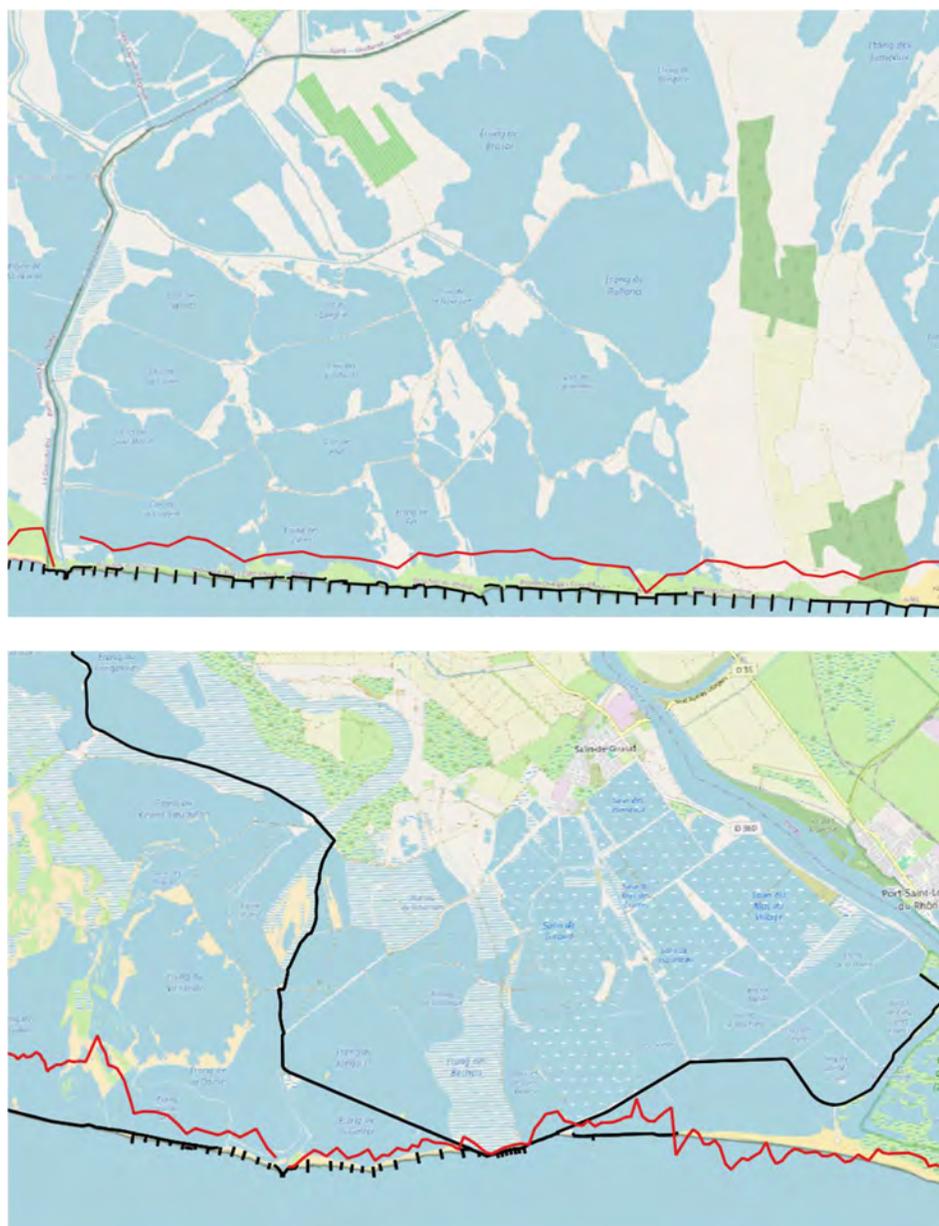


Figure 16 : projection du trait de côte à horizon 2100 (en rouge) sur les deux sites des Salins-du-Midi (en haut : Aigues Mortes / en bas : Salin-de-Giraud)– source : CEREGE

➤ Gisements identifiés pour les aménagements nécessitant du sable :

Plusieurs aménagements présentés dans les paragraphes suivants nécessite un apport de sable. 4 sources potentielles sont présentes sur le périmètre de l'étude :

- La flèche de l'Espiguette ;
- La pointe de Beauduc ;
- L'embouchure du Grand Rhône (dans des volumes moindres) ;
- La flèche de la Gracieuse.

Des contraintes environnementales fortes sont présentes sur l'ensemble des gisements identifiés.

La problématique de la flèche de la Gracieuse est prise en compte par le Grand Port Maritime de Marseille. Un vaste programme d'études est lancé dont l'objectif est de trouver une solution de pérennisation de la flèche, à la fois sur le secteur où elle s'érode et sur celui où elle s'engraisse.

Le gisement de l'embouchure du Grand Rhône est peu accessible, de même que celui de Beauduc, situé à proximité immédiate de la Réserve de Camargue.

Le site le plus accessible semble être celui de l'Espiguette, même si en fonction de la localisation des aménagements projetés, ce gisement ne sera pas forcément pertinent. Par ailleurs, un problème d'usage (accès au port) est présent du fait de la forte accumulation de sable autour de la flèche de l'Espiguette.

Ce site est déjà identifié comme le gisement unique pour toutes les opérations de rechargement à venir du littoral de la Région Occitanie. D'après le plan de gestion des sédiments de la région Occitanie [L005], les besoins sont de 11,3 Mm³ réparti par priorité 1 (0,8 Mm³), priorité 2 (4,2 Mm³) et rechargements d'opportunité (6,4 Mm³).

Concernant la communauté de communes de Terre de Camargue, les besoins sont estimés à 494 000 m³ en priorité 2 (pas de besoin en priorité 1) et 697 000 m³ en rechargement d'opportunités.

Le gisement disponible à l'Espiguette est estimé à 5 Mm³ dont 2 à 3 Mm³ à proximité de la flèche. L'accumulation annuelle est importante (environ 0,2 Mm³/an).

Sur la question de l'accumulation annuelle, la tâche 3 « quantification des fonds de l'avant côte du Rhône » de l'étude du CEREGE [L001] indique : « Toutes les flèches [...] montrent une diminution de leurs gains annuels. La flèche de l'Espiguette gagnait environ 750 000 puis 300 000 m³/an respectivement en début (1870) et fin de période – 2013 - (diminution d'un facteur 2,6), [...]. Ces tendances sont paradoxales car les plages situées en amont dérive qui fournissent en sédiments les flèches montrent elles aussi une augmentation de leur érosion. En d'autres termes, on devrait s'attendre à une augmentation de la sédimentation des flèches mais le processus contraire est observé. Ces résultats dévoilent le rôle majeur des pertes sédimentaires vers le large ainsi que la diminution des apports sédimentaires par le fleuve. En effet, ces derniers ne contribuent plus à la fourniture en sables au littoral, lesquels étaient, en début de période, charriés par la dérive littorale pour participer à l'alimentation des flèches ».

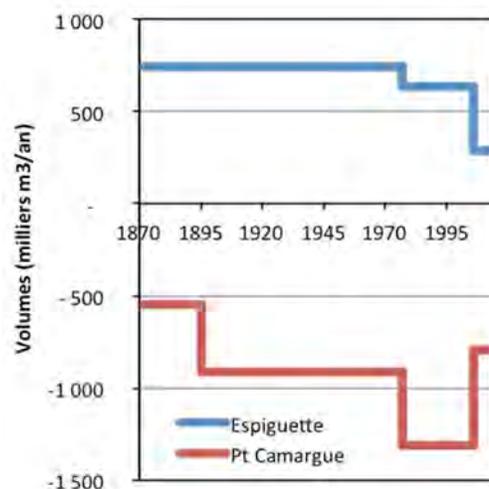


Figure 17 : bilans sédimentaires de l’Espiguette et de la Petite Camargue (source [L001])

L’ « étude pour la gestion des sédiments du littoral d’Occitanie cas particulier du secteur du grau-du-roi et de la flèche de l’Espiguette » [L005]- CASAGEC / DREAL Occitanie/Région - a analysé plusieurs scénarios de gestion de la flèche de l’Espiguette :

« Parmi les scénarios proposés, les scénarios 1 à 3 reposent sur des prélèvements de sédiment et le scénario 4 s’appuie sur la construction d’un ouvrage en dur :

- Scénario 1 : Dragage intégral de la flèche (volume équivalent à 2,5 Mm3) ;
- Scénario 2 : Dragage partiel de la flèche sur son flanc Ouest (volume équivalent à 1,4 Mm3) ;
- Scénario 3 : Prélèvement d’avant côte au Sud de la digue (volume équivalent à 2,5 Mm3) ;
- Scénario 4 : Prolongement de la digue d’arrêt des sables (allongement d’environ 200 ml) ».

Ces scénarios sont représentés sur la figure suivante :

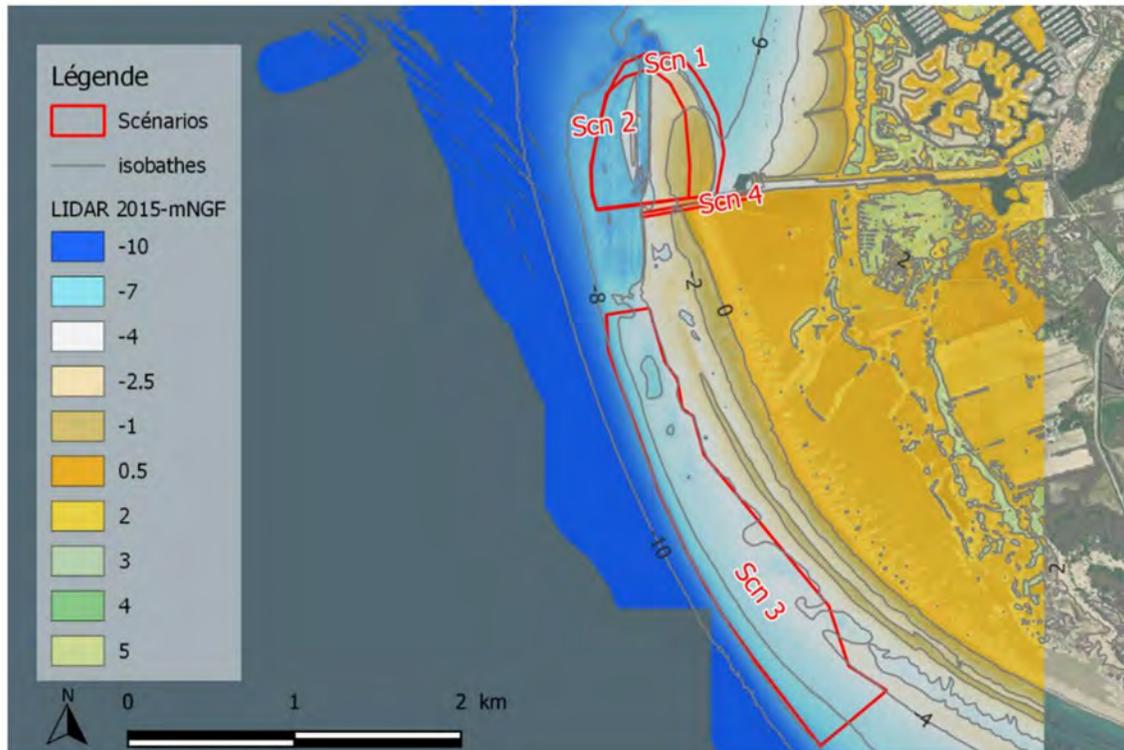


Figure 18 : scénarios de gestion de la flèche de l'Espiguette (source [L005])

L'analyse suivante est extraite du rapport [L005] : « La comparaison des scénarios synthétisée met en évidence les points suivants :

- Scénario 1 : le dragage du sable en application de ce scénario permettrait d'une part de freiner temporairement la problématique d'ensablement de la baie jusqu'à la création d'une nouvelle flèche sableuse. D'autre part le volume dragué pourrait répondre aux besoins en sédiments des plages identifiées en zone de rechargement prioritaires 1 et 2 dans le Plan de Gestion des Sédiments jusqu'à la commune de Sète. En revanche, une destruction de l'habitat de l'hippocampe (espèce protégée) rendrait ce scénario difficilement envisageable ;
- Scénario 2 : ce scénario permettrait de draguer du sable pour correspondre à une partie des volumes de besoin en sédiments des plages identifiées en zone de rechargement prioritaires 1 et 2 dans le Plan de Gestion des Sédiments jusqu'à la commune de Sète. Sur le plan hydrosédimentaire il permettrait de limiter sensiblement la problématique d'ensablement de la baie, tout de même dans une moindre mesure que le scénario 1. Par rapport à ce dernier, il n'y aurait pas de destruction d'habitat d'espèces protégées ;
- Scénario 3 : ce scénario permettrait de draguer une quantité relativement importante de sable sans impacter l'habitat de l'hippocampe au niveau de la flèche. Sur le plan hydrosédimentaire les dragages auraient pour effet d'augmenter de manière peu significative la hauteur de et de diminuer sensiblement les courants le long de la plage de l'Espiguette et de la flèche. La zone de dragage serait cependant située en zone Natura 2000 ;

- Scénario 4 : la mise en œuvre de ce scénario aurait pour effet de dévier le courant et de créer une zone calme en aval de l'ouvrage. Le fond de baie serait mieux protégé des houles. En revanche, il aurait pour conséquences de décaler le problème actuel d'ensablement de la flèche et d'engraissement de la plage de l'Espiguette.
- Inaction : le scénario d'inaction ne peut pas être étudié en détail (cartographie, modélisation) en raison des difficultés de prévisions de l'évolution de la flèche sableuse. Dans le cas d'un fonctionnement similaire de la dynamique littorale, une projection de l'accumulation d'environ 200 000m³ /an peut être envisagée. En 10 ans la zone aurait ainsi accumulé 2 millions de mètre cubes supplémentaires. Cette accumulation engendrerait probablement un développement important du lobe dans le prolongement de la flèche actuelle et un ensablement de la baie. Cette situation aurait pour conséquence une aggravation des problématiques d'ensablement du port de Port Camargue et de ses accès et pourrait également perturber l'écoulement hydraulique au niveau du grau.

Au regard des différentes caractéristiques techniques, hydrosédimentaires et réglementaires, il semblerait que la mise en œuvre du scénario 2 soit à privilégier. Ce dernier pourrait être éventuellement combiné avec le scénario 3 afin d'augmenter si nécessaire les volumes dragués en cohérence avec les volumes de besoin identifiés dans le Plan de Gestion des Sédiments ».

L'Espiguette constitue donc une réserve massive de sable à l'heure actuelle. Son utilisation, pour des opérations de lutte contre la submersion marine et/ou l'érosion côtière sur les littoraux camarguais et occitan, permettrait de limiter les problèmes d'usage rencontrés actuellement. Toutefois, il convient d'être prudent sur les aspects suivants :

- Ce sable accumulé au-delà de la digue d'arrêt pose des problèmes d'usage mais participe à la protection contre la submersion marine du Grau-du-Roi ;
- Les enjeux environnementaux, en particulier entre la flèche et l'accès au port sont importants. Le gisement de l'Espiguette se situe pour partie au sein de la Zone Spéciale de Conservation N2000 « FR9102014-Bancs sableux de l'Espiguette ». Une colonie d'hippocampe y est installée ;
- L'apport de sable tend à diminuer sur le long terme ;
- Les besoins de la cellule hydrosédimentaire Camarguaise (dont provient le sable de la flèche de l'Espiguette) doivent être pris en compte dans l'analyse des volumes. Il s'agira notamment de vérifier la compatibilité des volumes nécessaires pour la mise en œuvre de la stratégie littorale de Camargue d'une part, et des rechargements sur le littoral occitan jusqu'à Sète d'autre part ; avec les volumes disponibles en fonction du scénario de dragage retenu.

b. Réponses possibles spécifiques à la rive droite

➤ Projet « Boucanet »

Le SIVOM de la Baie de Aigues Mortes a mené en 2018 une étude de définition d'une stratégie pérenne de gestion de la bande côtière du Boucanet, afin de préserver les usagers, les biens, et l'attractivité de cette portion du littoral. Plusieurs options d'aménagements ont été proposées.

L'option choisie est celle de la recomposition spatiale et du rechargement massif en sable. Une étude au stade Avant-Projet a été menée pour cette option [L102]. Elle prévoit :

- Le démantèlement des enrochements de haut de plage au droit de l'hôtel Belambra et du camping Capfun ;
- Le démantèlement de la première ligne de bungalows du camping Capfun sur 450 m linéaire, correspondant à 30 unités ;
- La reconstruction d'un cordon dunaire sur 750 m linéaire (+3,5 m NGF sur 20 m de large et 40 m de large à la cote +2 m NGF), avec pose de ganivelles, renaturation et élargissement de la plage ;
- La réalisation de rechargements en sable :
 - 1^{er} rechargement massif : sable issu de la flèche de l'Espiguette de 100 000 m³ répartis à 40 000 m³ pour la création de la dune, et 60 000 m³ pour l'élargissement de la plage,
 - rechargements d'entretien, le volume de rechargement d'entretien est estimé à 15 000 m³ tous les trois ans. Un suivi régulier des zones de rechargement et de gisement devra être réalisé dans le but de réaliser les opérations en adéquation avec l'évolution de la plage.
- La réhabilitation des épis : diagnostic de l'état initial des épis et remise en état des ouvrages.



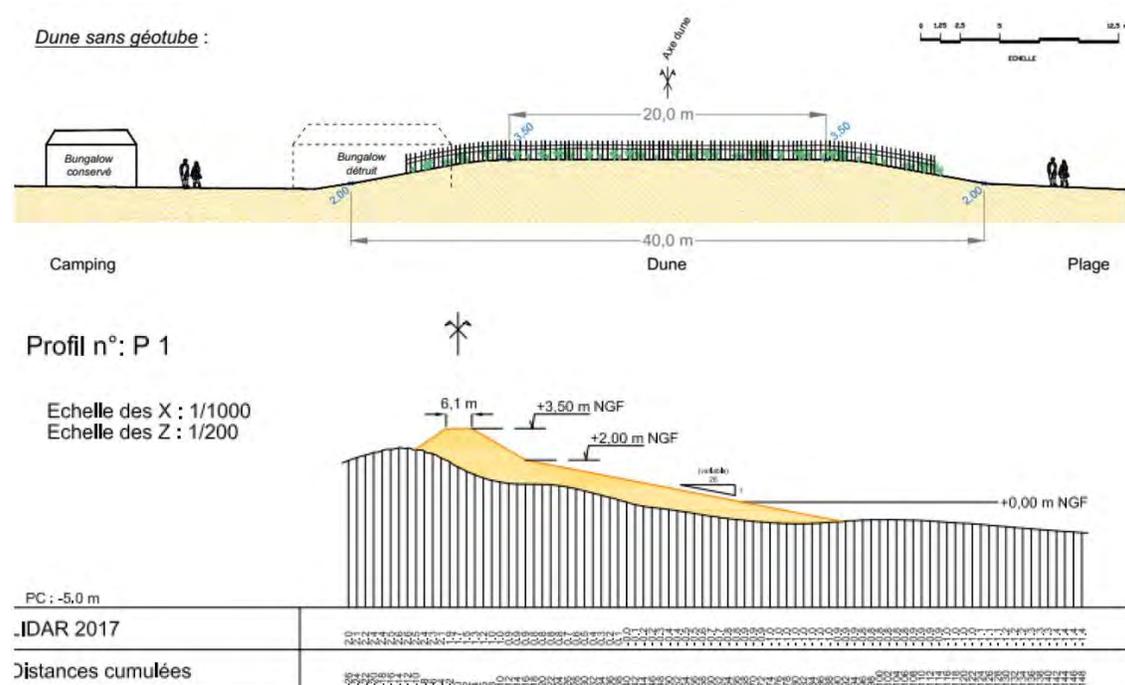


Figure 19 : vue en plan et coupes de l'aménagement prévu au Boucanet (source : étude [L102])

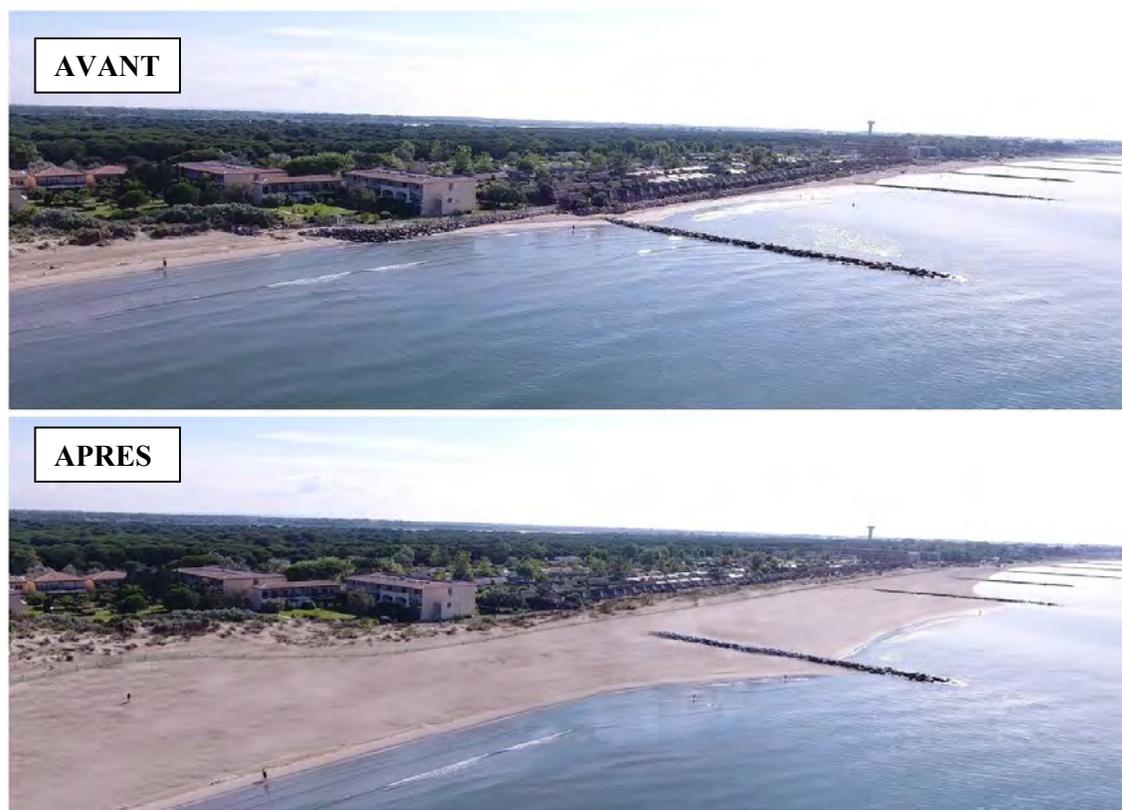


Figure 20 : Photomontage pour les travaux sur la plage du Boucanet (source : étude [L102])

Sur ce secteur, la projection du trait de cote disponible à ce jour est basé sur une étude de Sogreah pour le BRGM [L006] de 2011. Cette projection sera actualisée dans le cadre de l'étude en cours par le CEREGE pour le Symadrem.

Elle n'impacte que la zone des bungalows du camping Cap Fun, et un restaurant de plage situé plus à l'ouest. Il n'y a pas d'autres bâtis concernés sur le périmètre du Grau-du-Roi. Pour cette raison, les scénarios présentés au 4.2. intégrant le projet du Boucanet, correspondent à un scénario de délocalisation partielle, du même type que ceux présentés en Camargue insulaire.

➤ Renforcement dunaire au Grau du Roi, rehausse de la promenade

Cette hypothèse d'aménagement consiste à modifier le calage altimétrique des points bas identifiés lors de la phase de diagnostic. Il est proposé de supprimer quelques entrées de plage en reconstituant la dune, et de rehausser les autres entrées.

Devant les immeubles où des points bas ont été identifiés, il est proposé de créer des dunes, sur 2 fois 400 ml.

Il est également proposé une reprise du muret de promenade en rive gauche du chenal de navigation pour garantir une cote de protection supérieure.

Ces éléments de protection sont complétés par la mise en place de plusieurs portes anti-tempête : une porte au niveau de la passe des Abîmes, une porte au niveau du chenal de navigation du centre-ville, et une porte au niveau de chaque entrée de Port Camargue.

➤ Renforcement du cordon de second rang du Grau du Roi

a. Renforcement en place

Cette hypothèse d'aménagement consiste à s'assurer du bon dimensionnement et à la résistance du cordon de second rang, et à le conforter/rehausser si nécessaire. Ce cordon se raccorde à l'ouest sur le massif dunaire de l'Espiguette. Ce dernier, en bon état et situé dans la zone d'accrétion, fera l'objet d'une surveillance.

b. Renforcement en recul

Etant donné les projections de recul de trait de côte prévus en 2050 et 2100 (selon l'étude du CEREGE), il est proposé de modifier le tracé du cordon de second rang selon le tracé violet, pour s'affranchir de l'aléa érosion. Il se raccorde à l'ouest sur le massif dunaire de l'Espiguette. Ce dernier, en bon état et situé dans la zone d'accrétion, fera l'objet d'une surveillance.



Figure 21 : proposition de tracé en recul du cordon de second rang (en violet) – en vert : cordon de second rang actuel – en rouge : projection du rivage en 2100

➤ Confortement du canal de Peccais

Il est proposé pour cet aménagement s'appuyer sur le canal de Peccais et d'autres canaux existants en les renforçant de façon à obtenir un ouvrage de protection contre la submersion marine de second rang, reliant la digue du Petit Rhône rive gauche à Sylvéreal à la mer. Il aurait pour objectif de protéger les communes gardoises non littorales de la submersion marine (en particulier Aigues-Mortes) et le Grau-du-Roi d'une submersion par remous. La localisation de cet ouvrage est présentée sur la figure suivante :



Figure 22 : renforcement du canal de Peccais

- Prolongement de la digue d'arrêt de l'Espiguette ou création d'un nouvel épi au droit du phare de l'Espiguette

Les deux solutions proposées à l'étude consistent à prolonger la digue d'arrêt existante (sc E1 bis) ou à rajouter un nouvel épi au droit du phare (sc E1). L'objectif est double : ralentir l'érosion constatée dans le secteur des Baronnets, tout en limitant les apports sableux à l'entrée de Port Camargue. Les longueurs et caractéristiques de ces ouvrages sont à définir lors d'une phase ultérieure. L'aménagement pourrait être couplé à un rechargement en sable dans le secteur des Baronnets.

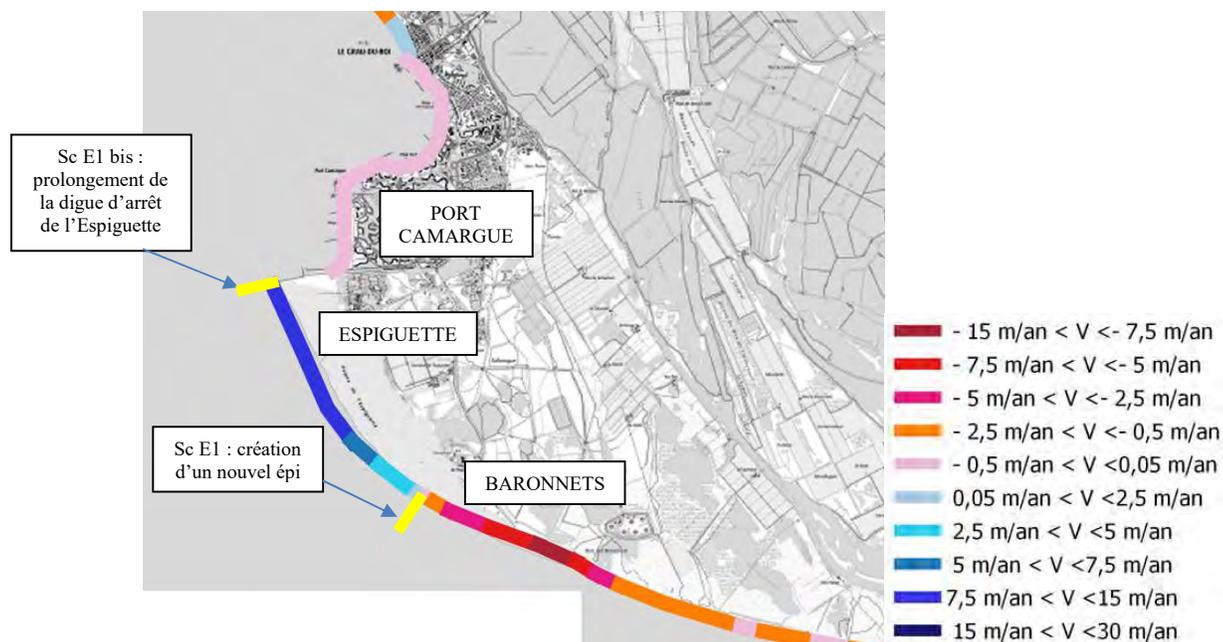


Figure 23 : Localisation des aménagements « prolongement de la digue d'arrêt de l'Espiguette » et « création d'un nouvel épi au droit du phare de l'Espiguette »

➤ Digue de protection rapprochée Aigues Mortes et Grau du Roi

Cette réponse consiste à construire deux nouvelles digues qui ceinturent les zones urbanisées du Grau-du-Roi et de Aigues-Mortes afin de protéger la d'une submersion marine.

Des ouvrages hydrauliques sont aménagés pour fermer les entrées par les canaux.

Au Grau-du-Roi, cette digue protège l'ensemble de la zone urbanisée, telle que définie au PLU. Elle s'appuie principalement sur des routes et digues existantes. Son tracé est présenté sur la figure ci-dessous :

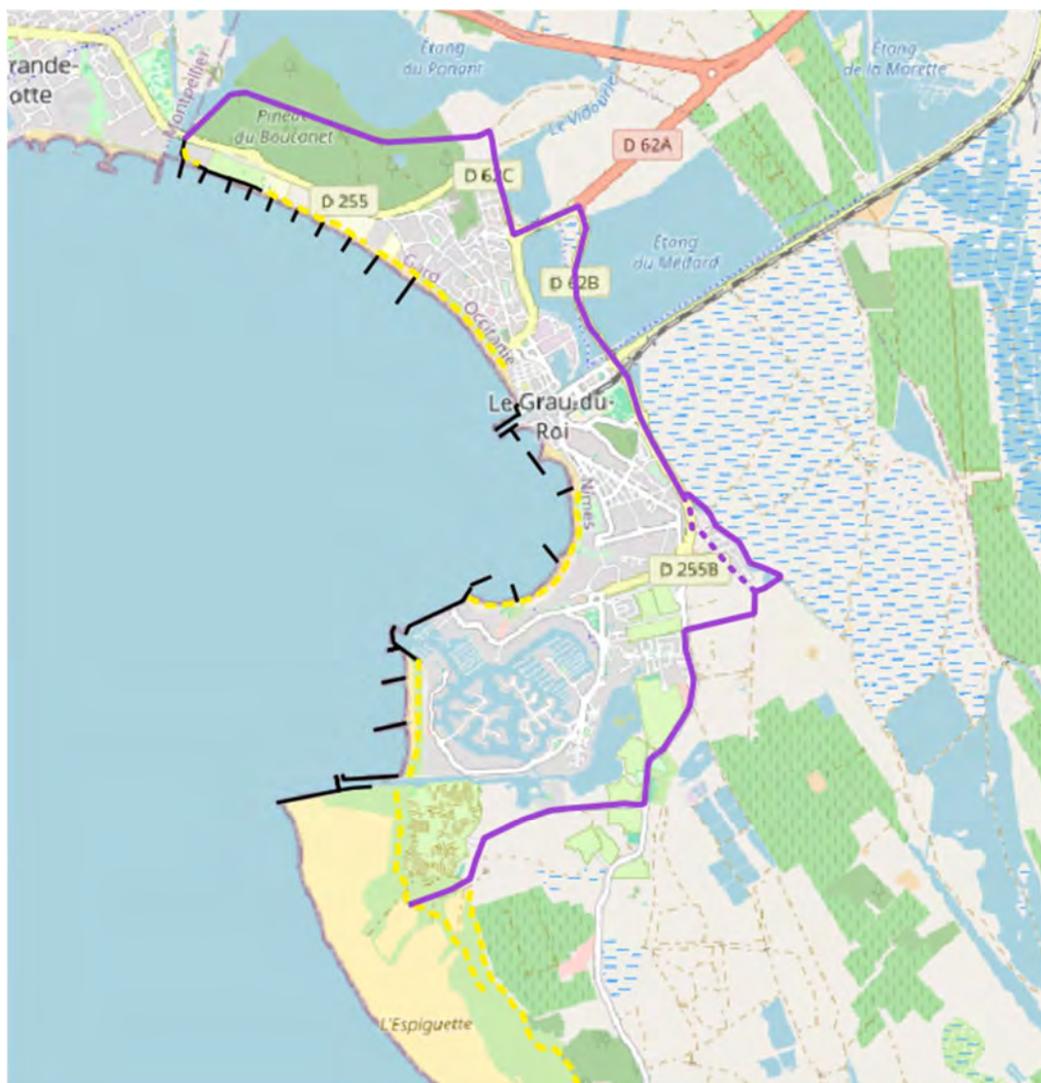


Figure 24 : dige de protection rapprochée autour du Grau-du-Roi

En violet : dige de protection rapprochée

En violet pointillé : tracé alternatif en cas d'impossibilité technique du tracé principal

En jaune : dunes existantes

A Aigues-Mortes, son tracé est présenté sur la figure ci-dessous :



Figure 25 : digue de protection rapprochée autour de Aigues-Mortes

Des mesures de réduction de la vulnérabilité seront proposées pour les bâtis situés le long de la RD979, situés en zone urbanisée au PLU, et non protégés par la digue de protection rapprochée.

- Solution fondée sur la nature en rive droite du Petit Rhône (portage Conservatoire du Littoral)

Le périmètre d'intervention du projet cible :

- La partie du site Brasinvert au niveau de l'étang d'Icard (448 ha), propriété du Conservatoire du littoral,
- Ainsi que la parcelle communale des Saintes-Maries-de-la-Mer qui jouxte le site côté ouest, qui comprend les zones dénommées Grand Radeau et Grande Rhée Longue, soumise au régime forestier.

Néanmoins, de manière à disposer des données scientifiques fiables, nécessaires à une compréhension globale des phénomènes d'érosion et de submersion marine, la réflexion porte sur un périmètre d'étude supra-périmètre d'intervention, à l'échelle de la cellule sédimentaire.

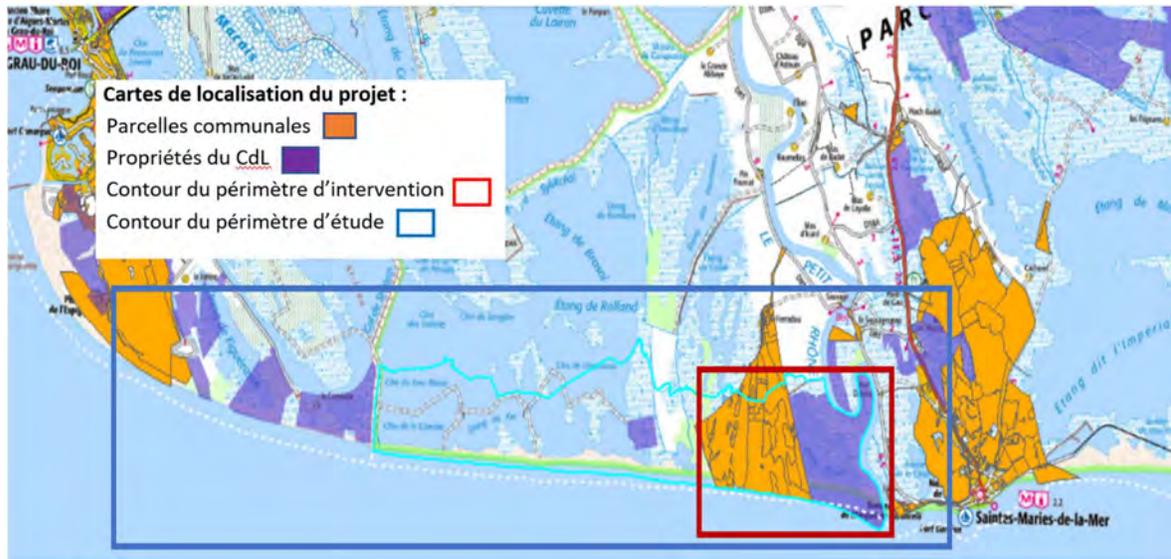


Figure 26 : périmètre de la Solution Fondée sur la Nature

Le projet poursuit un double objectif :

- Favoriser si nécessaire la résilience des milieux naturels du site face aux conséquences du changement climatique (érosion côtière, submersion marine et inondation du Petit Rhône) en mettant en œuvre des solutions fondées sur la nature, afin de préserver au mieux les enjeux de biodiversité et les enjeux agricoles et touristiques en présence.
- Observer les évolutions du site à moyen et long terme de manière à contribuer à l'amélioration des connaissances scientifiques relatives aux évolutions du trait de côté en Méditerranée

c. Réponses possibles spécifiques à la Camargue insulaire

➤ Ouvrages portuaires de Port-Gardian

L'épi ouest de Port Gardian a une double affectation :

- Affectation portuaire qui relève de la SEMIS (Société d'Economie Mixte des Saintes Maries de la Mer)
- Affectation de protection contre la submersion marine et l'érosion côtière qui relève du SYMADREM

Les différents arrêtés et conventions relatifs à ces affectations sont listés ci-dessous ;

- l'arrêté préfectoral du 5 juillet 1983 par lequel le Préfet des Bouches du Rhône a concédé le 5 juillet 1983 à la commune des Saintes Maries de la Mer, l'établissement et l'exploitation d'un port de plaisance et de son outillage ;
- la convention de sous-traitance d'établissement et d'exploitation en date du 1^{er} décembre 1983, approuvée par le Préfet Commissaire de la République le 22 décembre 1983, par laquelle la commune a confié la gestion de Port Gardian à la SEMIS, pour une durée de 40 ans, jusqu'au 31 décembre 2023 ;

- l'avenant n°1 du 23 juin 2022 à la délégation de service public relative à la gestion de Port Gardian, prolongeant la durée de la concession de 2 ans, jusqu'au 31 décembre 2025 ;
- la convention du 3 avril 2001 entre la commune des Saintes Maries de la Mer et le SYMADREM actant la mise à disposition au SYMADREM de la digue ouest de Port Gardian, qui en assure l'ensemble des droits et obligations du propriétaire, à l'exception du droit d'aliénation, et qui exerce directement la maîtrise d'ouvrage.

L'épi Est de Port Gardian n'a à ce jour qu'une affectation portuaire.

Les deux épis, est et ouest, ont été intégrés au système d'endiguement par le Symadrem dans la demande d'autorisation du système d'endiguement maritime, en cours d'instruction.

Dans trois des scénarios proposés, ces deux ouvrages sont traités comme des ouvrages portuaires, pour lesquels il est proposé de les conforter selon les standards actuels de ce type d'ouvrage.

- Confortement des ouvrages existants et création de nouveaux ouvrages au niveau de la zone urbanisée des Saintes-Maries-de-la-Mer, entre le Petit Rhône et la plage Est inclus (AVP EGIS [L101])

Les aménagements prévus sont récapitulés sur la figure ci-dessous :



Figure 27 : programme de renforcement au droit des Saintes Maries de la Mer

- Réduction des franchissements de la digue à la mer :

La réduction des franchissements sur la digue à la mer consiste à élargir le talus sur 125 m dans le secteur des Amphores, et 160 m dans le secteur de la Brise, afin de le renforcer et de dissiper davantage l'énergie des vagues et donc la quantité de franchissements, comme représenté sur la figure suivante. Cet aménagement est dimensionné pour résister à une tempête centennale,

en tenant compte d'une élévation du niveau marin de + 60 cm, et d'un approfondissement des fonds à horizon 2070.

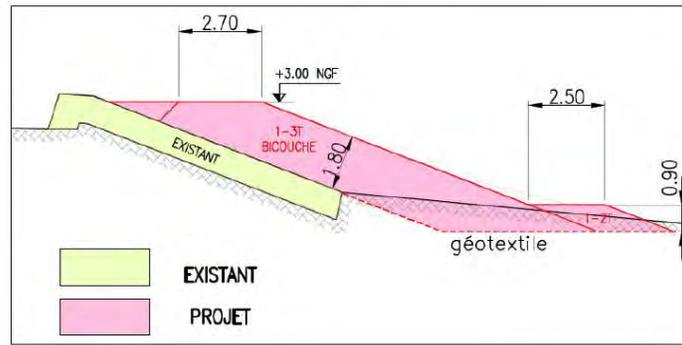


Figure 28 : coupe type du tronçon renforcé de la digue à la mer dans le secteur des Amphores (source : AVP EGIS)

- Rehausse du niveau d'étanchéité sur le secteur du Clos du Rhône :

La rehausse du niveau d'étanchéité sur le secteur du Clos du Rhône consiste à rehausser la digue existante de façon à atteindre la cote de la crête des enrochements déjà présents sur un linéaire de 200 m environ. Cet aménagement est dimensionné pour résister à une tempête centennale, en tenant compte d'une élévation du niveau marin de + 60 cm, et d'un approfondissement des fonds à horizon 2070. La coupe type est présentée ci-dessous :

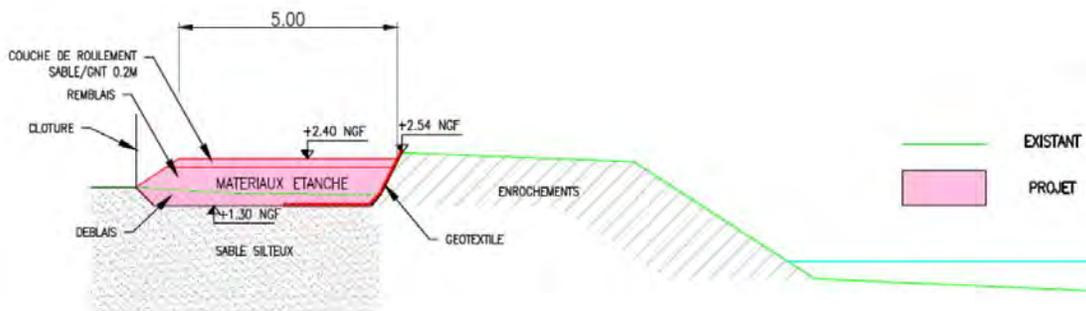


Figure 29 : coupe type de la rehausse du niveau d'étanchéité dans le secteur du Clos du Rhône (source : AVP EGIS)

- Rehausse du niveau d'étanchéité sur le secteur de la promenade de Port Gardian :

Le niveau d'étanchéité (ou ligne de protection) au niveau du centre ville des Saintes-Maries-de-la-Mer présente un point bas au niveau de la promenade de Port Gardian. L'étanchéité est assurée ponctuellement par un muret à la cote 1,6 m NGF. Sur les secteurs sans muret, la protection descend jusqu'à 1,2 m NGF.

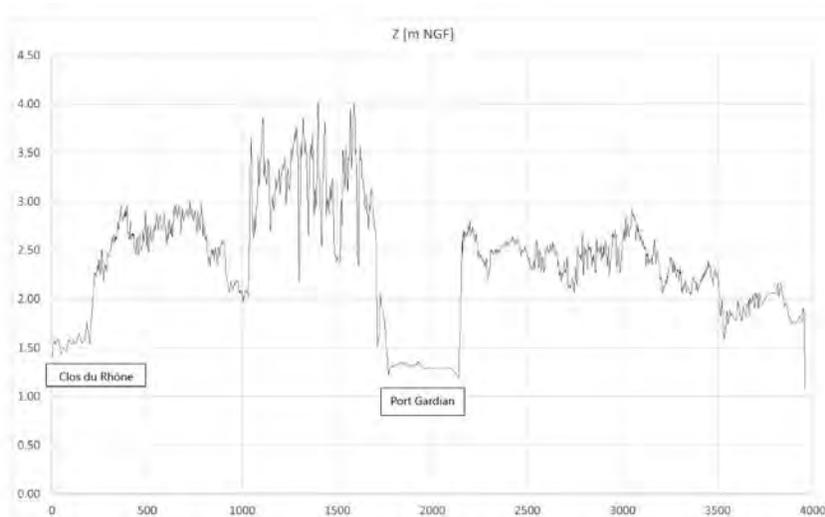


Figure 30 : ligne de protection au niveau de la zone urbaine des Saintes-Maries-de-la-Mer (source : AVP EGIS)

L'aménagement proposé consiste à reconstruire et rehausser ce mur pour atteindre la côte de 2,5 m NGF. Sur les secteurs où il est nécessaire de maintenir la visibilité sur le port, le muret existant est rehaussé par des parois vitrées résistantes à la submersion marine. De part et d'autre du muret existant, au niveau de la Capitainerie à l'ouest et aux abords des arènes à l'est, des dispositifs de protection amovibles sont prévus pour compléter le dispositif.

LEGENDE

- mur maçonné ré haussé à la côte NGF + 2.50 m
- panneau vitré type garde corps en verre étanche entre les côtes NGF + 1.70 et + 2.50 m

- batardeaux amovibles entre les côtes NGF sol existant et + 2.50 m
OPTION pour mise en place d'un dispositif gonflable
- batardeaux amovibles entre les côtes NGF sol existant et + 2.50 m
OPTION pour mise en place d'un dispositif type Flip Up (barrière automatique à bascule)



Figure 31 : localisation des aménagements prévus pour rehausser le niveau d'étanchéité de la promenade de Port Gardian (source : AVP EGIS)



Figure 32 : photomontage au niveau du carrefour des Launes (source : AVP EGIS)

- Confortement des épis et des brise-lames existants et créations de nouveaux ouvrages :
 - Les 3 brise-lames du Clos du Rhône ;
 - Le confortement de l'épi Ouest de Port Gardian (Travaux déjà réalisés 2023/2024, indiqué pour mémoire) ;
 - Le confortement de l'épi-tenon des Amphores ;
 - Le confortement du grand épi en T du Thalacap.

Les confortements des épis et brise-lames existants consiste à ajouter une carapace supplémentaire en enrochements, d'un côté ou des deux côtés de l'ouvrage, et à reconstituer des butées de pieds de 4 m de large. Ainsi confortés, les ouvrages sont dimensionnés pour résister à une tempête centennale, en tenant compte d'une élévation du niveau marin de + 60 cm, et d'un approfondissement attendu des fonds à horizon 2070.

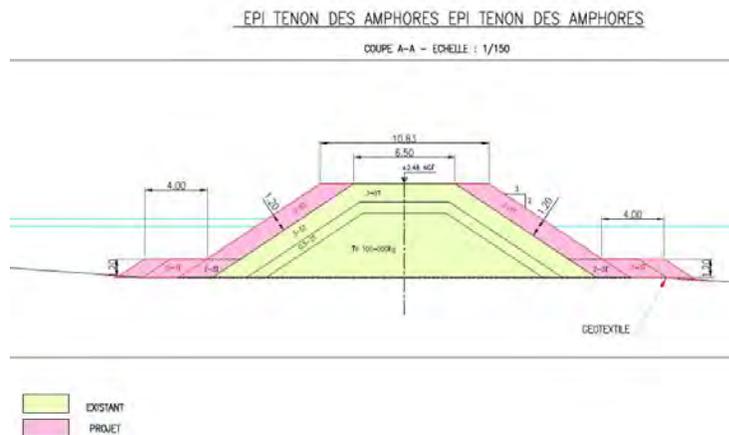


Figure 33 : principe du confortement des ouvrages existants (exemple de l'épi tenon des Amphores) (source : AVP EGIS)

La création d'ouvrage concerne :

- La création d'un tenon de protection de Port Gardian
- La création de 4 épis complémentaires à la plage Est.

- Création d'un tenon de protection de Port Gardian

L'objectif de la création de ce tenon est de réaliser une cellule sédimentaire permettant de recréer la plage qui est à l'Est immédiat de la digue de Port Gardian, et de limiter l'action des houles sur cette zone urbaine avec pour but de limiter les risques de submersion maritime. Cette plage a subi une érosion importante en une quinzaine d'années. La création du tenon de 110 ml (au musoir) ancré sur la digue Est de Port Gardian doit être complétée par un rechargement en sable sur une surface d'environ 1ha, soit un rechargement de l'ordre de 5 000 à 6 000 m³ de sable.

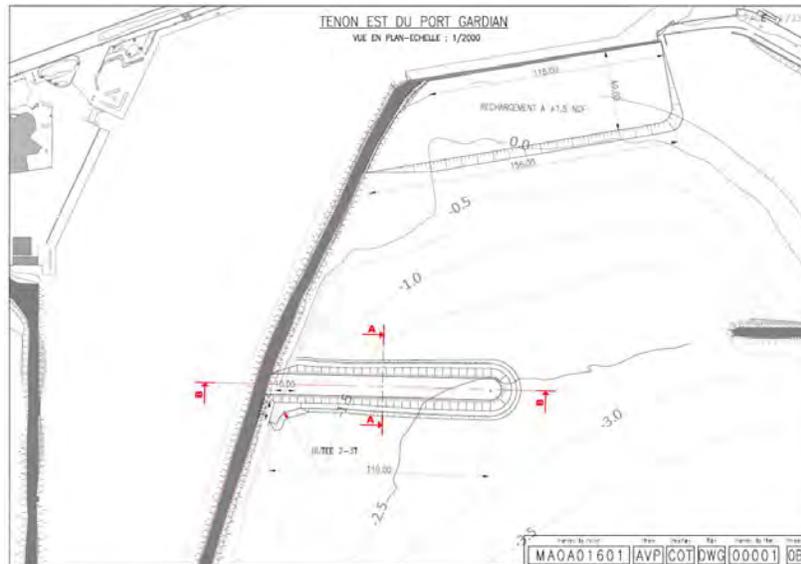


Figure 34 : vue en plan de l'aménagement « création d'un tenon de protection de Port Gardian »
(source : AVP EGIS)

- Création de 4 épis complémentaires à la plage Est

Il s'agit ici de décaler le point d'érosion de la plage plus à l'Est par rapport au grau de La Fourcade, pour protéger la digue à la mer dans ce secteur sensible, elle-même protégeant le village. Cet aménagement consiste en l'implantation de quatre épis perpendiculaires à la côte, et en un rechargement en sable répartis le long de la Plage Est. Un rechargement en sable d'un volume total de 100 000 m³ est prévu entre les épis pour reconstituer une plage en fond de cellule. Ce ré-ensablement des cellules est nécessaire, il permet de saturer ces cellules en sable. Si le sable n'était pas mis en place les épis capteraient ce volume qui ferait défaut à la plage en aval transit.



Figure 35 : vue en plan de l'aménagement « création d'épis complémentaires à la Plage Est »
(source : AVP EGIS)

- La rehausse en place de la digue à la mer entre le pertuis de la Fourcade PR3,8 et le Vieux Rhône au PR25,5. Le profil en long étudié au stade AVP (EGIS-2021) est le suivant :

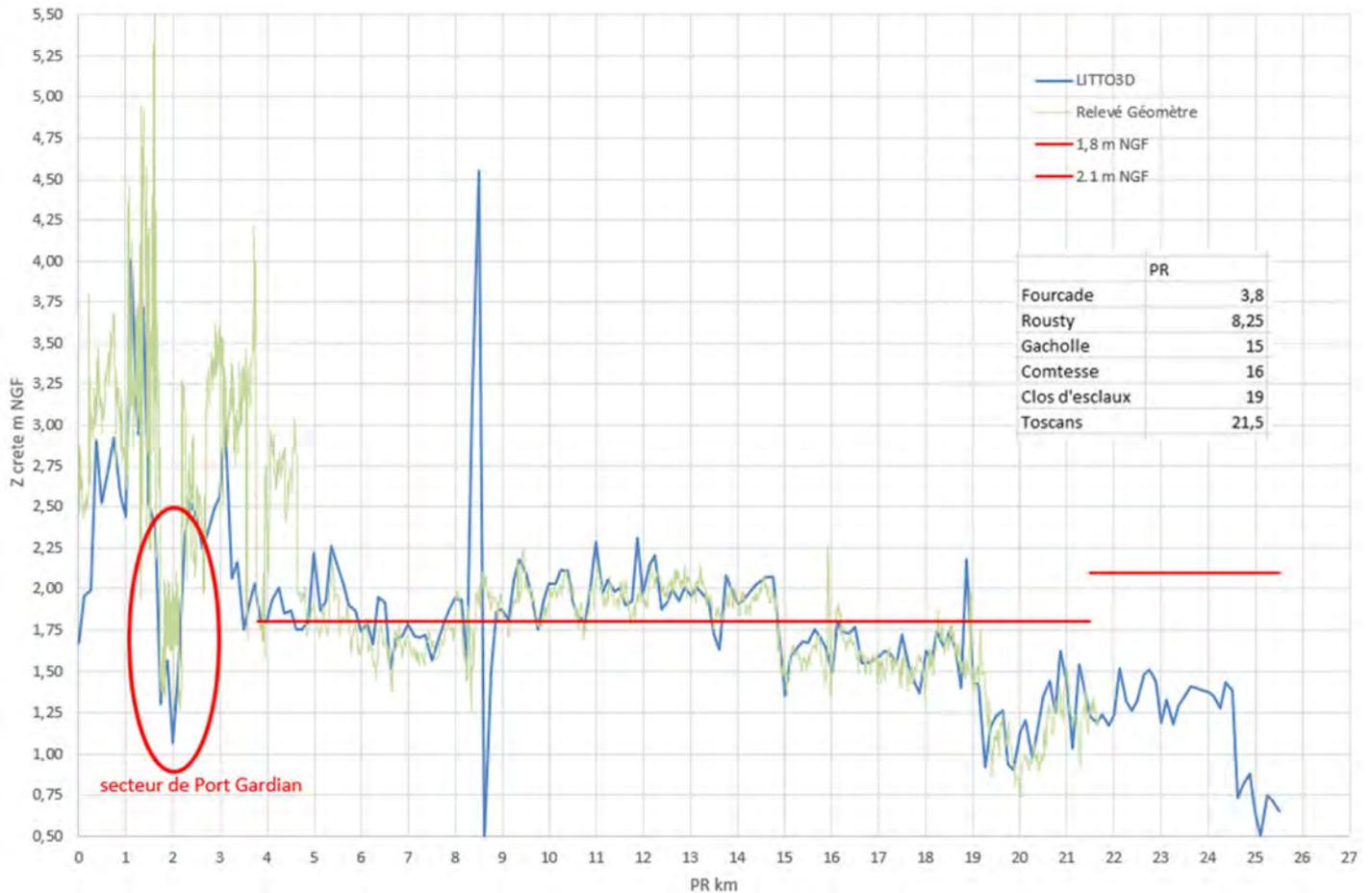


Figure 36 : profil en long de la digue à la mer et remise à la cote

Il correspond à la remise à la cote de la digue à la mer, selon le cahier des charges de transfert de la digue à la mer entre l'Etat et le Symadrem.

D'autres niveaux de rehausses seront modélisés, selon le niveau de protection visé, dans le cadre des modélisations qui seront menées dans les phases ultérieures.

Entre le pertuis de la Fourcade et le pertuis de Rousty, la rehausse est inférieure à 20 cm. Entre le pertuis de Rousty et le pertuis de la Comtesse, ce qui correspond à la traversée de la Réserve de Camargue, les rehausses sont très ponctuelles (environ 550 m en cumulé de rehausse, inférieure à 10 cm) sur 6,5 km au total. Du pertuis de la Comtesse au Vieux Rhône, les rehausses sont importantes : de 40 cm à 1,70 m sur la portion la plus à l'est de la digue à la mer.

Ces informations sont récapitulées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 9 : Caractéristiques par tronçon de la remise à la cote de la digue à la mer

		Linéaire de rehausse m	Linéaire total m	Cote rehausse m NGF	Hauteur rehausse	Protection de talus
Tronçon 1	PM3950 (pertuis Fourcade) à PM 5600	260	1650	1,8 Coupe A1	environ 10 cm	150 ml coupe C1 : matériau granulaire + végétation + 1 ligne d'enrochement en pied + ganivelles 175 ml coupe C2 : pieux bois + matériaux concassés
Tronçon 2	PM5600 à PM 8350 (pertuis du Rousty)	2292	2750	1,8 Coupe A1	environ 20 cm	50 ml coupe C1 : matériau granulaire + végétation + 1 ligne d'enrochement en pied + ganivelle
Tronçon 3	PM8350 (pertuis du Rousty) à PM15050	585	6700	1,8 Coupes A1 et A2	environ 20 cm	175 ml coupe C2 : pieux bois + matériaux concassés
Tronçon 4	PM15050 à PM19000 (Clos d'Esclaux)	3769	3950	1,8 Coupe A2	environ 40 cm	coupe C3 sur tout le linéaire : matelas de gabions
Tronçon 5	PM19000 (clos d'esclaux) à PM21500 (Les Toscans)	2456	2500	2,1 Coupe A2	environ 1 m	coupe C3 sur quasi tout le linéaire : matelas de gabions
Tronçon 6 OPTION 1 : 1 voie	PM21500 (Les Toscans) à PM 25500 (Vieux Rhône)	4000	4000	2,1 Coupe A2	1,70 m	300 ml en coupe B1 : galets sur les talus
Tronçon 6 OPTION 2 : 2 voies	PM21500 (Les Toscans) à PM 25500 (Vieux Rhône)	4000	4000	2,1 Coupe A2	1,70 m	300 ml en coupe B1 : galets sur les talus

La carte de localisation des secteurs est présentée ci-dessous :

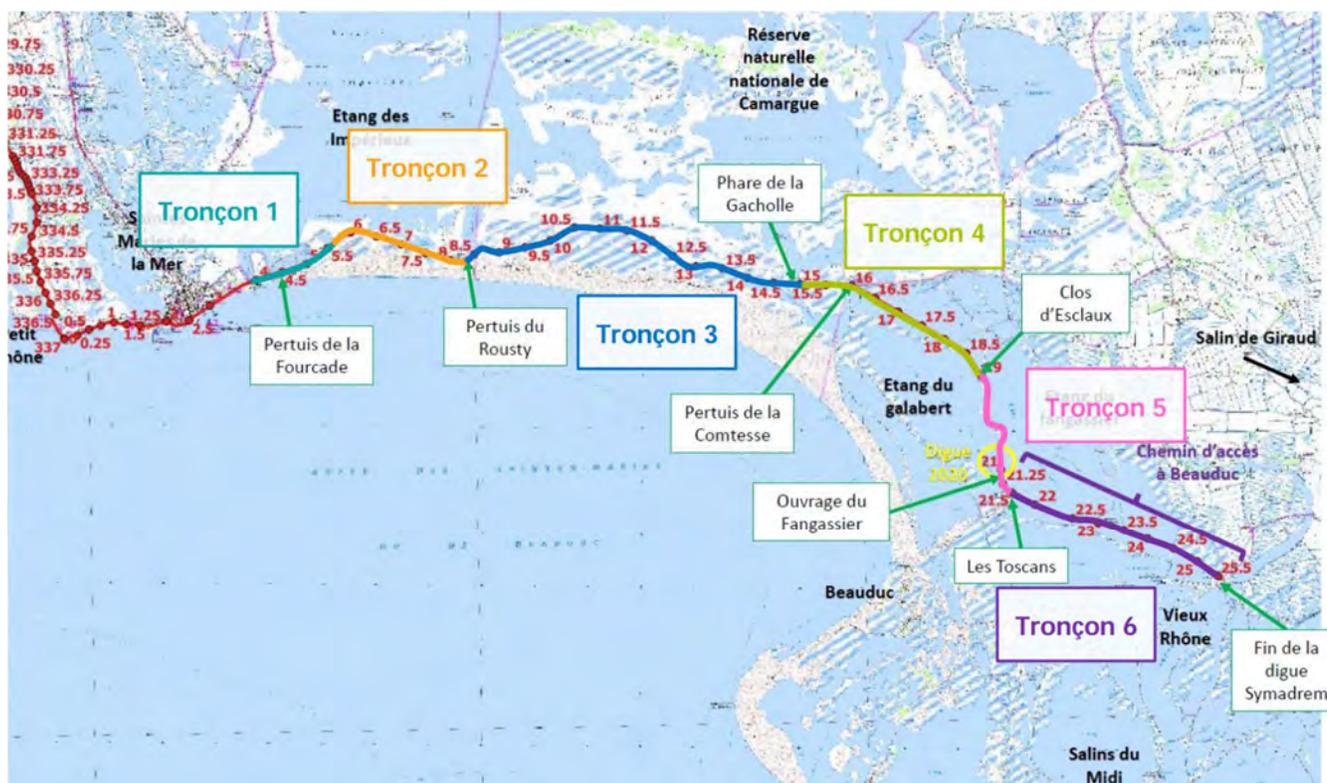
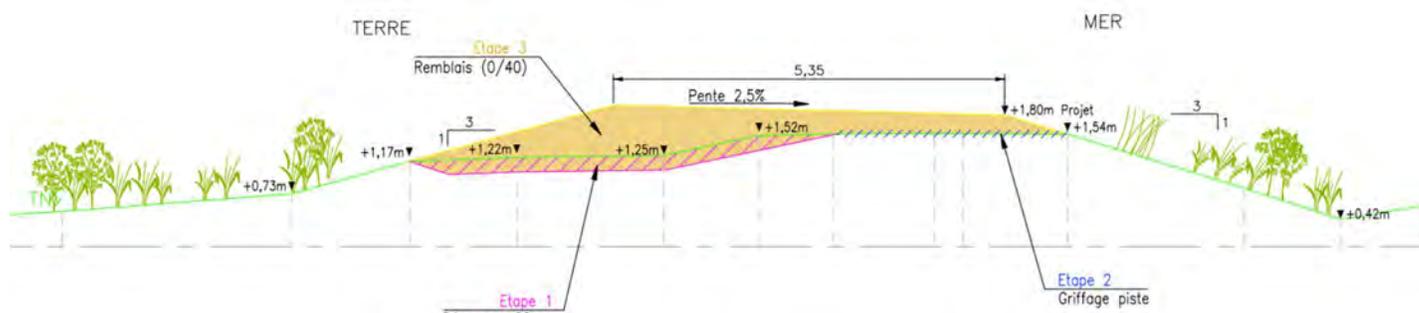
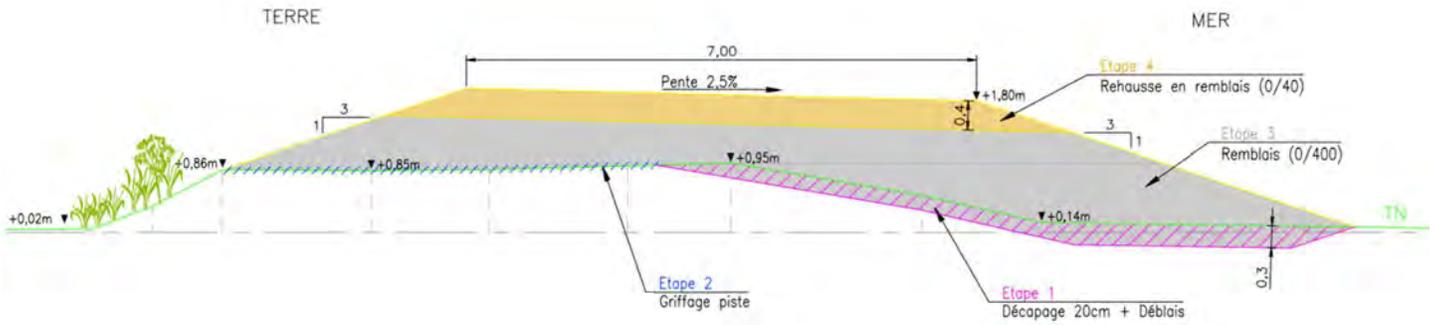


Figure 37 : carte de localisation des secteurs de la digue à la mer

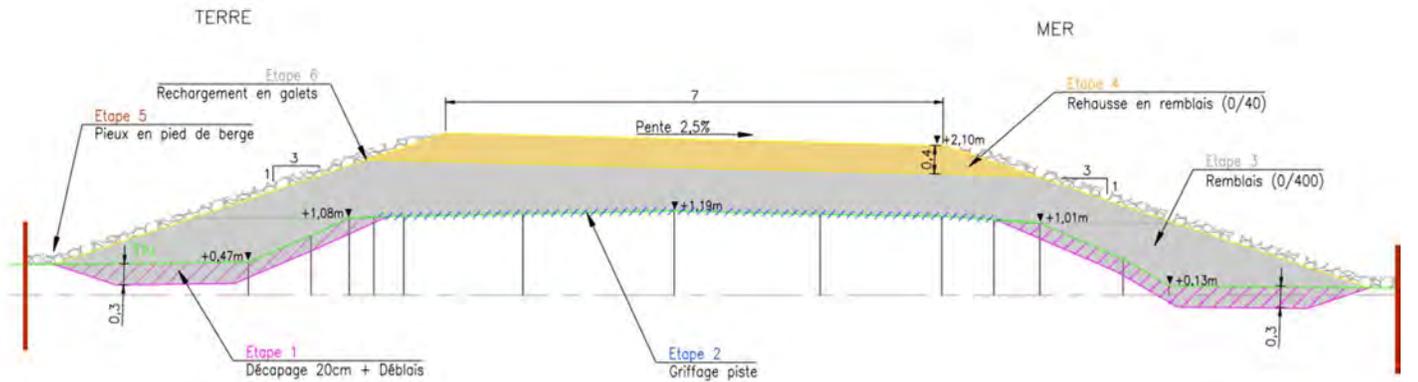
Les coupes types par secteur sont présentées ci-dessous :



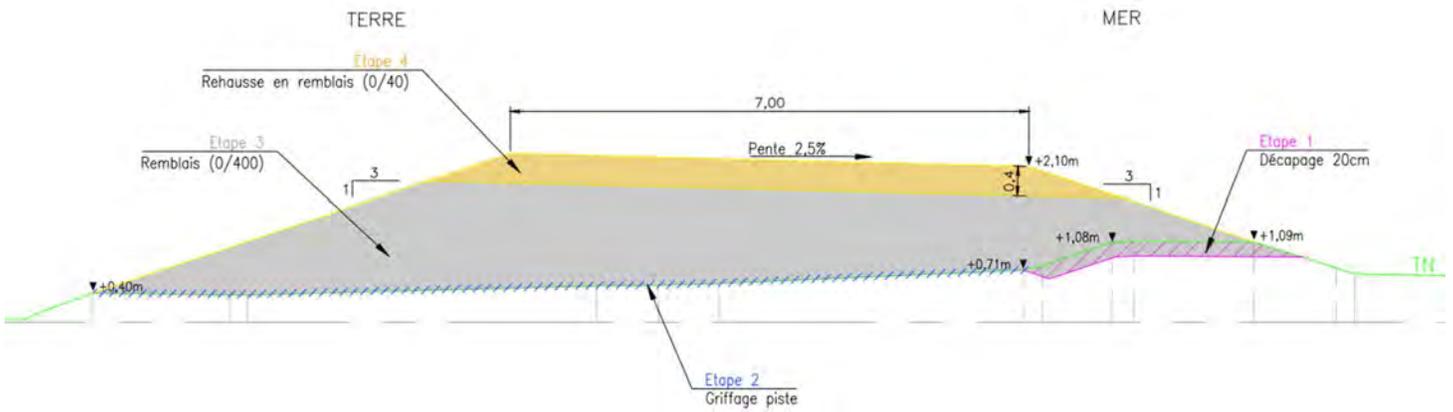
Coupe A1



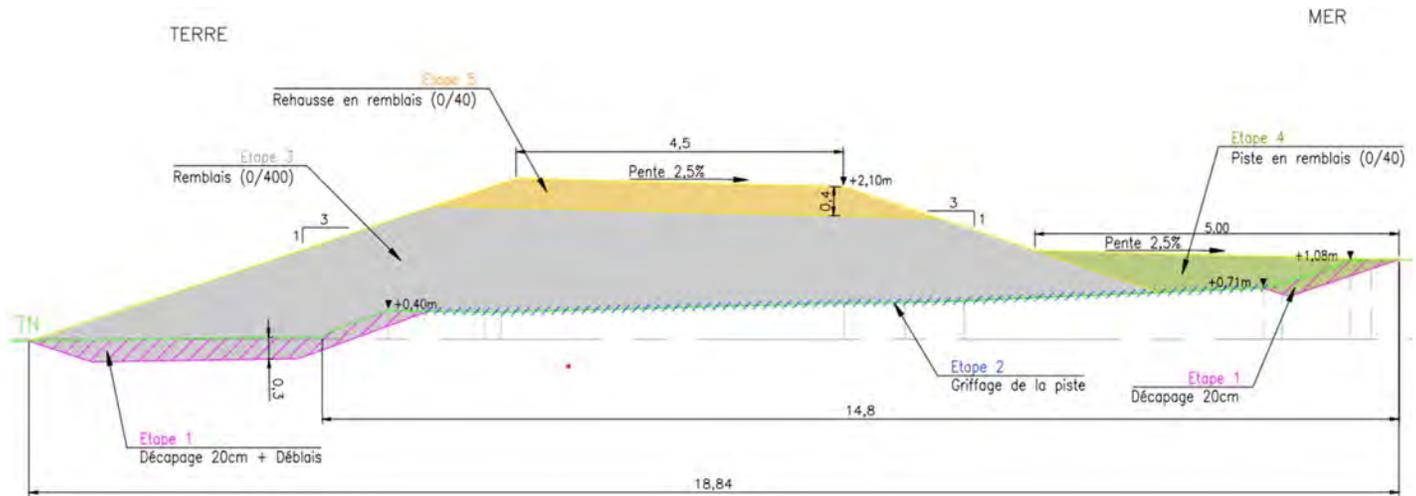
Coupe A2



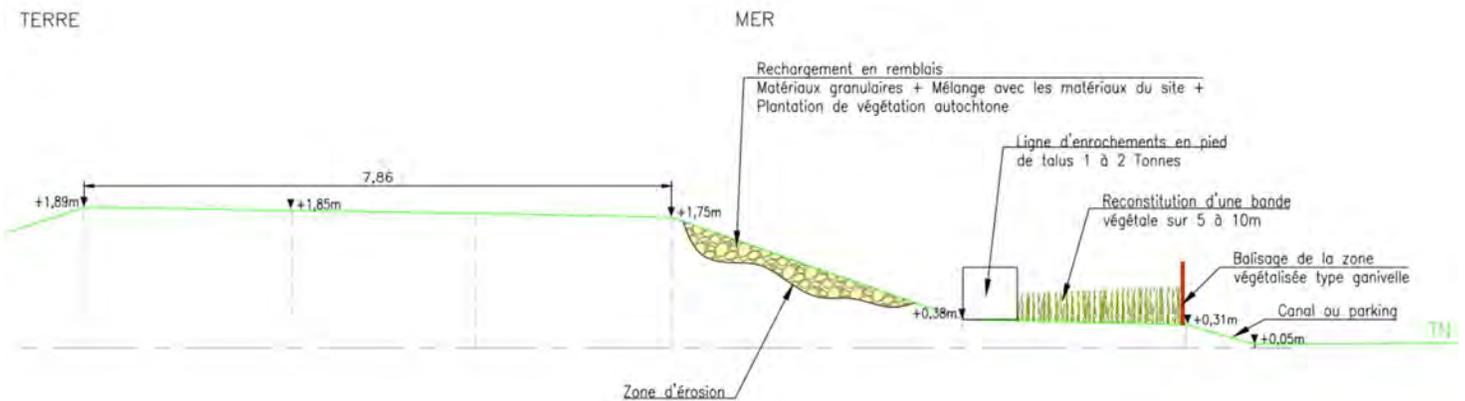
Coupe B1



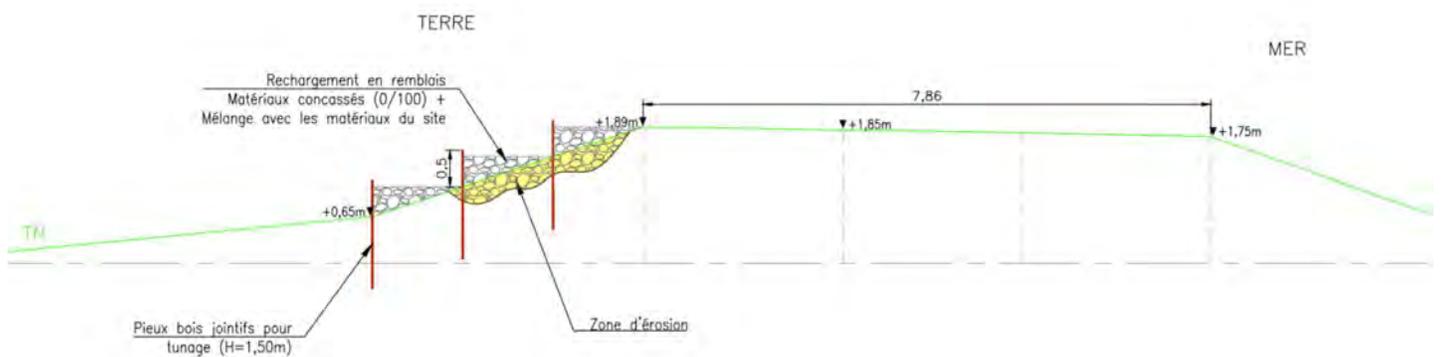
Coupe B2



Coupe B3



Coupe C1



Coupe C2

Figure 38 : coupes types de la remise à la cote de la digue à la mer (source : AVP EGIS)

➤ Confortement en place de la digue à la mer privée sur les parcelles de la CSME : Cette réponse consiste à conforter en place la digue à la mer sur son tracé actuel représenté sur la figure ci-dessous :

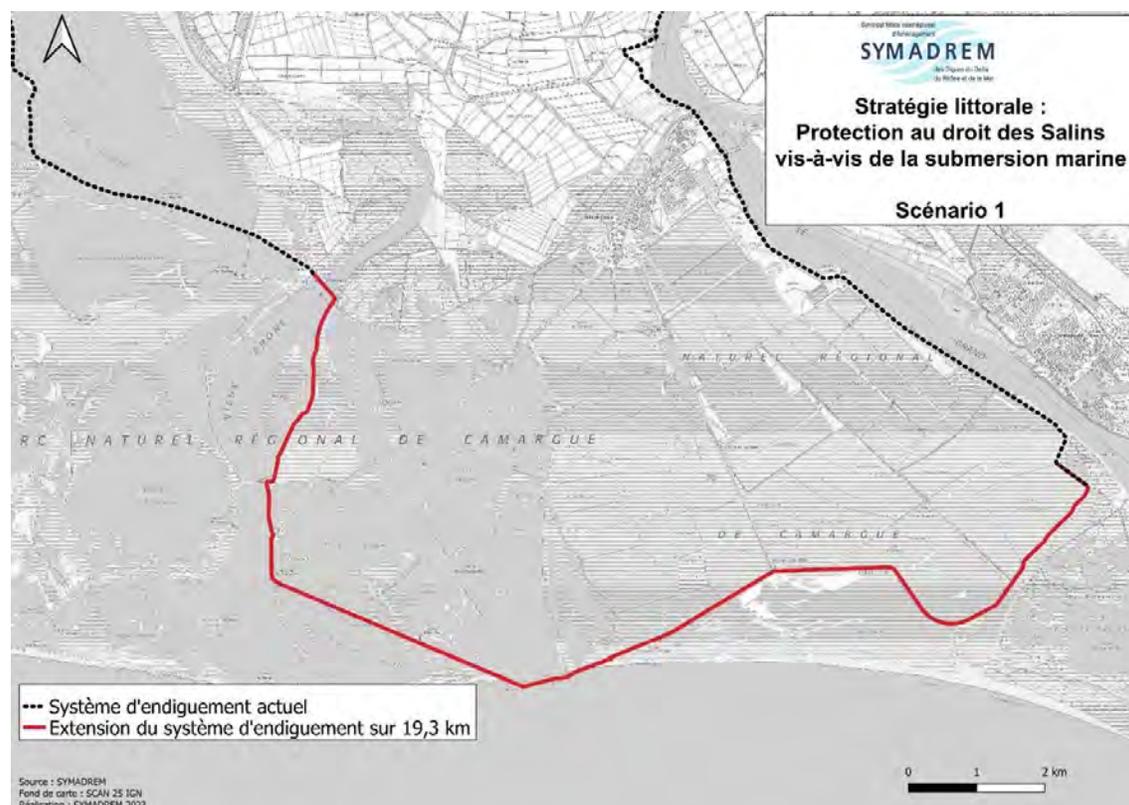


Figure 39 : confortement de la digue à la mer CSME actuelle

➤ Digue de protection rapprochée autour des Saintes Maries de la Mer :

Cette réponse consiste à construire une nouvelle digue à l'est de la zone urbanisée afin de protéger d'une submersion marine par l'Est. Cette digue s'appuie principalement sur des voiries existantes, dont la route de Cacharel, ce qui permet de limiter l'impact environnemental et le coût.

Son tracé est présenté sur la figure ci-dessous (en orange épais) :

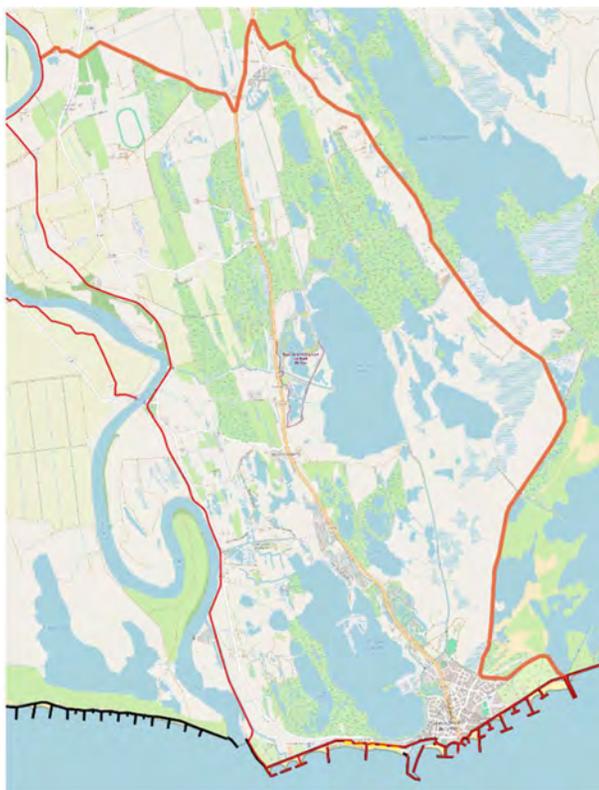


Figure 40 : digue de protection rapprochée autour des Saintes-Maries-de-la-Mer

Ce tracé permet de protéger l'ensemble des zones urbanisées définies au PLU entre Pioch Badet et Cabanes de Cambon (inclus) et la mer.

Un autre tracé, plus proche du centre urbain peut également être envisagé. Il est pris en compte dans un des scénarios.

➤ Délocalisation partielle des Saintes Maries de la Mer

Zone érodée en 2100 :

Une des réponses étudiées consistent en la délocalisation partielle de la zone urbanisée des Saintes-Maries de la Mer. La délocalisation partielle concerne la frange littorale située dans la zone érodée en 2100 si aucun aménagement de protection n'est réalisée. On peut considérer en première approche que cette zone correspond à celle définie dans l'étude « Une approche scientifique pour une connaissance des risques littoraux en Camargue » du CEREGE (2017), hypothèse maximale. Elle est présentée sur la figure ci-dessous :

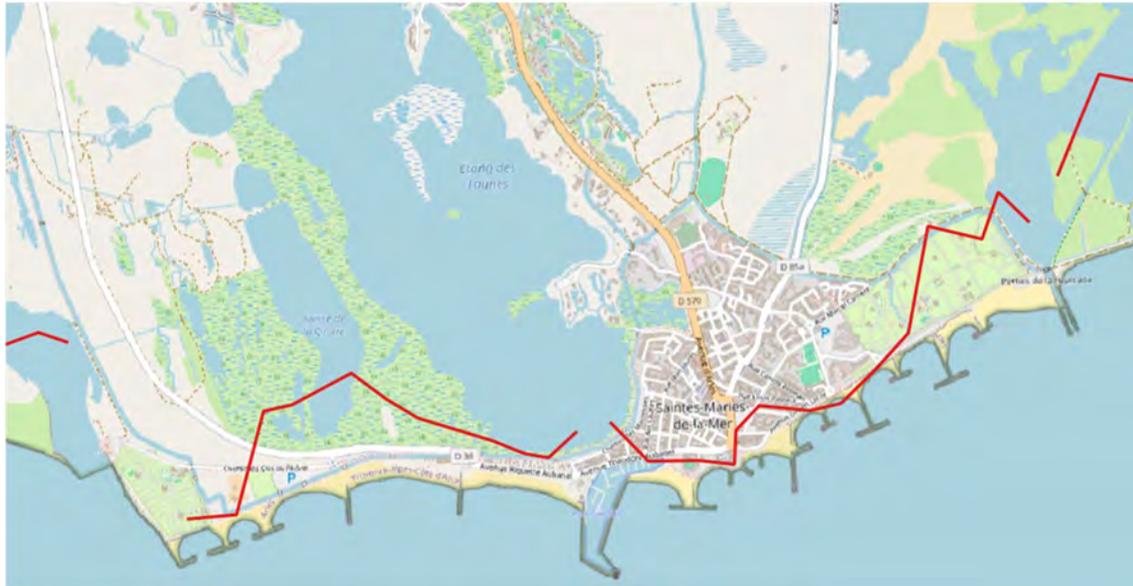


Figure 41 : localisation du trait de côte en 2100 (source CEREGE – étude de 2017)

Ce tracé sera précisé dans le cadre de l'élaboration des cartes locales d'exposition des territoires qui délimitent les zones exposées au recul du trait de côte à l'horizon de trente ans (zone 0-30), et à un horizon compris entre trente et cent ans (zone 30-100) – travail en cours.

Enjeux dans le secteur du Clos du Rhône :

Une relocalisation progressive des enjeux dans le secteur du Clos du Rhône est prévue dans plusieurs scénarios. Ces enjeux sont : un camping ; un club de voile, un ranch, des parkings (dont une aire pour camping-car) et un restaurant de plage. Le secteur clos du Rhône est localisé sur la carte ci-dessous :



Figure 42 : secteur du Clos-du-Rhône (source : Google Maps)

➤ Digue de protection rapprochée Salin-de-Giraud

Cette réponse consiste à construire une nouvelle digue qui ceinture la zone urbanisée afin de protéger la d'une submersion marine. Cette digue protège l'ensemble de la zone urbanisée de Salin-de-Giraud, telle que définie au PLU. Son tracé est présenté sur la figure ci-dessous (en orange épais) :



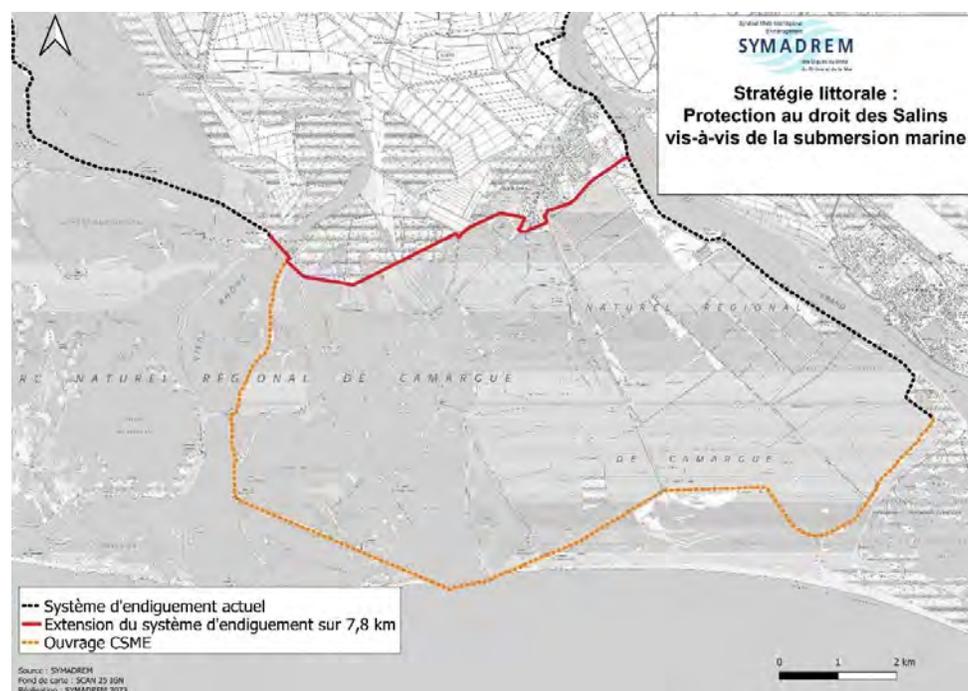
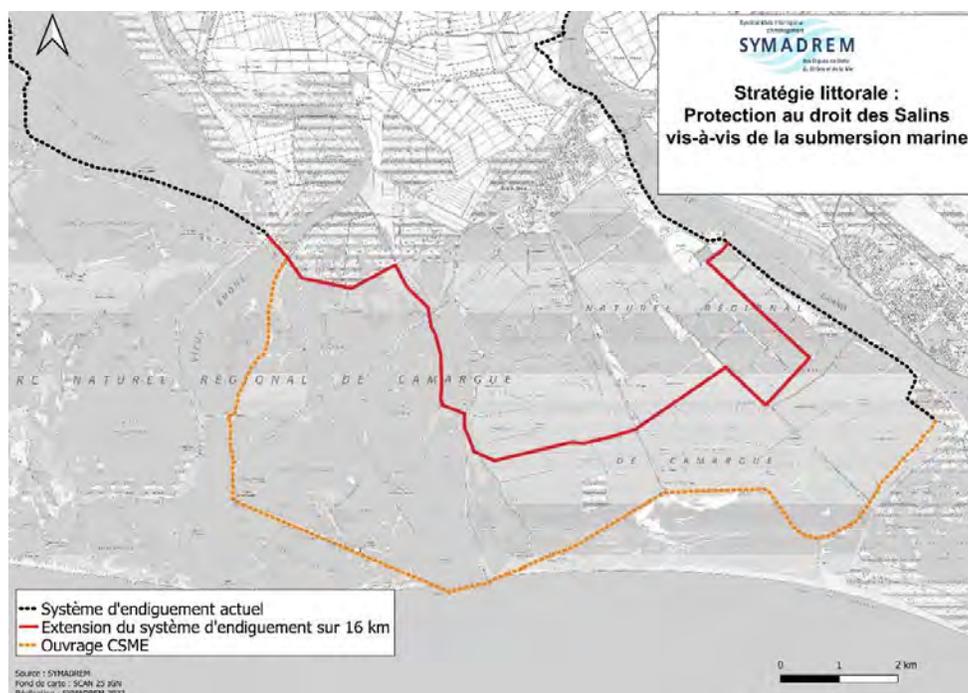
Figure 43 : digue de protection rapprochée autour de Salin-de-Giraud

➤ Digue en recul Salin de Giraud (2 tracés)

Plusieurs hypothèses d'aménagement en recul sont envisagés sur la digue à la mer, au-delà du PR25,5 :

- Un tracé proche village, qui permet de minimiser le linéaire de digue, et donc le coût ;
- Un tracé intermédiaire traversant la propriété des Salins du Midi (et protégeant donc une partie de l'exploitation) ;
- Un tracé proche de la digue à la mer (il correspond au tracé de la digue de second rang initialement prévu dans le Plan Rhône, et finalement abandonné).

Ces hypothèses sont présentées sur la figure suivante :



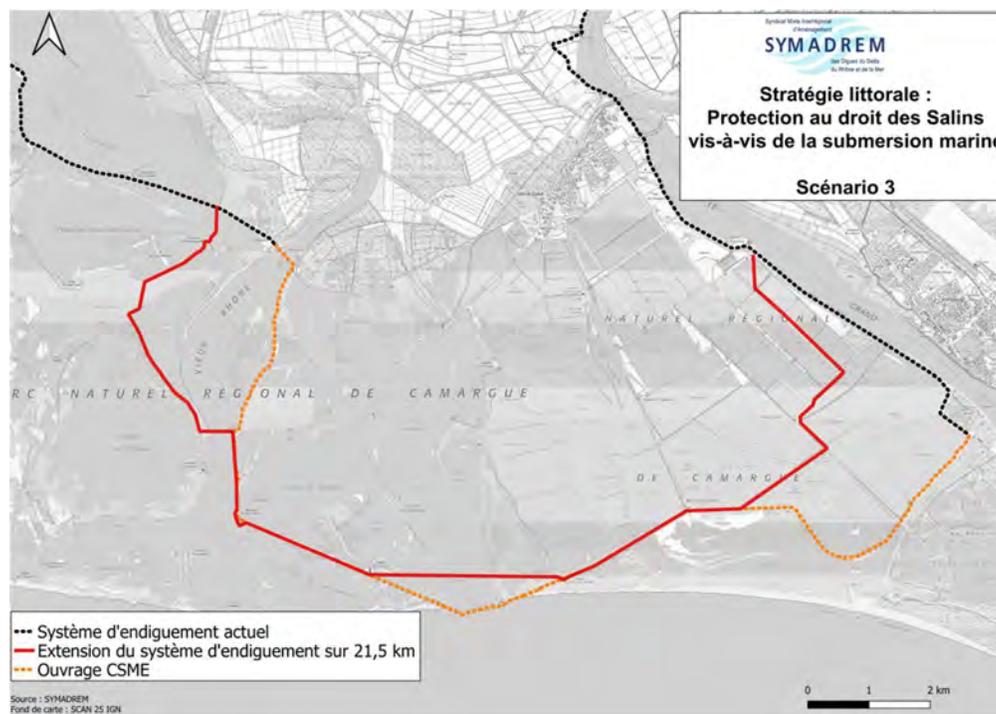


Figure 44 : tracés de digue en recul par rapport au rivage à Salin-de-Giraud

L'hypothèse de confortement en place de la digue à la mer est proposée dans le scénario dit « fixiste » (scénario 1).

d. Réponses possibles spécifiques à la rive gauche

➤ Digue de protection rapprochée à Port-Saint-Louis-du-Rhône

Il n'existe pas aujourd'hui d'ouvrage de protection contre la submersion marine en rive gauche à Port Saint Louis du Rhône. Cette hypothèse d'aménagement prévoit la création d'une digue de protection rapprochée autour de la zone urbanisée de Port-Saint-Louis-du-Rhône pour protéger de la submersion marine directe. Cette digue protège l'ensemble de la zone urbanisée, telle que définie au PLU. Elle se raccorde sur le projet de confortement des digues du Grand Rhône aval. Elle est complétée par une porte anti-tempête à l'entrée du canal Saint-Louis.



Figure 45 : digue de protection rapprochée autour de Port-Saint-Louis-du-Rhône

Un tracé de digue plus réduit, au plus proche des enjeux touchés, en fonction du niveau de protection visé, peut être envisagé.

➤ Solution fondée sur la nature au They de la Gracieuse (portage GPMM)

Le Grand Port Maritime de Marseille a lancé des études pour la pérennisation de la flèche de la Gracieuse. L'objectif est de traiter à la fois de la problématique d'érosion rencontrée sur le they et d'ensablement massif au niveau de la flèche. La solution technique n'est pas définie à ce jour, il s'agira probablement d'une combinaison de plusieurs techniques. Le GPMM souhaite en effet mettre en place une Solution Fondée sur la Nature (SFN). Des études techniques poussées vont être menées par le GPMM préalablement à la mise en œuvre de la solution retenue.

4.2 COMBINAISON DES REPONSES VIS-A-VIS DE L'ÉROSION ET DE LA SUBMERSION

Les scénarios d'érosion ont été définis préalablement, dans le cadre de l'établissement des cartographiques locales d'exposition à l'érosion du trait de côte.

Pour chaque scénario d'érosion, un ou plusieurs scénario de submersion ont été associés. Les tableaux ci-dessous présentent les combinaisons des scénarios érosion et submersion pour chaque zone protégée (rive droite, Camargue insulaire et rive gauche).

Dans les colonnes de gauche sont indiquées le numéro du scénario (1,2,3, ...) puis le nom du scénario d'érosion correspondant.

Sur les deux lignes relatives à un scénario d'aménagement, sont ensuite détaillés, par bloc géographique, l'ensemble des aménagements prévus pour faire face à l'érosion et à la submersion.

Tous les éléments du tableau sont visualisables sur les cartes en annexe.

Le code couleur utilisé dans le tableau est présenté sur la figure ci-dessous :

Confortement des ouvrages des ouvrages existants ou création de nouveaux ouvrages
Renforcement/rehausse dunaire ou création de cordon dunaire
Solutions fondées sur la nature SFN
Protection contre la submersion en recul par rapport au trait de côte (gestion souple)
Protection contre la submersion en recul par rapport au trait de côte (ouvrages)
Digue de protection rapprochée autour des enjeux
Continuité de gestion actuelle pour les ouvrages entretenus
Confortement des ouvrages selon les standards actuels de gestion des ouvrages portuaires
Stratégie du "laisser faire" sur les ouvrages
Démantèlement des ouvrages
Au droit des salins du midi, des digues privées sont construites par la CSME en dehors du fuseau 0/100 de l'érosion du trait de côte
Au droit des salins du midi, confortement et rehausse des digues privées actuelles.
Réduction de la vulnérabilité des bâtiments (batardeaux mis en place à chaque tempête)
Délocalisation des bâtiments du fuseau 0-100 (zone érodée d'ici 100 ans) Ou délocalisation partielle des enjeux
Délocalisation de la zone urbanisée dans sa globalité.
Dragage partiel pour approvisionner les projets de confortement dunaire

Tableau 10 : Combinaison des réponses érosion/submersion- RIVE DROITE			Bloc A-1				Bloc A-2		Bloc B	Bloc C		Bloc D	Bloc E		Bloc F	
			1/3	Passé des Abimes	Boucanet	Plage Rive Droite	Chenal maritime	Promenade	Port Camargue	Espiguette	Baronnets	Capelude	CSME	Grand Radeau		Digue Petit Rhône Rive droite
1	E1 / E1 bis	Fixiste	EROSION	-	Remise en état des épis (projet Boucanet)	-	-	Maintien des épis et brise-lames existants	Création d'un nouvel épi au droit du phare ou prolongement de la digue d'arrêt de l'Espiguette	Confortement des épis existants	Confortement des épis existants	Confortement des épis existants		Confortement des épis existants	-	
			SUBMERSION	Porte anti-tempête	renforcement et rehausse dunaire	renforcement et rehausse dunaire	Porte anti-tempête	rehausse e la promenade et porte anti-tempête à Port Camargue	renforcement et rehausse dunaire	Dragage partiel pour approvisionner les projets de confortement dunaire	Renforcement en place du cordon de second rang		Confortement et Rehausse de la digue frontale		Réparation et Rehausse de la digue frontale	Création d'une digue du Petit Rhône rive droite en recul du fleuve depuis l'aval de Pin Fourcat jusqu'à l'embouchure
2	E2	Continuité de gestion actuelle et adaptation au changement climatique au droit des zones à enjeux.	EROSION	-	Remise en état des épis (projet Boucanet)	-	-	Maintien des épis et brise-lames existants	-	Stratégie "laisser faire" sur les épis		Maintien des épis existants		Stratégie "laisser faire" sur les épis et la digue frontale.	SFN en front de mer au Grand Radeau en accompagnement de la manade	-
		Epis non entretenus : "laisser faire"	SUBMERSION	-	renforcement dunaire (projet Boucanet)	Réduction de la vulnérabilité (batardeaux mis en place à chaque tempête) pour les bâtiments du Grau du Roi et d'Aigues Mortes.			Dragage partiel pour approvisionner les projets de confortement dunaire	Maintien du cordon de second rang		Confortement et rehausse des digues privées actuelles.		Réduction de la vulnérabilité		-
3	E2	Continuité de gestion actuelle et adaptation au changement climatique au droit des zones à enjeux.	EROSION	-	Remise en état des épis (projet Boucanet)	-	-	Maintien des épis et brise-lames existants	-	Stratégie "laisser faire" sur les épis		Maintien des épis existants		Stratégie "laisser faire" sur les épis et la digue frontale.	SFN en front de mer au Grand Radeau en accompagnement de la manade Raynaud.	-
		Epis non entretenus : "laisser faire".	SUBMERSION	Porte anti-tempête	renforcement dunaire (projet Boucanet)	renforcement et rehausse dunaire	Porte anti-tempête	rehausse e la promenade et porte anti-tempête à Port Camargue	renforcement et rehausse dunaire	Dragage partiel pour approvisionner les projets de confortement dunaire	Construction d'un cordon dunaire en recul		Digue de Peccais renforcée.	Confortement et rehausse des digues privées actuelles, y compris la digue frontale		Digue de Peccais renforcée pour la protection des zones urbaines du Grau du Roi et de Aigues Mortes.
4	E3	Continuité de gestion actuelle sur les ouvrages entretenus et stratégie du "laisser-faire" sur les ouvrages non entretenus.	EROSION	Maintien des épis existants (enrochements illégal du Boucanet : stratégie du "laisser faire")					-	Stratégie "laisser faire" sur les épis		Maintien des ouvrages existants		Stratégie "laisser faire" sur les épis et la digue frontale		-
		Pas de construction de nouveaux ouvrages : scénario de l'inaction	SUBMERSION						-	Maintien du cordon de second rang						-

RIVE DROITE COMBINAISON DES SCENARIOS EROSION ET SUBMERSION 2/3		Bloc A-1				Bloc A-2		Bloc B	Bloc C		Bloc D		Bloc E		Bloc F	
		Passé des Abimes	Boucanet	Plage Rive Droite	Chenal maritime	Promenade	Port Camargue	Espiguette	Baronnets	Capelude	CSME		Grand Radeau		Digue Petit Rhône Rive droite	
5 = 2b is	E4	Continuité de gestion actuelle et adaptation au changement climatique au droit des zones à enjeux. Epis non entretenus : démantèlement (ce qui différencie ce scénario du scénario 2). Pour la protection contre la submersion marine : réduction de la vulnérabilité.	EROSION	-	Remise en état des épis (projet Boucanet)	-	-	Maintien des épis et brise-lames existants	-	Démantèlement des épis		Maintien des épis existants		Démantèlement des épis et de la digue frontale.	SFN en front de mer au Grand Radeau en accompagnement de la manade.	-
		SUBMERSION	-	renforcement dunaire (projet Boucanet)	Réduction de la vulnérabilité (batardeaux mis en place à chaque tempête) pour les bâtiments du Grau du Roi et d'Aigues Mortes.			Dragage partiel pour approvisionner les projets de confortement dunaire	Maintien du cordon de second rang		Confortement et rehausse des digues privées actuelles		Réduction de la vulnérabilité		-	
6 = 3b is		Continuité de gestion actuelle et adaptation au changement climatique au droit des zones à enjeux. Epis non entretenus : démantèlement (ce qui différencie ce scénario du scénario 3). Pour la protection contre la submersion marine : protection en recul et protection frontale devant la zone urbanisée.	EROSION	-	Remise en état des épis (projet Boucanet)	-	-	Maintien des épis et brise-lames existants	-	Démantèlement des épis		Maintien des épis existants		Démantèlement des épis et de la digue frontale.	SFN en front de mer au Grand Radeau en accompagnement de la manade.	-
		SUBMERSION	Porte anti-tempête	renforcement dunaire (projet Boucanet)	renforcement et rehausse dunaire	Porte anti-tempête	rehausse et la promenade et porte anti-tempête à Port Camargue	renforcement et rehausse dunaire	Dragage partiel pour approvisionner les projets de confortement dunaire	Construction d'un cordon dunaire en recul		Digue de Peccais renforcée.	Confortement et rehausse des digues privées actuelles, y compris la digue frontale.	Digue de Peccais renforcée pour la protection des zones urbaines du Grau du Roi et de Aigues Mortes.		-
7	E5	Continuité de gestion actuelle et adaptation au changement climatique au droit des zones à enjeux. Epis non entretenus : "laisser faire". Pour la protection contre la submersion marine : réduction de la vulnérabilité.	EROSION	-	Remise en état des épis (projet Boucanet)	-	-	Maintien des épis et brise-lames existants	-	Démantèlement des épis		Démantèlement des épis et de la digue frontale		Démantèlement des épis et de la digue frontale.	SFN en front de mer au Grand Radeau en accompagnement de la manade.	-
		SUBMERSION	-	renforcement dunaire (projet Boucanet)	Réduction de la vulnérabilité (batardeaux mis en place à chaque tempête) pour les bâtiments du Grau du Roi et d'Aigues Mortes.			Dragage partiel pour approvisionner les projets de confortement dunaire	Maintien du cordon de second rang		Au droit des salins d'Aigues Mortes, des digues privées sont construites par la CSME, en dehors du fuseau 0/100 de l'érosion du trait de côte		Réduction de la vulnérabilité		-	
8 (= 3 ter)		Continuité de gestion actuelle et adaptation au changement climatique au droit des zones à enjeux non déplaçables et retour à un littoral originel au droit des zones à enjeux déplaçables (CSME) ou sans enjeux. Pour la protection contre la submersion marine : protection en recul et protection frontale devant la zone urbanisée. A la différence du scénario 6, les ouvrages de la CSME sont démantelés. Des digues privées sont construites par la CSME en dehors du fuseau d'érosion 0-100 ans pour assurer sa protection.	EROSION	-	Remise en état des épis (projet Boucanet)	-	-	Maintien des épis et brise-lames existants	-	Démantèlement des épis		Démantèlement des épis et de la digue frontale		Démantèlement des épis et de la digue frontale.	SFN en front de mer au Grand Radeau en accompagnement de la manade.	-
		SUBMERSION	Porte anti-tempête	renforcement dunaire (projet Boucanet)	renforcement et rehausse dunaire	Porte anti-tempête	rehausse de la promenade et porte anti-tempête à Port Camargue	renforcement et rehausse dunaire	Dragage partiel pour approvisionner les projets de confortement dunaire	Construction d'un cordon dunaire en recul		Digue de Peccais renforcée.	Des digues privées sont construites par la CSME, en dehors du fuseau 0/100	Digue de Peccais renforcée pour la protection des zones urbaines du Grau du Roi et de Aigues Mortes.		-

RIVE DROITE COMBINAISON DES SCENARIOS EROSION ET SUBMERSION 3/3			Bloc A-1				Bloc A-2		Bloc B	Bloc C		Bloc D	Bloc E		Bloc F
			Passé des Abîmes	Boucanet	Plage Rive Droite	Chenal maritime	Promenade	Port Camargue	Espiguette	Baronnets	Capelude	CSME	Grand Radeau		Digue Petit Rhône Rive droite
9	E5	EROSION	-	Remise en état des épis (projet Boucanet)	-	-	Maintien des épis et brise-lames existants	-	Démantèlement des épis	Démantèlement des épis et de la digue frontale	Démantèlement des épis et de la digue frontale.	SFN en front de mer au Grand Radeau en accompagnement de la manade.	-		
		SUBMERSION	Porte anti-tempête	renforcement dunaire (projet Boucanet)	renforcement et rehausse dunaire	Porte anti-tempête	rehausse e la promenade et porte anti-tempête à Port Camargue	renforcement et rehausse dunaire	Dragage partiel pour approvisionner les projets de confortement dunaire	Maintien du cordon de second rang	Au droit des salins d'Aigues Mortes, des digues privées sont construites par la CSME, en dehors du fuseau 0/100 de l'érosion du trait de côte	-		-	
			Digue de protection rapprochée à l'Est de la zone urbanisée du Grau du Roi. Une digue de protection rapprochée est construite également autour d'Aigues Mortes (+ réduction vulnérabilité pour bâtis des zones urbaines non protégés par la digue)												
10	E6	EROSION	Démantèlement des épis et de l'enrochement illégal du Boucanet				-	Démantèlement des épis	Démantèlement des épis et de la digue frontale	-		-			
		SUBMERSION	Porte anti-tempête	renforcement dunaire	renforcement et rehausse dunaire	Porte anti-tempête	rehausse e la promenade et porte anti-tempête à Port Camargue	renforcement et rehausse dunaire	Dragage partiel pour approvisionner les projets de confortement dunaire	Stratégie du laisser-faire sur le cordon de second rang	Au droit des salins d'Aigues Mortes, des digues privées sont construites par la CSME, en dehors du fuseau 0/100 de l'érosion du trait de côte	Démantèlement des épis et de la digue frontale		-	
			Digue de protection rapprochée à l'Est de la zone urbanisée du Grau du Roi. Une digue de protection rapprochée est construite également autour d'Aigues Mortes (+ réduction vulnérabilité pour bâtis des zones urbaines non protégés par la digue)												
11		EROSION	Démantèlement des épis et de l'enrochement illégal du Boucanet				-	Démantèlement des épis	Démantèlement des épis et de la digue frontale	-		-			
		SUBMERSION	Réduction de la vulnérabilité (batardeaux mis en place à chaque tempête) pour les bâtiments du Grau du Roi et d'Aigues Mortes.				-	Stratégie du laisser-faire sur le cordon de second rang	Au droit des salins d'Aigues Mortes, des digues privées sont construites par la CSME, en dehors du fuseau 0/100 de l'érosion du trait de côte	Démantèlement des épis et de la digue frontale	Réduction de la vulnérabilité	-			
12		EROSION	Démantèlement des épis et de l'enrochement illégal du Boucanet				-	Démantèlement des épis	Démantèlement des épis et de la digue frontale	-		-			
		SUBMERSION	Délocalisation totale du Grau-du-Roi et d'Aigues-Mortes				Stratégie du laisser-faire sur le cordon de second rang	-	-	Délocalisation totale		-			
13		EROSION ET	Stratégie du laisser-faire sur l'ensemble du littoral (plus d'entretien des ouvrages existants, pas de nouveaux aménagements)												

Tableau 11 : Combinaison des réponses érosion/submersion et définition des scénarios – CAMARGUE INSULAIRE 1/5				BLOC G	BLOC H1	BLOC H2	BLOC H3	BLOC I	BLOC J	BLOC K		BLOC L	BLOC M		BLOC N
				Digue Petit Rhône Rive gauche	Clos du Rhône	Zone portuaire	Centre urbain des Saintes	Plage Est	Entre l'Est de la Plage Est et le Clos d'Esclaux	Entre le Clos d'Esclaux et la digue des Toscans	Entre les Toscans et le Vieux Rhône	Digue de Véran (au droit des parcelles du Conservatoire)	Entre le Vieux Rhône et le Grand Rhône (CSME)		Digue Grand Rhône Rive droite
1	E1	Fixiste	ÉROSION	-	Confortement des ouvrages existants (épis, brise-lames et digue à la mer), rehausse des points bas (yc promenade de Port Gardian), création d'un tenon sur l'épi est de Port Gardian (AVP EGIS)	Création de 4 épis supplémentaires, rehausse de la digue à la mer et rechargement localisé en sable.	-	-	Confortement et Rehausse de la digue à la mer	Confortement et Rehausse de la digue à la mer	Confortement et Rehausse de la digue de Véran	Confortement et Rehausse de la DAM actuelle (qui devient la digue de protection publique), des épis et des brises lames	-		
			SUBMERSION	Confortement de la digue du Petit Rhône rive gauche depuis le Mas d'Icard jusqu'à embouchure			-	Projet de confortement des digues du Grand Rhône aval (CPIER 2022-2027) : de La Louisianne à l'entrée du domaine de la Palissade							
2	E2	Continuité de gestion actuelle et adaptation au changement climatique au droit des zones à enjeux. Epis non entretenus : "laisser faire". Pour la protection contre la submersion marine : protection en recul à Salin de Giraud selon un tracé bordant la zone urbanisée et protection en place aux Saintes Maries.	ÉROSION	-	Confortement des ouvrages existants (épis, brise-lames et digue à la mer), rehausse des points bas (yc promenade de Port Gardian), création d'un tenon sur l'épi est de Port Gardian (AVP EGIS)	Création de 4 épis supplémentaires, rehausse de la digue à la mer et rechargement localisé en sable.	-	-	Stratégie "laisser faire" sur la digue de Véran	Stratégie "laisser faire" sur la digue de Véran	Stratégie "laisser faire" sur la digue de Véran	Maintien des ouvrages existants sur le trait de côte (digue à la mer frontale, épis et brise-lames)	-		
			SUBMERSION	Confortement de la digue du Petit Rhône rive gauche depuis le Mas d'Icard jusqu'à embouchure			Maintien de la digue à la mer	Confortement et Rehausse de la digue à la mer				Création d'une digue de protection qui borde la limite sud de la zone urbanisée de Salin-de-Giraud, reliant le Vieux Rhône au Grand Rhône.	Au droit des salins du midi, confortement et rehausse des digues privées actuelles.	Projet de confortement des digues du Grand Rhône aval (CPIER 2022-2027) : de La Louisianne à l'entrée du domaine de la Palissade	
3		Continuité de gestion actuelle et adaptation au changement climatique au droit des zones à enjeux. Epis non entretenus : "laisser faire" Pour la protection contre la submersion marine : protection en recul à Salin de Giraud selon un tracé qui traverse l'exploitation de la CSME (ce qui différencie ce scénario du 2) – 2 tracés sont proposés- et protection en place aux Saintes Maries.	ÉROSION	-	Confortement des ouvrages existants (épis, brise-lames et digue à la mer), rehausse des points bas (yc promenade de Port Gardian), création d'un tenon sur l'épi est de Port Gardian (AVP EGIS)	Création de 4 épis supplémentaires, rehausse de la digue à la mer et rechargement localisé en sable.	-	-	Stratégie "laisser faire" sur la digue de Véran	Stratégie "laisser faire" sur la digue de Véran	Stratégie "laisser faire" sur la digue de Véran	Maintien des ouvrages existants sur le trait de côte (digue à la mer frontale, épis et brise-lames)	-		
			SUBMERSION	Confortement de la digue du Petit Rhône rive gauche depuis le Mas d'Icard jusqu'à embouchure			Maintien de la digue à la mer	Confortement et Rehausse de la digue à la mer				Création d'une digue de protection traversant la CSME, reliant le Vieux Rhône au Grand Rhône (2 tracés).	Au droit des salins du midi, confortement et rehausse des digues privées actuelles.	Projet de confortement des digues du Grand Rhône aval (CPIER 2022-2027) : de La Louisianne à l'entrée du domaine de la Palissade	
4	E3	Continuité de gestion actuelle sur les ouvrages entretenus et stratégie du "laisser-faire" sur les ouvrages non entretenus. Pas de construction de nouveaux ouvrages : scénario de l'inaction	ÉROSION	-	Maintien des ouvrages existants (épis, brise-lames, digue à la mer)	Maintien des ouvrages existants (digue à la mer frontale avec parement en enrochements)	-	-	Stratégie "laisser faire" sur la digue de Véran	Stratégie "laisser faire" sur la digue de Véran	Stratégie "laisser faire" sur la digue de Véran	Maintien des ouvrages existants sur le trait de côte (digue à la mer frontale, épis et brise-lames)	-		
			SUBMERSION	-			Maintien de la digue à la mer	Maintien de la digue à la mer				Maintien de la digue à la mer (privée sur propriété CSME)	Projet de confortement des digues du Grand Rhône aval (CPIER 2022-2027) : de La Louisianne à l'entrée du domaine de la Palissade		

CAMARGUE INSULAIRE		COMBINAISON DES SCENARIOS EROSION ET SUBMERSION		2/5		BLOC G	BLOC H1	BLOC H2	BLOC H3	BLOC I	BLOC J	BLOC K		BLOC L	BLOC M		BLOC N
				Digue Petit Rhône Rive gauche	Clos du Rhône	Zone portuaire	Centre urbain des Saintes	Plage Est	Entre l'Est de la Plage Est et le Clos d'Esclaux	Entre le Clos d'Esclaux et la digue des Toscans	Entre les Toscans et le Vieux Rhône	Digue de Véran (au droit des parcelles du Conservatoire)	Entre le Vieux Rhône et le Grand Rhône (CSME)		Digue Grand Rhône Rive droite		
5 = 2 bis	E4	Continuité de gestion actuelle et adaptation au changement climatique au droit des zones à enjeux.	EROSION	-	Confortement des ouvrages existants (épis, brise-lames et digue à la mer), rehausse des points bas (yc promenade de Port Gardian), création d'un tenon sur l'épi est de Port Gardian (AVP EGIS)	Création de 4 épis supplémentaires, rehausse de la digue à la mer et rechargement localisé en sable.	-	-	Démantèlement de la digue de Véran	Maintien des ouvrages existants sur le trait de côte (digue à la mer frontale, épis et brise-lames)		-					
		Epis non entretenus : démantèlement (ce qui différencie ce scénario du scénario 2) Pour la protection contre la submersion marine : protection en recul à Salin de Giraud selon un tracé bordant la zone urbanisée et protection en place aux Saintes Maries.	SUBMERSION	Confortement de la digue du Petit Rhône rive gauche depuis le Mas d'Icard jusqu'à embouchure (lot n°6 aval Petit Rhône)			Maintien de la digue à la mer	Confortement et Rehausse de la digue à la mer		Création d'une digue de protection qui borde la limite sud de la zone urbanisée de Salin-de-Giraud, reliant le Vieux Rhône au Grand Rhône	Au droit des salins du midi, confortement et rehausse des digues privées actuelles.	Projet de confortement des digues du Grand Rhône aval (CPIER 2022-2027) : de La Louisianne à l'entrée du domaine de la Palissade					
6 = 3bis	E4	Continuité de gestion actuelle et adaptation au changement climatique au droit des zones à enjeux.	EROSION	-	Confortement des ouvrages existants (épis, brise-lames et digue à la mer), rehausse des points bas (yc promenade de Port Gardian), création d'un tenon sur l'épi est de Port Gardian (AVP EGIS)	Création de 4 épis supplémentaires, rehausse de la digue à la mer et rechargement localisé en sable.	-	-	Démantèlement de la digue de Véran	Maintien des ouvrages existants sur le trait de côte (digue à la mer frontale, épis et brise-lames)		-					
		Epis non entretenus : démantèlement (ce qui différencie ce scénario du scénario 3) Pour la protection contre la submersion marine : protection en recul à Salin de Giraud selon un tracé qui traverse l'exploitation de la CSME – 2 tracés proposés - et protection en place aux Saintes Maries.	SUBMERSION	Confortement de la digue du Petit Rhône rive gauche depuis le Mas d'Icard jusqu'à embouchure (lot n°6 aval Petit Rhône)			Maintien de la digue à la mer	Confortement et Rehausse de la digue à la mer		Création d'une digue de protection traversant la CSME, reliant le Vieux Rhône au Grand Rhône (2 tracés).	Au droit des salins du midi, confortement et rehausse des digues privées actuelles.	Projet de confortement des digues du Grand Rhône aval (CPIER 2022-2027) : de La Louisianne à l'entrée du domaine de la Palissade					
7	E5	Continuité de gestion actuelle et adaptation au changement climatique au droit des zones à enjeux non déplaçables et retour à un littoral originel au droit des zones à enjeux déplaçables (ouvrages CSME) ou sans enjeux.	EROSION	-	Confortement des ouvrages existants (épis, brise-lames et digue à la mer), rehausse des points bas (yc promenade de Port Gardian), création d'un tenon sur l'épi est de Port Gardian (AVP EGIS)	Création de 4 épis supplémentaires et rechargement localisé en sable.	-	-	Démantèlement de la digue de Véran	Démantèlement des digues frontales, épis et brise-lames		-					
		Pour la protection contre la submersion marine : réduction de la vulnérabilité des zones urbanisées.	SUBMERSION	-			Réduction de la vulnérabilité (batardeaux mis en place à chaque tempête) pour les bâtiments des Saintes-Maries-de-la-Mer	Maintien de la digue à la mer		Maintien de la digue à la mer	Maintien de la digue à la mer	Réduction de la vulnérabilité (batardeaux mis en place à chaque tempête) pour les bâtiments de Salin de Giraud.	Au droit des salins du midi, des digues privées sont construites par la CSME en dehors du fuseau 0/100	Projet de confortement des digues du Grand Rhône aval (CPIER 2022-2027) : de La Louisianne à l'entrée du domaine de la Palissade			

		CAMARGUE INSULAIRE COMBINAISON DES SCENARIOS EROSION ET SUBMERSION 3/5		BLOC G	BLOC H1	BLOC H2	BLOC H3	BLOC I	BLOC J	BLOC K		BLOC L	BLOC M		BLOC N
				Digue Petit Rhône Rive gauche	Clos du Rhône	Zone portuaire	Centre urbain des Saintes	Plage Est	Entre l'Est de la Plage Est et le Clos d'Esclaux	Entre le Clos d'Esclaux et la digue des Toscans	Entre les Toscans et le Vieux Rhône (chemin d'accès à Beauduc)	Digue de Véran (au droit des parcelles du Conservatoire)	Entre le Vieux Rhône et le Grand Rhône (CSME)		Digue Grand Rhône Rive droite
8 = 2 ter		EROSION	-						-	-		Démantèlement de la digue de Véran	Démantèlement des digues frontales, épis et brise-lames		-
		SUBMERSION	Continuité de gestion actuelle et adaptation au changement climatique au droit des zones à enjeux non déplaçables et retour à un littoral originel au droit des zones à enjeux déplaçables (ouvrages CSME) ou sans enjeux. Pour la protection contre la submersion marine : protection en recul Salin de Giraud selon un tracé bordant la zone urbanisée et protection en place aux Saintes Maries. A la différence du scénario 5, les ouvrages de la CSME sont démantelés. Des digues privées sont construites par la CSME en dehors du fuseau d'érosion 0-100 ans pour assurer sa protection.	Confortement de la digue du Petit Rhône rive gauche depuis le Mas d'Icard jusqu'à embouchure pour éviter les submersions marines par contournement	Confortement des ouvrages existants (épis, brise-lames et digue à la mer), rehausse des points bas (yc promenade de Port Gardian), création d'un tenon sur l'épi est de Port Gardian (AVP EGIS)		Création de 4 épis supplémentaires, rehausse de la digue à la mer et rechargement localisé en sable.	Maintien de la digue à la mer	Confortement et Rehausse de la digue à la mer	Démantèlement de la digue de Véran	Création d'une digue de protection qui borde la limite sud de la zone urbanisée de Salin-de-Giraud, reliant le Vieux Rhône au Grand Rhône.		Au droit des salins du midi, des digues privées sont construites par la CSME en dehors du fuseau 0/100 de l'érosion du trait de côte.	Projet de confortement des digues du Grand Rhône aval (CPIER 2022-2027) : de La Louisiane à l'entrée du domaine de la Palissade	
9		EROSION	-						-		-		Démantèlement de la digue de Véran	Démantèlement des digues frontales, épis et brise-lames	
		SUBMERSION	Continuité de gestion actuelle et adaptation au changement climatique au droit des zones à enjeux non déplaçables et retour à un littoral originel au droit des zones à enjeux déplaçables (ouvrages CSME) ou sans enjeux. Pour la protection contre la submersion marine : digue de protection rapprochée autour de Salin-de-Giraud et des Saintes Maries, en complément d'un renforcement de la protection frontale aux Saintes.	Confortement de la digue du Petit Rhône rive gauche depuis le Mas d'Icard jusqu'à embouchure pour éviter les submersions marines par contournement	Confortement des ouvrages existants (épis, brise-lames et digue à la mer), rehausse des points bas (yc promenade de Port Gardian), création d'un tenon sur l'épi est de Port Gardian (AVP EGIS)	création d'une digue de protection rapprochée sur la route de Cacharel	Création de 4 épis supplémentaires et rechargement localisé en sable.	Maintien de la digue à la mer	Maintien de la digue à la mer	Maintien de la digue à la mer	Démantèlement de la digue de Véran	Digue de protection rapprochée autour de Salin de Giraud.		Au droit des salins du midi, des digues privées sont construites par la CSME en dehors du fuseau 0/100 de l'érosion du trait de côte.	Projet de confortement des digues du Grand Rhône aval (CPIER 2022-2027) : de La Louisiane à l'entrée du domaine de la Palissade

CAMARGUE INSULAIRE COMBINAISON DES SCENARIOS EROSION ET SUBMERSION 4/5		BLOC G	BLOC H1	BLOC H2	BLOC H3	BLOC I	BLOC J	BLOC K		BLOC L	BLOC M		BLOC N
		Digue Petit Rhône Rive gauche	Clos du Rhône	Zone portuaire	Centre urbain des Saintes	Plage Est	Entre l'Est de la Plage Est et le Clos d'Esclaux	Entre le Clos d'Esclaux et la digue des Toscans	Entre les Toscans et le Vieux Rhône	Digue de Véran (au droit des parcelles du Conservatoire)	Entre le Vieux Rhône et le Grand Rhône (CSME)		Digue Grand Rhône Rive droite
10	E5 BIS	Continuité de gestion actuelle et adaptation au changement climatique au droit des zones à enjeux non déplaçables et retour à un littoral originel au droit des zones à enjeux déplaçables (ouvrages CSME) ou sans enjeux.	EROSION	-	Confortement des ouvrages existants (épis, brise-lames et digue à la mer), rehausse des points bas (yc promenade de Port Gardian), création d'un tenon sur l'épi est de Port Gardian (AVP EGIS)	Création d'une digue de protection rapprochée sur la route de Cacharel	Stratégie du "Laisser faire" sur les enrochements de la digue à la mer frontale avec parement en enrochements	-	-	Démantèlement de la digue de Véran	Démantèlement des digues frontales, épis et brise-lames		-
		Pour la protection contre la submersion marine : digue de protection rapprochée autour des Saintes Maries et de Salin-de-Giraud. La digue à la mer n'est plus entretenue au-delà du pertuis de la Fourcade et il n'est pas prévu d'épis supplémentaires à la plage Est (ce qui différencie ce scénario du 9).		SUBMERSION							Confortement de la digue du Petit Rhône rive gauche depuis le Mas d'Icard jusqu'à embouchure (lot n°6 aval Petit Rhône)	Projet de confortement des digues du Grand Rhône aval (CPIER 2022-2027) : de La Louisiane à l'entrée du domaine de la Palissade	
11		Retour à la Camargue originelle (plus d'enrochements sur le rivage), délocalisation totale des Saintes Maries, construction d'une digue de protection rapprochée autour de Salin-de-Giraud. La digue à la mer n'est plus entretenue.	EROSION	-	Démantèlement des enrochements	Démantèlement des enrochements	-	-	Démantèlement de la digue de Véran	Démantèlement des digues frontales, épis et brise-lames		-	
			SUBMERSION	-	Délocalisation totale	Stratégie du "laisser faire" sur la digue à la mer	Stratégie du "laisser faire" sur la digue à la mer	Stratégie du "laisser faire" sur la digue à la mer	Digue de protection rapprochée autour de Salin de Giraud.	Au droit des salins du midi, des digues privées sont construites par la CSME en dehors du fuseau 0/100 de l'érosion du trait de côte.	Projet de confortement des digues du Grand Rhône aval (CPIER 2022-2027) : de La Louisiane à l'entrée du domaine de la Palissade		
12	E6	Retour à la Camargue originelle (plus d'enrochements sur le rivage).	EROSION	-	Démantèlement des enrochements	Démantèlement des enrochements	-	-	Démantèlement de la digue de Véran	Démantèlement des digues frontales, épis et brise-lames		-	
		Délocalisation partielle des Saintes Maries, réduction de la vulnérabilité pour les biens restants et à Salin-de-Giraud. La digue à la mer est maintenue en l'état sur les secteurs où elle est en recul par rapport au rivage.	SUBMERSION	-	Délocalisation du fuseau 0-100 (zone érodée d'ici 100 ans) des Saintes Maries.	Réduction de la vulnérabilité des biens restants.	Stratégie du "laisser faire" sur la digue à la mer	Stratégie du "laisser faire" sur la digue à la mer	Stratégie du "laisser faire" sur la digue à la mer	Réduction de la vulnérabilité (batardeaux mis en place à chaque tempête) pour les bâtiments de Salin de Giraud.	Au droit des salins du midi, des digues privées sont construites par la CSME en dehors du fuseau 0/100 de l'érosion du trait de côte.	Projet de confortement des digues du Grand Rhône aval (CPIER 2022-2027) : de La Louisiane à l'entrée du domaine de la Palissade	
13		Retour à la Camargue originelle (plus d'enrochements sur le rivage).	EROSION	-	Démantèlement des enrochements	Démantèlement des enrochements	-	-	Démantèlement de la digue de Véran	Démantèlement des digues frontales, épis et brise-lames		-	
		Délocalisation des Saintes Maries de la Mer et de Salin de Giraud	SUBMERSION	-	Délocalisation totale des Saintes-Maries	Stratégie du "laisser faire" sur la digue à la mer	Stratégie du "laisser faire" sur la digue à la mer	Stratégie du "laisser faire" sur la digue à la mer	Délocalisation totale de Salin-de-Giraud	-			
14		« Laisser-faire »	EROSION NET SUBMERSION	Stratégie du laisser-faire sur l'ensemble du littoral (plus d'entretien des ouvrages existants, pas de nouveaux aménagements)									

CAMARGUE INSULAIRE		COMBINAISON DES SCENARIOS EROSION ET SUBMERSION		5/5		BLOC G	BLOC H1	BLOC H2	BLOC H3		BLOC I	BLOC J	BLOC K		BLOC L	BLOC M		BLOC N
				Digue Petit Rhône Rive gauche	Clos du Rhône	Zone portuaire	Centre urbain des Saintes		Plage Est	Entre l'Est de la Plage Est et le Clos d'Esclaux	Entre le Clos d'Esclaux et la digue des Toscans	Entre les Toscans et le Vieux Rhône	Digue de Véran (au droit des parcelles du Conservatoire)	Entre le Vieux Rhône et le Grand Rhône (CSME)		Digue Grand Rhône Rive droite		
15		Phasage de la réponse proposée au Clos du Rhône Confortement digue à la mer au-delà du clos du Rhône jusqu'à la plage Est inclus à un niveau proche de l'actuel (100 ans actuel) Réduction de la vulnérabilité au niveau des zones urbanisées	EROSION	-	Maintien (court/moyen terme)	Confortement des ouvrages selon les standards actuels de gestion des ouvrages portuaires	Confortement à un niveau centennal actuel et rechargement		- (pas d'épis)	-	-	Stratégie "laisser faire" sur la digue de Véran		Stratégie du « laisser-faire » sur les épis et brise-lames		-		
			SUBMERSION	Confortement de la digue du Petit Rhône rive gauche périmètre à définir en fonction de la submersion	puis long terme : laisser-faire et relocalisation progressive des enjeux (campings)		Maintien du niveau de protection actuel (confortement ponctuel possible pour homogénéiser le niveau de protection)	Réduction vulnérabilité inondation	Maintien du niveau de protection actuel (confortement ponctuel possible pour homogénéiser le niveau de protection)	Maintien de la digue à la mer (entretien courant)	Maintien de la digue à la mer (entretien courant)	Réduction de la vulnérabilité	Confortement de la digue privée actuelle des Salin-du-midi	Projet de confortement des digues du Grand Rhône aval (CPIER 2022-2027) : de La Louisianne à l'entrée du domaine de la Palissade				
16		Phasage de la réponse proposée au Clos du Rhône Confortement digue à la mer au-delà du clos du Rhône à un niveau centennal 2100 pour la zone urbaine des Saintes et décennal pour le reste du territoire Digues de protection rapprochées autour des zones urbanisées	EROSION	-	Maintien (court/moyen terme)	Confortement des ouvrages selon les standards actuels de gestion des ouvrages portuaires	Confortement à niveau centennal 2100		- (pas d'épis)	-	-	Stratégie "laisser faire" sur la digue de Véran		Stratégie du « laisser-faire » sur les épis et brise-lames		-		
			SUBMERSION	Confortement de la digue du Petit Rhône rive gauche périmètre à définir en fonction de la submersion	puis long terme : laisser-faire et relocalisation progressive des enjeux (campings)		Digue de protection rapprochée à envisager entre 2050 et 2100	Confortement de la digue à la mer à un niveau centennal actuel	Confortement de la digue à la mer à un niveau centennal actuel	Confortement de la digue à la mer à un niveau centennal actuel	Digue de protection rapprochée autour de Salin de Giraud.	Confortement de la digue privée actuelle des Salin-du-midi	Projet de confortement des digues du Grand Rhône aval (CPIER 2022-2027) : de La Louisianne à l'entrée du domaine de la Palissade					
17		Phasage de la réponse proposée au Clos du Rhône Confortement digue à la mer au-delà du clos du Rhône à un niveau centennal 2100 Digue de protection rapprochée autour de Salin-de-Giraud	EROSION	-	Maintien (court/moyen terme)	Confortement des ouvrages selon les standards actuels de gestion des ouvrages portuaires	Confortement à un niveau centennal 2100		- (pas d'épis)	-	-	Stratégie "laisser faire" sur la digue de Véran		Stratégie du « laisser-faire » sur les épis et brise-lames		-		
			SUBMERSION	Confortement de la digue du Petit Rhône rive gauche périmètre à définir en fonction de la submersion	puis long terme : laisser-faire et relocalisation progressive des enjeux (campings)		Confortement de la digue à la mer à un niveau millénal actuel	Confortement de la digue à la mer à un niveau millénal actuel	Confortement de la digue à la mer à un niveau millénal actuel	Digue de protection rapprochée autour de Salin de Giraud	Confortement de la digue privée actuelle des Salin-du-midi	Projet de confortement des digues du Grand Rhône aval (CPIER 2022-2027) : de La Louisianne à l'entrée du domaine de la Palissade						

Tableau 12 : Combinaison des réponses érosion/submersion et définition des scénarios – RIVE GAUCHE 1/1			BLOC O	BLOC P	BLOC Q	BLOC R	
			Digues du Grand Rhône rive gauche	Plage Napoléon	They de la Gracieuse	Anse de Carteau	
1	E1	Scénario fixiste.	EROSION	-	-	SFN mise en œuvre par le GPMM	Confortement des épis de la plage Olga
		Digue de protection rapprochée pour la protection contre la submersion marine.	SUBMERSION	Projet de confortement des digues du Grand Rhône aval (CPIER 2022-2027) : du canal du Rhône à Fos jusqu'à l'écluse de PSL	Digue de protection rapprochée au plus près des enjeux et portes anti tempête		
2	E2	Continuité de gestion actuelle et adaptation au changement climatique au droit des zones à enjeux.	EROSION	-	-	SFN mise en œuvre par le GPMM	Stratégie "laisser faire" sur les épis
		Epis non entretenus : "laisser faire". Réduction de la vulnérabilité des zones urbanisées.	SUBMERSION	Projet de confortement des digues du Grand Rhône aval (CPIER 2022-2027) : du canal du Rhône à Fos jusqu'à l'écluse de PSL	Réduction de la vulnérabilité pour les bâtiments de Port Saint Louis du Rhône.		
3	E2	Continuité de gestion actuelle et adaptation au changement climatique au droit des zones à enjeux.	EROSION	-	-	SFN mise en œuvre par le GPMM	Stratégie "laisser faire" sur les épis
		Epis non entretenus : "laisser faire". Digue de protection rapprochée pour la protection contre la submersion marine	SUBMERSION	Projet de confortement des digues du Grand Rhône aval (CPIER 2022-2027) : du canal du Rhône à Fos jusqu'à l'écluse de PSL	Digue de protection rapprochée au plus près des enjeux et portes anti tempête		
4	E3	Continuité de gestion actuelle sur les ouvrages entretenus et stratégie du "laisser-faire" sur les ouvrages non entretenus. Pas de construction de nouveaux ouvrages sur le littoral : scénario de l'inaction	EROSION	-	-	-	Stratégie "laisser faire" sur les épis
			SUBMERSION	Projet de confortement des digues du Grand Rhône aval (CPIER 2022-2027) : du canal du Rhône à Fos jusqu'à l'écluse de PSL			
5	E6	Retour à la Camargue originelle sur le trait de côte.	EROSION	-	-	-	Démantèlement épi de la plage Olga
		Digue de protection rapprochée pour la protection contre la submersion marine.	SUBMERSION	Projet de confortement des digues du Grand Rhône aval (CPIER 2022-2027) : du canal du Rhône à Fos jusqu'à l'écluse de PSL	Digue de protection rapprochée au plus près des enjeux et portes anti tempête		
6	E6	Retour à la Camargue originelle sur le trait de côte.	EROSION	-	-	-	Démantèlement épi de la plage Olga
		Réduction de la vulnérabilité des zones urbanisées.	SUBMERSION	Projet de confortement des digues du Grand Rhône aval (CPIER 2022-2027) : du canal du Rhône à Fos jusqu'à l'écluse de PSL	Réduction de la vulnérabilité pour les bâtiments de Port Saint Louis du Rhône.		
7	E6	Retour à la Camargue originelle (plus d'enrochements sur le rivage).	EROSION	-	-	-	Démantèlement épi de la plage Olga
		Délocalisation de Port-Saint-Louis-du-Rhône	SUBMERSION	Délocalisation totale de Port Saint Louis du Rhône			

5 CRITERES RETENUS POUR L'ANALYSE MULTI-CRITERES (AMC)

5.1 LISTE DES CRITERES RETENUS

Les critères proposés pour l'analyse multicritères sont détaillés ci-dessous :

Tableau 13 : Critères proposés pour l'AMC et échelle d'évaluation

Fonctionnement vis-à-vis des risques submersion et érosion	1. Efficacité pour la gestion du processus d'érosion et adaptation du territoire au recul du trait de côte
	2. Efficacité de la mesure sur le nombre de personnes exposées à l'érosion côtière
	3. Efficacité de la mesure sur le nombre de personnes inondées par une submersion
	4. Efficacité de la mesure sur le nombre de personnes inondées par une submersion et en situation de danger
	5. Durabilité et adaptabilité du scénario face à la montée du niveau marin
Environnement et paysages	6. Destruction ou altération de zones humides littorales
	7. Destruction ou altération d'habitats marins
	8. Impact paysager
Aspects socio-économiques	9. Usages (effets sur l'agriculture, le tourisme, les activités économiques, les infrastructures, en particulier effets sur l'accès au port de Port Camargue et sur le dépôt de carburant de l'Espiguette)
	10. Acceptabilité locale (usagers, riverains)
Aspects économiques	11. Rentabilité économique à 50 ans
	12. Capacité financière du territoire à entretenir les aménagements
	13. Eligibilité aux subventions publiques (y compris compatibilité avec la stratégie nationale de la bande côtière et les stratégies régionales)
Aspects juridico-administratifs	14. Compatibilité avec la stratégie nationale de la bande côtière et les stratégies régionales
	15. Compatibilité avec les objectifs de gestion des différents sites naturels
	16. Faisabilité législative et réglementaire (autorisation, DUP, compatibilité avec la gestion du DPM, compatibilité avec la stratégie nationale de la bande côtière et les stratégies régionales)

	Très favorable
	Favorable
	Neutre
	Défavorable
	Très défavorable

Détails de certains critères :

1. Efficacité pour la gestion du processus d'érosion et adaptation du territoire au recul du trait de côte :

Une solution fondée sur la nature peut par exemple atténuer le processus d'érosion mais sans maintenir le trait de côte : l'érosion est ralentie mais se poursuit. A l'inverse, une digue frontale en enrochements maintient le trait de côte en place mais n'atténue pas le processus d'érosion puisque les fonds se creusent au pied de l'ouvrage.

2. Efficacité de la mesure sur le nombre de personnes inondées par une submersion :
L'analyse des modélisations de submersion marine permet de déterminer le nombre de personnes inondées avant et après la mise en œuvre de l'aménagement.

3. Efficacité de la mesure sur le nombre de personnes inondées par une submersion et en situation de danger:
Les personnes sont considérées en situation de danger en cas d'inondation lorsque la hauteur d'eau dans le logement ou le bâtiment est supérieure à 1 m.

4. Durabilité et adaptabilité du scénario face à la montée du niveau marin :
Il s'agit d'analyser la durabilité, c'est-à-dire la durée de vie du scénario, et son adaptabilité au-delà de 2100 : par exemple, dans le cas d'un ouvrage : peut-il être adapté en cas d'élévation marine plus forte que l'élévation dimensionnante ?

Pour un scénario donné, chaque critère est évalué selon l'échelle présentée ci-dessus. Il n'est pas prévu de pondération entre les critères : l'appréciation globale du scénario est effectuée à dire d'expert.

Un critère « Très défavorable » sera rédhibitoire pour le scénario étudié. Par exemple, un critère très défavorable pour la faisabilité réglementaire et législative signifie que le projet ne pourrait être autorisé. Ce scénario serait donc éliminé.

5.2 COMPARAISON DE COÛTS ESTIMATIFS ET COÛTS TRAVAUX POUR DIFFERENTS TYPE D'AMENAGEMENT

Le Symadrem a mené un recensement exhaustif des coûts des aménagements qu'il a déjà réalisés sur le littoral, des coûts estimatifs au stade AVP d'aménagements non réalisés à ce jour et des coûts d'entretien des ouvrages du littoral sur la période 2006-2023. Des acteurs du littoral ayant porté des aménagements spécifiques (réalisé ou à l'étude) ont également été questionnés au sujet des coûts de ces aménagements.

Ces coûts sont comparés au fourchette de coûts indiqués dans le rapport Cerema (2018) [L204], « Coût des protections contre les aléas littoraux ».

a. Coût d'investissement

Pour les coûts en investissement, l'ensemble des informations recueillies est synthétisé dans le tableau ci-dessous.

Tableau 14 : Recensement des coûts en investissement pour différents types d'aménagement

Comparaison de coûts estimatifs et coûts travaux pour différents types d'aménagement	Source de la donnée	MI	Coût (€ HT)	€/ml	M€/km	Guide CEREMA "Coût des protections contre les aléas littoraux" – 2018 [L204]
Confortement des épis et brises-lame existants						
Epi ouest de Port Gardian (confortement de la carapace, butée de pieds, musoir en accropodes)	TRAVAUX 2023	190	2 300 000	12 105	12,1	Coûts observés sur les brises-lames en enrochements Travaux de confortement (1 opération recensée) : 2800 €/m pour une hauteur de 4,5 m
Epi tenon du clos du Rhône (confortement de la carapace et butée de pied)	AVP 2021 EGIS	172	786 207 €	4 571	4,6	
Epi tenon des amphores (confortement de la carapace et butée de pied)	AVP 2021 EGIS	150	608 103 €	4 054	4,1	
Grand épi en T du Thalacap (ajout d'une butée de pied)	AVP 2021 EGIS	128	290 106 €	2 266	2,3	
Brise lame 1 et 2 du Clos du Rhône (ajout d'une butée de pied)	AVP 2021 EGIS	250	588 126 €	2 353	2,4	
Réhabilitation des épis de la Plage du Boucanet	AVP 2020 CASAGEC	1000	632 500 €	633 €	0,6	
Création d'épis et de brise-lames						
Création d'un tenon sur l'épi Est de Port Gardian	AVP 2021 EGIS	110	1 039 039 €	9 446	9,4	Coût globaux des opérations de construction, reconstruction et réfection : Epi en enrochements; hauteur de 3 à 4 m : 3600<3800<4000 €/m Brise-lames, hauteur de 4 à 6 m : 4200<6600<8800 €/m
Création de 4 nouveaux épis à la plage Est et rechargement localisé en sable (100 000 m3)	AVP 2021 EGIS	720	4 461 836 €	6 197	6,2	
Clos du Rhône : création de l'épi tenon et des brises lames 1 et 2	TRAVAUX 2003	532	2 400 000 €	4 511	4,5	
Prolongement de l'épi de la Fourcade (+90 m) Construction de l'épi transversal "Camille" (50) Construction d'un tenon (50 m) et reprofilage du Grand épi Est (+90 m)	TRAVAUX 2006-2007	280	1 350 000 €	4 821	4,8	
Construction de l'épi Est des Launes et du Petit Brise Lame du poste de secours n2	TRAVAUX 2009	345	1 460 000 €	4 232	4,2	
Construction du Petit Brise Lame du Grand Large et de l'épi Ouest des Launes	TRAVAUX 2010-2011	348	1 433 548 €	4 119	4,1	
Construction du brise lame Ouest du Grand Large	TRAVAUX 2010-2011	343	1 817 070 €	5 298	5,3	
Rechargement massif en sable						
Rechargement de la Plage Est, sable de Beauduc, circulation sur l'estran (330 000 m3)	AVP 2021 EGIS	1150	3 946 000 €	3 431	3,4	Transport par voie terrestre et régalaage : entre 5 €/m3 (distance du gisement de 3,5 km) et 18 €/m3 (distance de 50 km) Drague aspiratrice stationnaire : - 11<11,5<12 €/m3 : distance entre 0,2 et 0,7 km - 17<18,5<20 €/m3 : distance entre 3,5 et 7,7 km
		330 000 m3		12 €/m3		
Rechargement de la Plage Est, sable de Beauduc, circulation sur la DAM (330 000 m3)	AVP 2021 EGIS	1150	4 923 150 €	4 281	4,3	
		330 000 m3		15 €/m3		
Rechargement de la Plage Est, sable de l'Espiguette, approvisionnement par voie maritime (330 000 m3)	AVP 2021 EGIS	1150	6 222 650 €	5 411	5,4	
		330 000 m3		19 €/m3		
Rechargement de la plage du Boucanet par dragage/refoulement (100 000 m3)	AVP 2020 CASAGEC	780	1 857 250 €	2 381	2,4	
		100 000 m3		19 €/m3		
Création ou renforcement de cordon dunaire						
Création d'un cordon dunaire - hauteur 1,20 m	AVP 2019 - BRL	480	305 900 €	637	0,6	Apport massif de sable (création cordon dunaire) : 300<500<700 €/ml Réhabilitation et confortement de cordon dunaire : - apport massif en front de mer : 250<290<320€/m - intervention sur cordons dunaires intérieurs : 100 €/m
Création d'un cordon dunaire - forme plus proche d'une dune naturelle (faible largeur en crête, pente douce) - hauteur 1,20 m	AVP 2019 - BRL	480	281 175 €	586	0,6	
Création d'un cordon dunaire - variante sablo-argileuse - hauteur 1,20 m	AVP 2019 - BRL	480	132 480 €	276	0,3	
Travaux de réhabilitation d'un cordon dunaire de second rang sur le massif de l'Espiguette : Création et réhabilitation de cordon dunaire sur 900 m Surélévation de chemin existant sur 2250 m Confortement de talus artificiel déjà existants sur 1600 ml	DIG du projet	5050	1 082 000 €	214	0,2	
Renforcement du cordon dunaire du Boucanet sur ouvrages et replantation, mise en place de ganivelles, plantation	AVP 2020 CASAGEC			162	0,2	
Renforcement du cordon dunaire des Baronnetts	TRAVAUX 2023	100	117 000 €	1 170	1,2	

Comparaison de coûts estimatifs et coûts travaux pour différents types d'aménagement	Source de la donnée	MI	Coût (€ HT)	€/ml	M€/km	Guide CEREMA "Coût des protections contre les aléas littoraux" - 2018 [L204]
Rehausse ou création de digues						
Création d'une digue homogène (alternative : digue zonée) avec protection en enrochements et talus à 5H/2V. Hauteur 2m à 2m50. En recul par rapport à la mer.	AVP 2019 - BRL (digue de second rang à Salin-de-Giraud)	25 000	34 650 000 € (34 115 000 €)	1390 (1370)	1,4	Digue sans parement en enrochements : 420 €/ml (hauteur de 1,3 m, yc fondation) 900<1000<1200 €/ml (hauteurs de 2 à 3 m, y compris fondation) Digue avec parement en enrochements : 2000<2500<3100 €/ml (hauteurs de 2 à 3 m)
Création d'une digue traitee à la chaux et talus à 5H/2V - traitement en centrale (alternative : traitement par pulvimixeur). Hauteur 2m à 2m50. En recul par rapport à la mer.	AVP 2019 - BRL (digue de second rang à Salin-de-Giraud)	25 000	35 587 000 € (31 569 000 €)	1425 (1265)	1,3 à 1,4	
Création d'une digue homogène avec talus à 5H/2V, rehaussé d'un muret de protection chasse-vague, protection par une carapace en enrochements. Hauteur 2m à 2m50. En recul par rapport à la mer.	AVP 2019 - BRL (digue de second rang à Salin-de-Giraud)	25 000	34 024 000 €	1365	1,4	
Création d'une digue homogène (alternative : digue zonée) avec protection en techniques végétales et talus à 5H/1V. Hauteur 2m à 2m50. En recul par rapport à la mer.	AVP 2019 - BRL (digue de second rang à Salin-de-Giraud)	25 000	32 700 000 € (31 521 000 €)	1310 (1265)	1,3	
Rehausse de la digue à la mer d'une hauteur de 10 à 20 cm , protection des talus en technique mixte : pieux bois et matériau granulaire + végétation ou végétation + 1 ligne d'enrochement en pied. En recul par rapport à la mer.	AVP 2021 - EGIS	3137	1 283 770,00 €	409	0,4	
Rehausse de la digue à la mer d'une hauteur de 40 cm , protection des talus en matelas gabion. En recul par rapport à la mer.	AVP 2021 - EGIS	3 769	2 216 890,50 €	588	0,6	
Rehausse de la digue à la mer d'une hauteur de 1 à 1,70 m , protection des talus technique mixte : galets ou matelas gabion. En recul par rapport à la mer.	AVP 2021 - EGIS	6 456	5 044 289,50	781	0,8	
Perrés et murs et ouvrages de soutènement						
Rehausse de la promenade de Port Gardian : Démolition du muret existant, contrustruction d'un mur résistant à la surverse, avec vitres blindées sur les secteurs avec covisibilité, mise en place de batardeaux amovibles Hauteur du mur : 1 m, fondation 70 cm <i>Le coût retenu correspond au coût sans les options sur les parties amovibles.</i>	AVP 2021 - EGIS	460	2 067 815 €	4 495	0,3	Murs en béton et barrières anti-submersion avec fondation de 1m : 1000<1300<2000 €/ml (hauteurs de 0,70 à 1,2 m hors fondations) Mur en béton avec fondations de profondeur 1 m : 1600 (hauteurs de 2 à 3 m) Muret en béton avec fondations superficielles : 100<165<210 (hauteurs de 0,5 à 0,70 m hors fondations)
Démantèlement d'ouvrage en enrochements						
Démantèlement d'enrochements en front de mer : Projet VIAS Ouest : 860 m de rehabilitation de cordon dunaire comprenant le retrait des enrochements)	Guide CEREMA "Coût des protections contre les aléas littoraux" - 2018	860	732 953 €	852 comprend la réhabilitation du cordon dunaire	0,9	
Retrait des enrochements longitudinaux de la plage du Boucanet (yc 15% d'aléas et divers)	AVP 2020 CASAGEC	290	80 040 €	276	0,3	
Adapto Vieux Salins d'Hyères. Scénario "S'adapter" : désenrochement de 550 ml au droit de l'étang des Anglais : - démontage de la clôture permettant d'accéder au site en début de chantier, puis repose à la fin du chantier - déplacement des banquettes de posidonies en place sur les enrochements en amont de la zone d'intervention - dépose soignée des enrochements, gravats et autres blocs de béton, apparents avec des moyens adaptés - nettoyage des déchets divers mélangés aux enrochements et évacuation en décharge agréée, - chargement, transport, mise en stock, tri et récupération des enrochements réutilisables - chargement et évacuation des enrochements non-réutilisables vers une décharge agréée - remise en place des banquettes de posidonies déplacées sur une épaisseur d'environ 0,30 m	Conservatoire du Littoral. Coût 2019	550		220	0,2	
Démantèlement d'ouvrages en enrochements en mer (de type épis ou brises lame)	pas de données à ce jour					

b. Coût d'exploitation

Pour les coûts d'exploitation, l'ensemble des informations recueillies est synthétisé dans le tableau page suivante.

Les coûts d'exploitation des ouvrages du Symadrem ont été classé selon différents catégories (épis et brise-lames ; digue frontale, digue en recul par rapport au rivage...etc..).

Les coûts d'entretien sont payés en € TTC par la collectivité. Dans le tableau page suivante, pour pouvoir établir la comparaison avec le guide CEREMA, dans lequel tous les coûts sont en € HT, les coûts d'entretien du Symadrem ont été ramenés en € HT. Pour les phases ultérieures de l'étude, ce sont bien les coûts en € TTC qui seront pris en compte.

Tableau 15 : Recensement des coûts en exploitation pour différents types d'aménagement

	REX SYMADREM 2006-2023			Guide CEREMA "Coût des protections contre les aléas littoraux" – 2018 [L204]	D'après guide CEREMA "Coût des protections contre les aléas littoraux" – 2018 [L204], en considérant une intervention tous les 15 ans
	COÛT ENTRETIEN TOTAL €TTC sur [2006 ;2023]	LINEAIRE KM	COÛT MOYEN ANNUEL D'ENTRETIEN €HT/ KM	Coût linéaire d'entretien € HT/ml	COÛT MOYEN ANNUEL D'ENTRETIEN €HT/ KM
DIGUE ENROCHEE FRONTALE (cas de la digue à la mer au niveau de la Plage Est)	1 051 107.62	0,75	68 700 €	-	-
EPIS ET BRISE-LAMES	2 849 862.04	4,11	34 000 €	Brise-lames - enrochements et béton - réparation ponctuelles 440 €/ml (hauteur de 4 m) Epis enrochements 315<675<970 €/ml (hauteurs 1 à ,5 m)	Brise lame : 29 000 €/km/an Epis : 21 000 < 45 000 < 65 000 €/km/an
DIGUE ENROCHEE PROTEGEE PAR EPI ET BL (cas de la digue à la mer au niveau du centre-ville des Saintes-Maries)	326 984.48	3,88	4 200 €	Terrassement et enrochements - Travaux ponctuels (digue) : 20<100<250 €/ml (hauteur de 1 à 4 m environ)	1500 < 7000 < 17 000 €/km/an
DIGUE EN TERRE EN REcul (cas de la digue à la mer, entre la fin de la plage Est et le Vieux Rhône)	281 531.12	21,046	700 €	Terrassement (digue) : 30<60<90 €/ml (hauteur de 2 m environ)	2000 < 4000 < 6000 €/km/an

5.3 COUTS RETENUS PAR TYPE DE REPONSE POUR L'ANALYSE MULTICRITERE

Cas de la délocalisation :

Pour estimer le coût de la délocalisation, le Symadrem s'est basé sur le retour d'expérience de l'EBTP Gardons qui porte actuellement un projet de démolition d'une trentaine de maison dans un quartier inondable d'Alès.

L'enveloppe alloué au projet à Alès est de 6,5 millions d'euros pour 28 maisons, soit 232 143 € par habitations.

La superficie des maisons est de l'ordre de 80 à 120 m² avec une moyenne à 100 m² environ. Le coût de délocalisation par m² est donc de 2321 €/m².

Le prix moyen de vente dans ce quartier est de 1792 €/m² pour une maison (source : site meilleuragent). Ainsi, le coût de l'opération, hors acquisition de la maison est de 530 €/m².

Ce coût correspond :

- Au cout de démolition (environ 20 000 €/maison) ;
- Au cout des diagnostics obligatoires amiante, plomb, termites (environ 800€/maison) ;
- Au frais notariés : 3000 à 4000 €/habitation
- Au coût de traitement de l'amiante le cas échéant : de l'ordre de 6000 €/habitation , jusqu'à 40 000 €.

Il n'était pas proposé de solution de relogement au propriétaire. En revanche, des conventions d'occupation temporaire de 6 mois, prolongeable, ont été signées avec les propriétaires qui en faisaient la demande, le temps qu'ils trouvent une solution de relogement.

L'ensemble des ventes a été effectué à l'amiable. Le prix des habitations est estimé par France Domaine, sans décote liée à l'inondabilité du bien.

➤ Application aux Saintes-Maries-de-la-Mer :

Le coût hors acquisition est considéré comme fixe, indépendamment de la valeur du bien, soit 530 €/m².

Le prix moyen de vente pour une maison aux Saintes-Maries-de-la-Mer (juin 2024) est de 4 788 €/m² (source : site meilleuragent), arrondi à 4 800 €/m².

Ainsi le coût acquisition + autres coûts retenu est de 5 330 €/m², arrondi à **5300 €/m²**.

➤ Application au Grau du Roi :

Le coût hors acquisition est considéré comme fixe, indépendamment de la valeur du bien, soit 530 €/m².

Le prix moyen de vente pour une maison au Grau-du-Roi (juin 2024) est de 5 258 €/m² (source : site meilleuragent), arrondi à 5 260 €/m².

Ainsi le coût acquisition + autres coûts retenu est de 5 790 €/m², arrondi à **5 800 €/m²**.

➤ Application à Aigues-Mortes :

Le coût hors acquisition est considéré comme fixe, indépendamment de la valeur du bien, soit 530 €/m².

Le prix moyen de vente pour une maison à Aigues-Mortes (juin 2024) est de 4 117 €/m² (source : site meilleuragent), arrondi à 4 120 €/m².

Ainsi le coût acquisition + autres coûts retenu est de **4 650 €/m²**.

➤ Application à Salin-de-Giraud :

Le coût hors acquisition est considéré comme fixe, indépendamment de la valeur du bien, soit 530 €/m².

Le prix moyen de vente pour une maison à Salin-de-Giraud (juin 2024) est de 3 197 €/m² (source : site meilleuragent), arrondi à 3 200 €/m².

Ainsi le coût acquisition + autres coûts retenu est de 3 730 €/m² arrondi à **3 700 €/m²**.

➤ Application à Port-Saint-Louis-du-Rhône :

Le coût hors acquisition est considéré comme fixe, indépendamment de la valeur du bien, soit 530 €/m².

Le prix moyen de vente pour une maison à Port-Saint-Louis-du-Rhône (juin 2024) est de 2 649 €/m² (source : site meilleuragent), arrondi à 2 650 €/m².

Ainsi le coût acquisition + autres coûts retenu est de 3 180 €/m² arrondi à **3 200 €/m²**.

Le tableau ci-dessous liste les coûts finalement retenus par type de réponses possibles.

Tableau 16 : Synthèse des coûts retenus pour différents types de réponses possibles

	Aménagement ou solution proposés	Secteurs concernés par l'application de l'aménagement de la solution proposée (au moins dans un des scénarios)	Unité	Coût retenu	Source/justification du coût retenu
INVESTISSEMENT	Création épi ou brise lame	Espiguette, plage Est	€/ml	6 200	D'après AVP EGIS [L101] pour le projet d'épis supplémentaires la Plage Est. L'ordre de grandeur est le même que le coût moyen construction brise lame d'après le guide CEREMA (mais le coût est plus haut que la fourchette haute CEREMA pour la construction d'épi) Le coût retenu est 35% plus élevé que celui des travaux similaires du SYMADREM il y a 15/20 ans, mais vu l'évolution actuelle des prix et la raréfaction des enrochements, ces prix semblent coller avec les analyses.
	Confortement d'un épi existant en bon état ou en état moyen actuellement	CSME Aigues Mortes et Salin-du-Midi, Saintes Maries centre, Boucanet et le Grau du Roi zone urbanisée. Pour les Saintes Maries centre : coût chiffré au stade AVP	€/ml	4 500	D'après l'AVP EGIS [L101] pour les travaux d'ajout d'une butée de pied et carapace sur un ouvrage existant en bon état
	Confortement d'un épi existant en mauvais état actuellement	Grand Radeau, Capelude, secteur de Véran	€/ml	5 400	Moyenne entre construction neuve et confortement d'un ouvrage existant en bon état
	Création d'une digue frontale en enrochements	Digue de Véran et Grand Radeau (cout identique à une création car ouvrages détruits)	€/ml	2 500	Pas de chiffrage SYMADREM existant. Digue en enrochement mais non frontale : 1340 €/ml (voir ci-dessous) D'après le guide CEREMA : entre 2000 et 3100 avec une moyenne à 2500 €/ml. On retient la valeur moyenne du CEREMA.
	Confortement et rehausse d'une digue frontale en enrochements	CSME Aigues Mortes et Salin-du-Midi, Saintes Maries centre	€/ml	Rehausse de 50 cm : 1000 € Rehausse de 1 m : 1500 €	Ce cout correspond au coût de construction d'une digue sans enrochements auquel on ajoute le coût de pose d'une carapace : 1500 €/ml pour une hauteur de 2m, 750 € pour une hauteur de 1 m et 400 € pour une hauteur de 50 cm (selon REX SYMADREM à la Plage Est)
	Création d'une digue en recul avec enrochements ou protection par technique végétale - hauteur de 2 à 2,5 m	Digue de protection rapprochée Aigues Mortes, Le Grau du Roi, Saintes-Maries, Salin-de-Giraud et Port-Saint-Louis. Digue en recul au niveau du canal de Peccais, digue de protection en recul à Salin-de-Giraud	€/ml	1400	Moyenne arrondi à la centaine d'euros du chiffrage de l'AVP BRL pour la digue de second rang à Salin-de-Giraud selon 7 coupes types différentes
	Rehausse d'une digue en recul, technique végétale ou technique mixte sur les talus	Digue à la mer, au delà de la Plage Est	€/ml	Rehausse de 10 à 20 cm : 400 Rehausse de 40 cm : 600 Rehausse de 1 à 2 m : 800	D'après AVP-EGIS pour la réhausse de la digue à la mer (montant arrondi à la centaine d'euros)
	Création d'un cordon dunaire	Barronets et Capelude	€/m3	16	Il paraît plus pertinent de retenir un coût par m3. Il est retenu le coût moyen par m3 du rechargement massif en sable de la Plage Est (chiffrage AVP)
	Confortement d'un cordon dunaire existant	Barronets, Capelude, Boucanet et Grau du Roi rive droite	€/ml	250	D'après les travaux réalisés pour la réhabilitation d'un cordon dunaire de second rang sur le massif de l'Espiguette
	Portes anti-tempêtes	Passé des Abîmes, chenal maritime du Grau du Roi, Port Camargue, Canal Saint Louis	La porte	2 millions €	D'après le Rex de travaux Symadrem à Beaucaire. Ce coût est retenu en première approche. Il sera précisé dans les phases ultérieures.
	Rehausse de la promenade du Grau du Roi	Promenade rive gauche au Grau du Roi	€/ml	3500	Le coût moyen d'après le guide CEREMA pour les murs en béton d'une hauteur de 0,7 à 1,2 m et fondation de 1 m est de 1300 €. Il semble trop faible. Rehausse du quais de la Gare Maritime à Arles (qui s'apparente à ces travaux) : 2,3 millions pour 650 ml, soit env. 3500 €/ml (contrainte urbaines). Ce coût est retenu, notamment en raison du contexte urbain de la promenade du Grau du Roi.
	Rehausse de la promenade de Port Gardian	Centre-ville des Saintes Maries de la Mer : de la barrière d'entrée à la Capitainerie jusqu'à la plage des Arènes	€/ml	4 500	D'après AVP EGIS 2021 [L101]
	Solution Fondée sur la Nature sur le site de Brasinvert - étang d'Icard - Grand Radeau - Grande Rhée Longue	site de Brasinvert - étang d'Icard - Grand Radeau - Grande Rhée Longue - Rive droite du Petit Rhône, proche embouchure	€/ml	160	Budget prévisionnel global sur 5 ans : 950 000 € pour le projet de Solution Fondée sur la Nature sur le site de Brasinvert - étang d'Icard - Grand Radeau - Grande Rhée Longue. Le périmètre d'intervention couvre environ 6 km.
	Solution Fondée sur la Nature sur la flèche de la Gracieuse	Flèche de la Gracieuse à Port-Saint-Louis-du-Rhône	€/ml	à définir	Données GPMM : Coût des travaux ne peut être défini pour le moment. Programme R&D à 20 millions d'€ (yc études, travaux, suivi). Environ 6 km de long.

Aménagement ou solution proposés	Secteurs concernés par l'application de l'aménagement de la solution proposée (au moins dans un des scénarios)	Unité	Coût retenu	Source/justification du coût retenu
Démantèlement d'un épi ou d'un brise lame et réutilisation des enrochements dans un environnement proche	Tous les épis et brise lame du périmètre d'étude	€/ml	350	Coût moyen du démantèlement d'une digue frontale + 100 /ml pour le travail en milieu maritime
Démantèlement d'une digue frontale (depuis la terre) en enrochements et réutilisation des enrochements dans un environnement proche	Toutes les digues frontales du périmètre d'étude	€/ml	250	Ordre de grandeur du coût du désenrochement des Vieux Salins d'Hyères (projet Adapto - Conservatoire du Littoral)
Délocalisation	Grau-du-Roi	€/m2 d'habitations	5 800	Prix moyen de l'immobilier dans la ville concernée (juin 2024), auquel s'ajoute le coût hors acquisition (démolition, diagnostics obligatoires, frais notarié...etc...) : 530 €/m ² (sur base de données récoltées auprès de l'EBTP Gardons suite à la démolition d'une trentaine de maisons inondables à Alès). Voir détail du calcul dans le rapport
	Aigues-Mortes		4 650	
	Saintes Maries de la Mer		5 300	
	Salin-de-Giraud		3 700	
	Port-Saint-Louis-du-Rhône		3 200	
Réduction de la vulnérabilité : diagnostic préalable et accompagnement des propriétaires LOGEMENTS ET ACTIVITES ECONOMIQUES	Commune du Grau du Roi, Aigues Mortes, Saintes Maries de la Mer, Salin de Giraud et Port Saint Louis du Rhône	€ TTC/ logement(ou activités économiques)	700	D'après les données du PAPI Gardons n3 de l'EPTB Gardons. Depuis 2010 l'EPTB porte des opérations de réduction de la vulnérabilité (Alabri, Alabri 2, Alabri 3). Les entreprises éligibles sont les entreprises de moins de 20 salariés. Financement sous conditions. Généralement les travaux de réduction de la vulnérabilité sont finançables à 80 %. Les 20% restants sont à la charge des propriétaires. Le coût indiqué est le coût total (100%). Les travaux de réduction de la vulnérabilité peuvent être : création d'un espace refuge, arimage des objets flottants, rehausse des installations électriques, installation d'un clapet anti-retour, mise en place de batardeaux, balisage des piscines, installation d'une pompe vide-cave, colmatage des fissures...
Réduction de la vulnérabilité : diagnostic préalable et accompagnement des propriétaires BATIMENTS PUBLICS		€ HT/bâtiment public	3 600	
Réduction de la vulnérabilité : travaux de réduction de la vulnérabilité LOGEMENTS		€ TTC/ logement	4 800	
Réduction de la vulnérabilité : travaux de réduction de la vulnérabilité BATIMENTS PUBLICS		€ HT/ bâtiments publics	5 700	
Réduction de la vulnérabilité : travaux de réduction de la vulnérabilité ACTIVITES ECONOMIQUES		€ TTC/ activités économiques	4 000	
Projet de confortement des digues du Grand Rhône aval (CPIER 2022-2027) : de La Louisianne à l'entrée du domaine de la Palissade	Rive droite du Grand Rhône à Salin-de-Giraud	€/ml	1 800	Montant contractualisé au CPIER Linéaire de digue : 13 km
Projet de confortement des digues du Grand Rhône aval (CPIER 2022-2027) : du canal du Rhône à Fos jusqu'à l'écluse de PSL	Rive gauche du Grand Rhône à Port Saint Louis du Rhône	€/ml	450	Montant contractualisé au CPIER Linéaire de digue : 5,4 km
Confortement de la digue du Petit Rhône rive gauche depuis le Mas d'Icard jusqu'à embouchure pour éviter les submersions marines par contournement (lot n°6 aval Petit Rhône)	Rive gauche du Petit Rhône aux Saintes Maries de la Mer	€/ml	1 400	Application du ratio AVP Lot 6 Petit Rhône Linéaire de digue : 5,88 km

	Aménagement ou solution proposés	Secteurs concernés par l'application de l'aménagement de la solution proposée (au moins dans un des scénarios)	Unité	Coût retenu	Source/justification du coût retenu
	Création d'une digue du Petit Rhône rive droite en recul du fleuve depuis l'aval de Pin Fourcat jusqu'à l'embouchure pour éviter les submersions marines par contournement	Rive droite du Petit Rhône aux Saintes Maries de la Mer	€/ml	1 400	D'après l'AVP Lot 6 petit Rhône Linéaire de digue : 8,3 km
ENTRETIEN	Epi ou brise lame		€ HT/km/an	34 000	REX SYMADREM 2006-2023
	Digue frontale avec parement en enrochements		€ HT/km/an	69 000	REX SYMADREM 2006-2023
	Digue en recul avec protection par techniques végétales		€ HT/km/an	700	REX SYMADREM 2006-2023 (cas de la digue à la mer, entre la fin de la plage Est et le Vieux Rhône)
	Digue en recul avec protection en enrochements		€ HT/km/an	4 200	REX SYMADREM 2006-2023 (cas de la digue à la mer au niveau du centre ville des Saintes-Maries, qui est protégée par les épis et les brise-lames)
	Rechargement en sable		€ HT/km/an	400 000	Cas du rechargement de la Plage Est - selon chiffrage AVP EGIS [L101] sur une base d'un rechargement annuel de 50 000 m ³ à 9€/m ³ pour 1,15 km.
	Portes anti-tempêtes		par porte	1 %	Ordre de grandeur pour des ouvrages de ce type
	Cordon dunaire		€HT/km/an	5 000	valeur proposée par le guide CEREMA pour les cordons dunaires de Méditerranée

6 CONCLUSION ET SUITE DE LA DEMARCHE

L'objectif de cette phase est de proposer un panel exhaustif de réponses possibles (appelées également scénarios) pour faire face aux problématiques de submersion marine et d'érosion côtière mises en évidence dans le diagnostic de la stratégie littorale.

A ce stade, il n'est pas priorisé ou privilégié une réponse par rapport à une autre.

Les réponses possibles s'articulent autour des choix et des outils suivants:

- Inaction (pas de nouveaux ouvrages, on poursuit la gestion de l'existant) ;
- Réduction de la vulnérabilité des bâtiments (équipement de batardeaux et autres éléments de réduction de la vulnérabilité...)
- Nouvel ouvrage : digue de protection rapprochée autour des enjeux urbanisés ;
- Nouvel ouvrage : digue de protection générale déconnectée du trait de côte à l'exception des zones urbanisées et des enjeux non déplaçables ;
- Dignes, épis et brise lames existants maintenus et renforcés/rehaussés ;
- Confortement dunaire ;
- Création de massif dunaire ;
- Stratégie du « laisser faire » : les ouvrages existants sont laissés en place mais ne sont plus entretenus ;
- Démantèlement : les ouvrages existants sont démantelés ;
- Solutions fondées sur la nature (projet en cours d'étude par d'autres maître d'ouvrage) ;
- Délocalisation globale des zones urbanisés fréquemment inondées en 2100 ;
- Délocalisation des zones des zones urbanisés dans le fuseau 0/100 ans du trait de côte ;
Confortement ou création de digues privées par des acteurs privés.

Le tableau 9 et les cartes associées (en annexes) présentent les combinaisons des scénarios répondant aux problématiques érosion et submersion, pour chaque zone protégée (rive droite du Rhône, Camargue insulaire et rive gauche du Rhône).

Au total, il est proposé :

- 13 scénarios pour la rive droite ;
- 17 scénarios pour la Camargue insulaire ;
- 7 scénarios pour la rive gauche.

Lors de la phase ultérieure de l'élaboration de la stratégie, il s'agira de modéliser et d'étudier plus en détails les différents scénarios, ou réponses, définis dans ce rapport. Les scénarios feront également l'objet d'analyses économiques et multicritères, de façon à mettre en évidence leur pertinence pour le territoire.

Les scénarios les moins pertinents seront écartés. Une déclinaison temporelle (à 2030, 2050 et 2100) des scénarios non écartés sera également réalisée.

7 ANNEXE CARTOGRAPHIQUE

7.1 CARTES DE DECOUPAGE DES ENJEUX SELON LE ZONAGE PPRI

7.2 CARTES DES BLOCS GEOGRAPHIQUES IDENTIFIES

7.3 CARTES DES SCENARIOS D'EROSION

7.4 CARTES DES SCENARIOS COMBINES EROSION/SUBMERSION

8 BIBLIOGRAPHIE

[L001]

Sabatier, F., Plaine, J. et Kulling, B. (2017), Une approche scientifique pour une connaissance des risques littoraux en Camargue.

[L002]

Paris F., Stépanian A., Pedreros R., Bulteau T., et Lecacheux S. (2015) – Modélisation de la submersion marine en Camargue – Phase 1. Rapport final. BRGM/RP-65241-FR

Paris F., Stépanian A., Pedreros R., Bulteau T., et Lecacheux S. (2017) – Modélisation de la submersion marine en Camargue – Rapport final. BRGM/RP-66804-FR

[L003]

Elineau S., Pedreros R., Paris F., Stépanian A., Bulteau T. (2019) – Modélisation de la submersion marine en Camargue – Simulations complémentaires pour le SYMADREM – Rapport final. BRGM/RP-68619-FR

[L005]

CASAGEC Ingénierie, Région Occitanie, DREAL Occitanie (2020) – Etude pour la gestion des sédiments du littoral d’Occitanie – Rapport CI-19027-B

[L006]

SOGREAH, BRGM (2011), Actualisation de l’aléa érosion en Languedoc-Roussillon – Rapport final N1713060

[L007]

Sabatier, F. 2001. Fonctionnement hydrosédimentaire du littoral du delta du Rhône, Université Paul Cézanne, Marseille, 282 p.

[L008]

Samat, O. 2007. Efficacité et impact des ouvrages en enrochement sur les plages microtidales. Le cas du Languedoc et du Delta du Rhône, Université Aix-Marseille I

[L009]

DREAL Occitanie. 2018. Stratégie Régionale de Gestion Intégrée du Trait de Côte.

[L101]

EGIS PORTS – 2021 – « Protection du littoral du Delta du Rhône » - Avant Projet
EGIS PORTS – 2021 – « Etude du système de protection littoral du Delta du Rhône géré par le Symadrem » - Etude de faisabilité de la rehausse de la digue à la mer du PK4 au PK25.5
EGIS PORTS / Roche architecte – 2021 – « Protection du littoral du Delta du Rhône – Avant projet de la rehausse du niveau d’étanchéité de Port Gardian »

[L102]

CASAGEC ingénierie, SIVOM des communes littorales de la Baie d'Aigues Mortes (2019), Etude d'accompagnement de la stratégie locale de gestion de la bande côtière du Boucanet – Rapport Cl-17101-rev02

[L200]

DGPR Service des Risques Naturels et Hydraulique (2014) - Guide méthodologique « Plan de Prévention des Risques Littoraux »

[L201]

Alain Coulomb, « Le marégraphe de Marseille : mesure, patrimoine, climat », e-Phaistos [En ligne], IX-1 | 2021, mis en ligne le 27 avril 2021, consulté le 16 septembre 2021. URL : <http://journals.openedition.org/ephaistos/8716> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/ephaistos.8716>

[L202]

Ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie (2016) – Développer la connaissance et l'observation du trait de côte – Contribution nationale pour une gestion intégrée

[L203]

Aube D., 2016. Impacts du changement climatique dans le domaine de l'eau sur les bassins Rhône-Méditerranée et Corse - Bilan actualisé des connaissances –. Collection « eau & connaissance ». Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse. 114 pages.

[L204]

CEREMA –2018- Coût des protections contre les aléas littoraux

[L300] – IPCC – AR5:

IPCC, 2013: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp.

IPCC, 2014: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1132 pp.

IPCC, 2014: Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel and J.C. Minx (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

GIEC, 2014: Changements climatiques 2014: Rapport de synthèse. Contribution des Groupes de travail I, II et III au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts

intergouvernemental sur l'évolution du climat [Sous la direction de l'équipe de rédaction principale, R.K. Pachauri et L.A. Meyer]. GIEC, Genève, Suisse, 161 p.

[L302] – IPCC – SROCC:

IPCC, 2019: IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Nicolai, A. Okem, J. Petzold, B. Rama, N.M. Weyer (eds.)]. In press.

[L303] – IPCC – AR6:

IPCC, 2021: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S. L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M. I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T. K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press. In Press.

[L304]

CITEPA Centre technique de référence en matière de pollution atmosphérique et de changement climatique (2021) – Synthèse du résumé à l'intention des décideurs de l'AR6 du GIEC – 2021_09_d01

[L305]

I4CE Institut de l'économie pour le climat – 2021 – « D'où viennent les cinq nouveaux scénarios du GIEC ? ». <https://www.i4ce.org/dou-viennent-les-cinq-nouveaux-scenarios-du-giec-climat/>

[L307]

United Nations Environment Programme (2022) – Emissions Gap Report 2022- « The Closing Window – Climate crisis calls for rapid transformation of societies”

United Nations Environment Programme (2024) - Emissions Gap Report 2024: “No more hot air ... please! With a massive gap between rhetoric and reality, countries draft new climate commitments”. Nairobi.

Communiqué de presse 2022:

[Les climatologues sont formels: nous allons dans la mauvaise direction. | CCNUCC \(unfccc.int\)](#)

Communiqué de presse 2024:

[Les nations doivent combler l'énorme écart d'émissions dans leurs nouveaux engagements climatiques et agir immédiatement, faute de quoi l'objectif de 1,5 °C sera perdu](#)

[L308]

- Ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoires (2023) – La trajectoire de réchauffement pour l'adaptation au changement climatique (TRACC)
- Fiche presse du 6 novembre 2023