

---

# ELABORATION DU PLAN DE GESTION DES SEDIMENTS DE DRAGAGE DE L'ESTUAIRE DE LA GIRONDE

## RAPPORT D'ETAPE 3 : DEFINITION DES SCENARIOS

### RAPPORT RM1-3-1

**VERSION 5**

ARTELIA Eau & Environnement

**Branche MARITIME**

6 rue de Lorraine

38130 - Echirolles

Tel. : +33 (0) 4 76 33 40 00

Fax : +33 (0) 4 76 33 43 33



Cette étude a bénéficié du soutien financier de :



N° 8 71 3583 - Elaboration du plan de gestion des sédiments de dragage de l'estuaire de la Gironde Rapport d'étape 3 – Définition des scénarios					
5	Prise en compte des remarques sur les figures annexe	TSD		SLX	28/03/2017
4	Prise en compte des remarques du SMIDDEST du 28/02/2017	TSD		SLX	28/02/2017
3	Prise en compte des remarques SMIDDEST/COTECH du 15/02/2017	TSD		SLX	27/02/2017
2	Prise en compte des remarques SMIDDEST/COTECH – courrier 4/11/2016 - réunion 13/12/2016 - courriel 03/01/2017	TSD	SLX	SLX	18/01/2017
1	1ere version du rapport issu du mémo n°7 et des échanges et commentaires du MO	LTT/TSD	SLX	SLX	10/10/2016
Version	Description	Rédaction	Vérifié	Approuvé	Date

## SOMMAIRE

<b>1. CONTEXTE</b>	<b>7</b>
<b>2. DEFINITION ET CHOIX DES PRATIQUES DE DRAGAGE ET DE GESTION DES SEDIMENTS DRAGUES</b>	<b>9</b>
<b>2.1. METHODOLOGIE</b>	<b>9</b>
<b>2.2. DEFINITION DES PRATIQUES</b>	<b>9</b>
<b>2.3. EVALUATION PRELIMINAIRE DES ACTIONS</b>	<b>14</b>
<b>2.4. JUSTIFICATION DES ACTIONS RETENUES ET NON RETENUES</b>	<b>19</b>
2.4.1. CARACTERISTIQUES DU CHENAL DE NAVIGATION	19
2.4.2. MODE DE DRAGAGE	20
2.4.3. OUTILS DE DRAGAGE EXISTANTS SUR L'ESTUAIRE	20
2.4.3.1. Les outils du GPMB	20
2.4.3.2. Autres ports	21
2.4.4. ZONES D'IMMERSION	21
2.4.4.1. Analyse concernant le nombre/emprise des zones de vidage	21
2.4.4.2. Actions visant à réduire le nombre de zones de vidage	22
2.4.4.3. Possibilité d'immersion au large (à l'extérieur de l'estuaire) de l'ensemble des sédiments dragués	24
2.4.4.4. Possibilité de dépôt à terre de l'ensemble des sédiments dragués de l'estuaire	24
2.4.4.5. Bilan – actions retenues	25
2.4.5. PRATIQUES D'IMMERSION	25
2.4.6. VALORISATION	25
2.4.7. ACTIONS EN AMONT	25
2.4.8. ETUDE DE FAISABILITE OU VEILLE TECHNOLOGIQUE	26
2.4.9. BILAN DES ACTIONS RETENUES POUR LES SCENARIOS	26
<b>3. DESCRIPTION ET EVALUATION DES ACTIONS RETENUES</b>	<b>27</b>
<b>3.1. METHODOLOGIE</b>	<b>27</b>
<b>3.2. RAPPEL DES EFFETS POTENTIELS</b>	<b>27</b>
<b>3.3. MODE DE DRAGAGE</b>	<b>31</b>
3.3.1. PRATIQUES ACTUELLES	31
3.3.1.1. Dragage des bassins à flots en fonction du débit	32
3.3.1.2. Planification du dragage en fonction de l'hydrologie (en fonction de la position du bouchon vaseux)	32
3.3.2. NOUVELLES PRATIQUES	34
3.3.2.1. Utilisation du DIE seule en Garonne en fonction O2 dissous et \ ou débit	34
3.3.2.2. Utilisation du DIE après intervention de la DAM	41
3.3.2.3. Dragage dit "à l'américaine" : dragage par DAM et rejet en continu au fil de l'eau en aval du bec d'Ambès	44
<b>3.4. OUTILS DE DRAGAGE</b>	<b>46</b>

<b>3.4.1. INTEGRATION PLUS SYSTEMATIQUE DU DIE EN LIEU ET PLACE DE LA MAQUELINE</b>	<b>46</b>
3.4.1.1. Objectif	46
3.4.1.2. Description	46
3.4.1.3. Avantages-inconvénients	47
3.4.1.4. Bilan	47
<b>3.5. ZONES D'IMMERSION</b>	<b>48</b>
<b>3.5.1. PRATIQUES ACTUELLES</b>	<b>48</b>
3.5.1.1. Maintien des zones d'immersion actuelles	48
3.5.1.2. Absence d'immersion sur les zones intertidales (estran)	50
3.5.1.3. Privilégier les zones d'immersion au droit ou en aval de la zone draguée	51
<b>3.5.2. NOUVELLES PRATIQUES</b>	<b>52</b>
3.5.2.1. Suppression de certaines zones d'immersion en Garonne	52
3.5.2.2. Immersion dans les fosses naturelles du chenal	55
3.5.2.3. Immersion dans d'anciennes zones d'extraction de granulats marins	59
3.5.2.4. Immersion « partielle » des sédiments en mer (au large de l'estuaire)	61
<b>3.6. STRATEGIE D'IMMERSION – NOUVELLES PRATIQUES</b>	<b>65</b>
<b>3.6.1. ARRET PARTIEL LOCALISE DES IMMERSIONS (FENETRE BIOLOGIQUE)</b>	<b>65</b>
3.6.1.1. Contexte et objectifs	65
3.6.1.2. Description	66
3.6.1.3. Avantages / inconvénients	67
<b>3.6.2. REPARTITION DES SEDIMENTS SUR L'ENSEMBLE DE LA ZONE D'IMMERSION POUR FAVORISER UN DEPOT HOMOGENE</b>	<b>70</b>
3.6.2.1. Objectif	70
3.6.2.2. Description	70
<b>3.7. VALORISATION</b>	<b>72</b>
<b>3.7.1. CREATION / RENFORCEMENT D'ILES</b>	<b>72</b>
3.7.1.1. Objectif	72
3.7.1.2. Description	72
3.7.1.3. Applicabilité au site de la Gironde	73
3.7.1.4. Avantages/ inconvénients	76
3.7.1.5. Approche financière	77
3.7.1.6. Bilan	77
<b>3.7.2. RENFORCEMENT DE BERGES</b>	<b>78</b>
3.7.2.1. Objectif	78
3.7.2.2. Description - Principes	78
3.7.2.3. Application au site de la Gironde	80
3.7.2.4. Avantages / inconvénients	81
3.7.2.5. Bilan	82
<b>3.7.3. CREATION D'UNE ZONE DE TRANSIT POUR LA VALORISATION DES SABLES</b>	<b>82</b>
3.7.3.1. Objectif	82
3.7.3.2. Description - Principes	82
3.7.3.3. Application au site de la Gironde	83
3.7.3.4. Avantages / inconvénients	87
3.7.3.5. Bilan	88
<b>3.7.4. REMBLAIEMENT DE TERRAIN (OUVRAGES PORTUAIRES OU AUTRES)</b>	<b>88</b>
3.7.4.1. Objectif	88

3.7.4.2.	Description - Principes	88
3.7.4.3.	Application au site de la Gironde	89
3.7.4.4.	Avantages / inconvénients	91
3.7.4.5.	Bilan	92
<b>3.7.5.</b>	<b>COMBLEMENT D'ANCIENNES GRAVIERES</b>	<b>93</b>
3.7.5.1.	Objectif	93
3.7.5.2.	Description - Principes	93
3.7.5.3.	Application au site de la Gironde	93
3.7.5.4.	Avantages / inconvénients	96
<b>3.8.</b>	<b>RECHERCHE ET DEVELOPPEMENT : BIO-DRAGAGE</b>	<b>97</b>
3.8.1.	OBJECTIF	97
3.8.2.	DESCRIPTION – RETOUR D'EXPERIENCE	97
3.8.3.	AVANTAGES/ INCONVENIENTS	98
<b>3.9.</b>	<b>BILAN DES ACTIONS RETENUES</b>	<b>99</b>

## **4. SCENARIOS DE DRAGAGE ET DE GESTION DES SEDIMENTS DRAGUES 102**

<b>4.1.</b>	<b>SCENARIO 1 « MAINTIEN DES PRATIQUES ACTUELLES »</b>	<b>102</b>
4.1.1.	STRATEGIE ACTUELLE DE DRAGAGE/IMMERSION	102
4.1.1.1.	Mode de dragage et outils de dragage	102
4.1.1.2.	Immersion : pratiques et zones	103
4.1.2.	ANALYSE DU SCENARIO	104
4.1.3.	BILAN	107
<b>4.2.</b>	<b>SCENARIO 2 « OPTIMISATION DES PRATIQUES »</b>	<b>108</b>
4.2.1.	STRATEGIE DE DRAGAGE/IMMERSION	108
4.2.1.1.	Modes de dragage et outils	108
4.2.1.2.	Immersion : zones et pratiques	109
4.2.2.	ANALYSE DU SCENARIO	110
4.2.3.	BILAN	114

## **ANNEXE : SCHEMA - : REPRESENTATION SPATIALE DES SCENARI**

## TABLEAUX

Tableau 1 : Actions potentielles sur le chenal .....	11
Tableau 2 : Actions potentielles sur le mode de dragage .....	11
Tableau 3 : Actions potentielles sur les outils .....	12
Tableau 4 : Actions potentielles sur les zones d'immersion .....	12
Tableau 5 : Actions potentielles sur la stratégie d'immersion .....	13
Tableau 6 : Actions potentielles sur la valorisation des sédiments .....	13
Tableau 7 : Actions potentielles en amont.....	13
Tableau 8 : Analyse multicritère de l'augmentation des zones de vidage .....	22
Tableau 9 : Analyse multicritère – action « Diminution des zones de vidage » .....	23
Tableau 10 : Volume immergé / valorisé en France.....	24
Tableau 11 : Actions retenues pour une analyse plus détaillée .....	26
Tableau 12 : Effets potentiels des principales techniques de dragage/immersion sur les MES .....	30
Tableau 13 : Evaluation de l'action « Dragage des bassins à flots en fonction du débit » .....	32
Tableau 14 : Stratégie générale du GPMB.....	33
Tableau 15 : Intervention du dragage en fonction de l'hydrologie (en fonction de la position du bouchon vaseux) .....	34
Tableau 16 : Utilisation du dragage à injection en France (bilan effectué jusqu'en 2012) –source GEODE...35	
Tableau 17 : Utilisation du dragage à injection à l'étranger (D'après MEYER 2000, WILSON 2008 et AIPCN 2012, complété par ARTELIA 2012).....	36
Tableau 18 : Evaluation de l'action « utilisation du DIE seule en Garonne en fonction O2 dissous et \ ou débit » .....	40
Tableau 19 : Suivis concernant l'action « utilisation du DIE seule en Garonne en fonction O2 dissous et \ ou débit » .....	41
Tableau 20 : Volume considéré pour la technique DAM avec appui DIE .....	42
Tableau 21 : Evaluation de l'action « utilisation du DIE après intervention de la DAM ».....	43
Tableau 22 : Evaluation de l'action « dragage à l'Américaine » .....	45
Tableau 23 : Suivis concernant l'action « dragage à l'Américaine » .....	46
Tableau 24 : Volume indicateur pour le DIE en remplacement de la Maqueline .....	46
Tableau 25 : Evaluation de l'action « Intégration plus systématique du DIE en lieu et place de la Maqueline ».....	47
Tableau 26 : Distance moyenne indicatrice entre la zone de vidage et la zone de dragage .....	49
Tableau 27 : Maintien des zones de vidage actuelles.....	50
Tableau 28 : Absence d'immersion sur les zones intertidales .....	51
Tableau 29 : Evaluation de l'action « privilégier les zones d'immersion au droit ou en aval des zones draguées » .....	52
Tableau 30 – Nombre de jours /an pendant lesquels la contrainte de 0,573 N/m <sup>2</sup> est dépassée .....	53
Tableau 31 : Evaluation de l'action « suppression de plusieurs zones d'immersion en Garonne » .....	54
Tableau 32 : Caractéristiques des zones de dragage (Chambrette, La Maréchale et St-Julien-Pauillac) .....	55
Tableau 33 : Evaluation de l'action « immersion dans les fosses naturelles de l'estuaire ».....	58
Tableau 34 : Investigations / études complémentaires concernant l'action « immersion dans les fosses naturelles de l'estuaire » .....	59
Tableau 35 : Suivis concernant l'action « immersion dans les fosses naturelles de l'estuaire » .....	59
Tableau 36 : Evaluation de l'action « immersion dans d'anciennes zones d'extraction de granulats marins ».....	60
Tableau 37 : Investigations / études complémentaires concernant l'action « immersion dans les anciennes zones d'extraction » .....	61
Tableau 38 : Suivis concernant l'action « immersion dans les anciennes zones d'extraction » .....	61

Tableau 39 : Evaluation de l'action « clapage, à l'extérieur de l'estuaire, d'une partie des sédiments » .....	63
Tableau 40 : Clapage à l'extérieur de l'estuaire - hypothèses .....	64
Tableau 41 : Investigations / études complémentaires concernant l'action «Clapage, à l'extérieur de l'estuaire, d'une partie des sédiments» .....	65
Tableau 42 : Présence des espèces migratrices dans l'estuaire de la Gironde .....	65
Tableau 43 : Evaluation de l'action « arrêt partiel et localisé des immersions » .....	67
Tableau 44 : Evaluation de l'action « répartition des sédiments sur l'ensemble de la zone d'immersion pour favoriser un dépôt homogène » .....	71
Tableau 45 : Evaluation de l'action « Création / rehaussement/ Extension d'îles » .....	76
Tableau 46 : Estimation préliminaire des coûts pour une expérimentation « Création d'îles » .....	77
Tableau 47 : Investigations / études complémentaires concernant l'action « création d'îles » .....	78
Tableau 48 : Evaluation de l'action « protection des berges contre l'érosion » .....	81
Tableau 49 : Evaluation de l'action « création d'une zone de transit pour la valorisation des sables » .....	87
Tableau 50 : Evaluation de l'action « remblaiement de terrain (ouvrages portuaires ou autres) » .....	91
Tableau 51 : Evaluation de l'action « comblement d'anciennes gravières » .....	96
Tableau 52 : Evaluation de l'action « bio-dragage des bassins à flots » .....	98
Tableau 53 : Récapitulatif des principales actions pour le scénario 1 .....	102
Tableau 54 : Volume dragué annuel (moyenne sur 2005-2014) .....	103
Tableau 55 : Programme théorique de dragage d'entretien sur une année .....	104
Tableau 56 : Récapitulatif des principales actions pour le scénario 2 .....	108

## FIGURES

Figure 1 : Effets potentiels des dragages .....	28
Figure 2 : Effets potentiels des immersions (immersion, rejet au fil de l'eau, ...) .....	29
Figure 3 : Synopsis des effets potentiels des opérations de dragage/rejet-immersion.....	31
Figure 4 : Evolution de la turbidité en fonction du débit - Bordeaux.....	39
Figure 5 : Visualisation de la période où le débit est inférieur à 250m <sup>3</sup> /s.....	39
Figure 6 : Répartition annuelle des dragages dans le secteur amont (Garonne) .....	39
Figure 7 : Ecrêtage de dunes ou de sillons de DAM par une DIE (STENGEL 2006) .....	41
Figure 8 : Diagramme montrant la succession écologique qui caractérise les communautés benthiques à travers un gradient de perturbation de l'environnement. Diagramme extrait de Newell et al. (1998) .....	69
Figure 9 : Zone de vidage de l'estuaire de la Loire (zone à l'extérieur de l'estuaire).....	70
Figure 10 : Projet sur l'Escaut .....	73
Figure 11 : Dessin représentant le concept « Living Shorelines » à droite, par opposition au mur de protection classique, à gauche, source : Frank Mcshane .....	79
Figure 12 : Photographies du projet de Westmoreland (Virginie) .....	79
Figure 13 : Localisation des secteurs de berges potentiellement en érosion .....	80
Figure 14 : Exemples de bassins d'égouttage (IDRA) .....	82
Figure 15 : Exemple de schéma d'aménagement d'un quai (IDRA) .....	89
Figure 16 : Localisation des passes sableuses et les anciennes gravières .....	95
Figure 17 : Volume dragué sur les BAF .....	97
Figure 18 : Volume mensuel moyen dragué entre 2000 et 2013 .....	106

## PRINCIPAUX SIGLES UTILISES :

BAF : Bassin à flot  
COTECH : Comité technique (SMIDDEST, GPMB, Agence de l'Eau)  
DAM : Drague aspiratrice en marche  
DAS : Drague aspiratrice stationnaire  
DAB : Drague à Benne  
DIE : Dragage à injection d'eau  
Mt : Millions de tonnes



## 1. CONTEXTE

La bonne gestion des sédiments de dragage de l'estuaire de la Gironde est reconnue comme un enjeu majeur pour le bon fonctionnement de l'écosystème estuarien. En mars 2015, le SMIDDEST a lancé l'élaboration du premier plan de gestion des sédiments de dragage de l'estuaire. Cette mission a été confiée à un groupement dont ARTELIA est mandataire.

La première phase de cette mission a consisté à effectuer un état des lieux, à partir des données collectées auprès des acteurs concernés et rencontrés. Ce travail a fait l'objet d'un rendu final en décembre 2015.

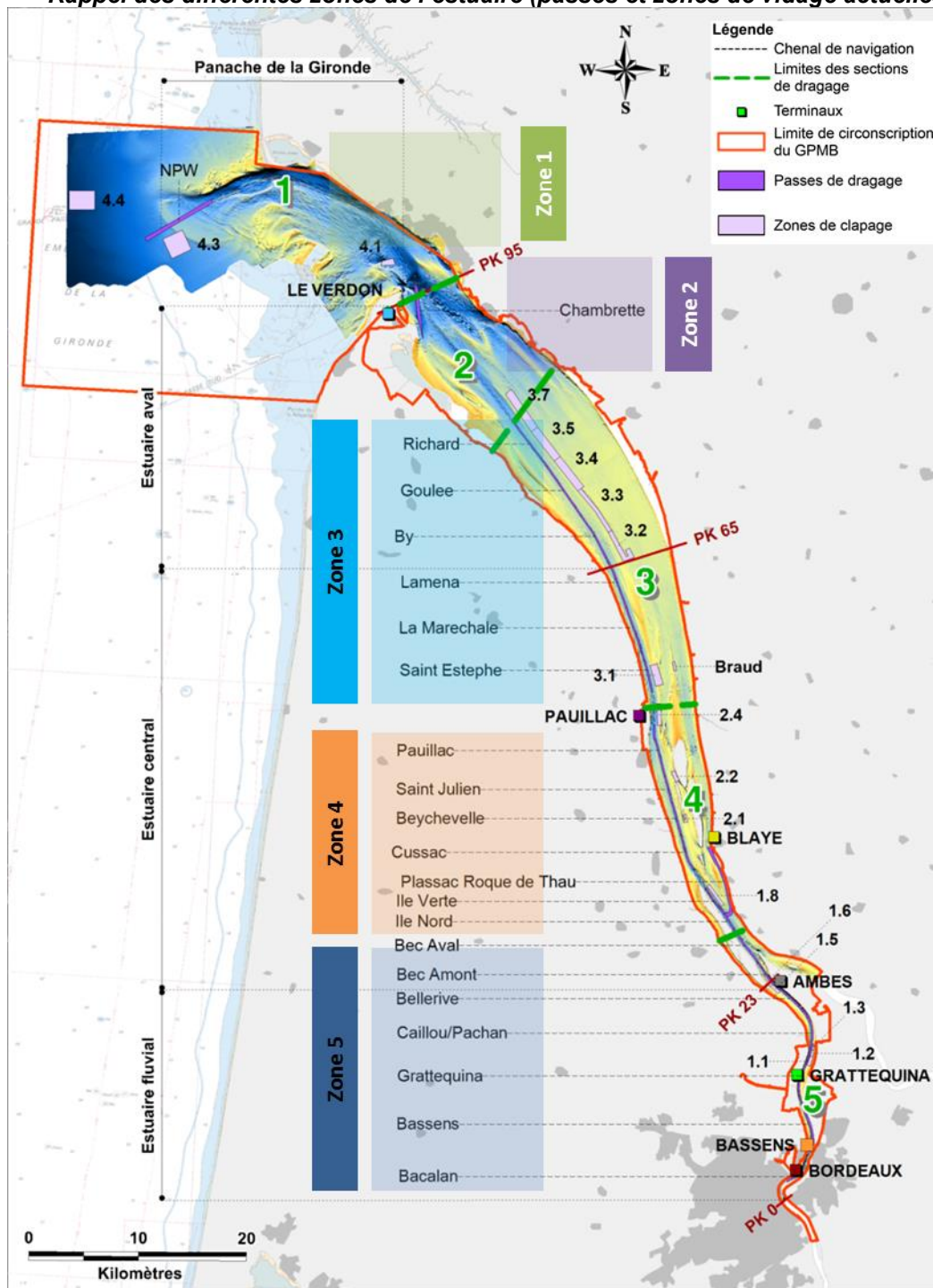
La deuxième phase de la mission a été de définir les besoins et enjeux liés au dragage dans l'estuaire.

La troisième phase de la mission consiste à définir des scénarios de dragage et de gestion des sédiments dragués dans l'estuaire de la Gironde.

Ce rapport présente le résultat de cette 3<sup>ème</sup> phase dont l'objectif est de :

- Présenter les différentes actions de gestion étudiées dans le cadre de la démarche d'étude ;
- Présenter les actions retenues et non retenues ainsi que les justifications associées ;
- Décliner ces différentes actions à travers différents scénarios de gestion établis conjointement par ARTELIA et le COTECH.

**Rappel des différentes zones de l'estuaire (passes et zones de vidage actuelles)**

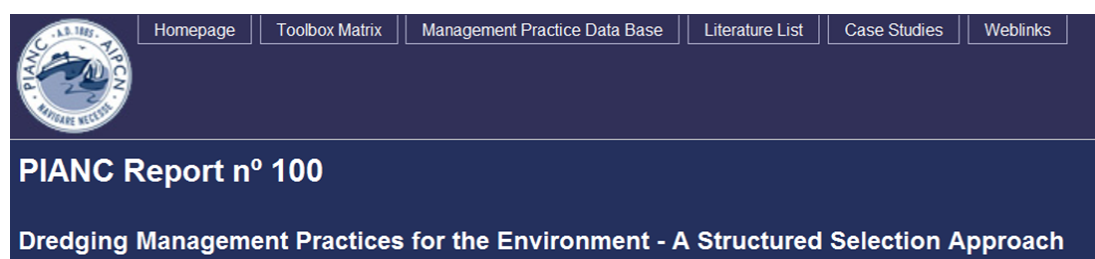


Entités géographiques	Zones (pratiques portuaires)
Panache de la Gironde correspondant à l'embouchure	Zone 1 – Passe de l'ouest, passe d'entrée en Gironde
Estuaire aval entre la Pointe de Grave et Saint-Christoly	Zone 2 – Verdon : passe de la Chambrette, accès et postes
Estuaire central de Saint-Christoly jusqu'au Bec d'Ambès	Zone 3 – Passes « aval » entre Pauillac et Le Verdon
l'estuaire fluvial (Garonne) du Bec d'Ambès jusqu'à Bordeaux	Zone 4 – Passes « intermédiaire » entre le Bec d'Ambès et Pauillac
	Zone 5 – Passes « amont », de Bordeaux au Bec d'Ambès

## 2. DEFINITION ET CHOIX DES PRATIQUES DE DRAGAGE ET DE GESTION DES SEDIMENTS DRAGUES

### 2.1. METHODOLOGIE

La méthodologie de construction des scénarios est basée sur les recommandations de l'AIPCN (Association mondiale pour les infrastructures de transport maritimes et fluviales) – Rapport PIANC N°100 – Dredging Management Practises for the Environment – 2008 et les outils associés (cf. extrait page web ci-dessous), ainsi que sur les spécificités de l'estuaire de la Gironde (contexte hydrosédimentaire, enjeux, usages ...).



Le principe proposé par cette démarche est de faire une évaluation des pratiques de dragage/gestion des sédiments au regard des besoins, des enjeux technico-économiques et des enjeux environnementaux pour déterminer lesquelles sont les plus pertinentes (équilibre entre un effort à fournir et une contrepartie bénéfique sur le plan environnemental) pour être intégrées dans une stratégie de gestion globale.

Cette méthode est particulièrement adaptée dans le cadre de l'établissement d'un plan de gestion dans la mesure où les pratiques raisonnables sont analysées en amont. Les plus pertinentes et acceptables au regard des différents critères (techniques, économiques, environnement, réglementaire...) seront ensuite retenues pour constituer les différents scénarios de gestion.

Cette méthodologie comprend deux phases :

- Phase 1 : évaluation de chaque type d'action/pratique de dragage. Ces actions peuvent concerner les moyens de dragage, les procédures de dragage, les périodes et/ou zone(s) d'intervention/non-intervention, les méthodes de rejet etc.
- Phase 2 : définition des scénarios

**A partir des actions retenues, il a été proposé la combinaison d'actions permettant ainsi de définir plusieurs scénarios :**

- **Scénario 1 « Maintien des pratiques actuelles » ;**
- **Scénario 2 « Optimisation des pratiques », dans laquelle les nouvelles actions sont intégrées.**

### 2.2. DEFINITION DES PRATIQUES

Les différentes actions étudiées pour répondre à ces besoins, aux enjeux technico-économiques et aux enjeux environnementaux de l'estuaire de la Gironde sont présentées dans ce chapitre (tableaux dans les pages suivantes). Elles peuvent porter sur :

- Les caractéristiques du chenal et les zones de dragage ;
- Le mode de dragage ;

- Les outils de dragage (moyens et engins) ;
- Les zones d'immersion ;
- Les pratiques d'immersion ;
- La valorisation des matériaux dragués ;
- Des actions à mener en amont du système estuarien (hors cadre de l'étude en cours) ;
- Des actions de recherche à plus long terme sur les pratiques de dragage.

Ces actions sont recensées et décrites succinctement dans les tableaux ci-après (cf. paragraphe 2.3), permettant un listing et une vue globale des différentes actions à étudier/explorer. Une analyse plus fine est ensuite réalisée et présentée dans les paragraphes suivants (cf. paragraphe 3).

**Tableau 1 : Actions potentielles sur le chenal**

A : avantages / I : Inconvénients

Thématique	Actions	Avantages (A) /Inconvénients (I)
Caractéristiques du chenal	Réduction de la largeur du chenal de navigation	A : Moindres quantités de sédiments à draguer et à gérer => Réduction des coûts de l'activité de dragage => Amélioration de l'état du système estuarien liée à une baisse de l'activité anthropique. I : Problème de sécurité pour la navigation notamment lors des croisements des navires
	Réduction de la profondeur du chenal ou des tirants d'eau des navires	A : Moindres quantités de sédiments à draguer et à gérer => Réduction des coûts de l'activité de dragage => Amélioration de l'état du système estuarien liée à une baisse de l'activité anthropique. I : Réduction des conditions d'accès aux terminaux => Perte de trafic => incidences sociales et économiques et augmentation CO2 routier.
	Augmentation de la profondeur du chenal de navigation	A: Accueil de navires plus gros aux tirants d'eau plus élevés => augmentation du trafic de marchandises I : Coût d'approfondissement. Risque géologique et incidences environnementales (pollution de nappe)
	Différenciation des profondeurs du chenal de navigation et création d'une zone d'évitage à Pauillac	A : Moindres quantités de sédiments à draguer et à gérer => Réduction des coûts de l'activité de dragage => Amélioration de l'état du système estuarien liée à une baisse de l'activité anthropique. I : Difficulté de gestion des trafics avec problèmes de sécurité pour la navigation car marges de manœuvre plus réduites.
	Création de 2 chenaux localement avec des profondeurs différentes	Efficacité et intérêt non garantis A : Potentielle diminution des quantités de sédiments à draguer et à gérer => Réduction des coûts I : Incidences sur l'environnement estuarien
	Création d'ouvrages structurels pour augmenter l'intensité des écoulements dans le chenal de navigation	A : Amélioration de l'autocurage du chenal => diminution des volumes à draguer => réduction des coûts de l'activité dragage. I : Investissement important et incidences sur l'environnement

**Tableau 2 : Actions potentielles sur le mode de dragage**

Thématique	Actions	Avantages (A) /Inconvénients (I)
Mode de dragage	Arrêt total des dragages	A : Fin de l'activité => coûts associés nuls => Amélioration de l'état du système estuarien liée à l'arrêt de l'activité I : Perte de trafic très importante => impact social sur le port et la région (emplois indirects) => impact économique et augmentation CO2 routier
	Arrêt saisonnier des dragages (fenêtre biologique) dans certaines sections du chenal de navigation pour des raisons biologiques ou sédimentaires	A : Repos saisonnier du système estuarien par pause de l'activité dans le chenal I : Risque important pour la navigation. Complexification de la gestion de l'activité de dragage. Incidence sur les volumes à draguer incertaine et variable.
	Dragage des bassins à flots en fonction du débit (pratique actuelle)	A : Environnemental (MES, O2) I : Contrainte d'exploitation et coût (intervention d'une drague extérieure)
	Utilisation du DIE seule en Garonne en fonction O2 dissous et \ ou débit	Efficacité et bénéfices attendus non garantis A : Environnemental I : Contrainte d'exploitation et potentiellement augmentation du coût
	Utilisation du DIE après intervention de la DAM	A : Réduction du volume immergé*. Optimisation de l'exploitation de la DAM. Potentiel bénéfice environnemental à confirmer par les suivis adaptés I : A étudier
	Intervention du dragage en fonction de l'hydrologie (en fonction de la position du bouchon vaseux) – pratique actuelle	A : Réduction potentielle du volume dragué (dragage hors période de dépôt). I : Gestion et organisation de l'activité complexes car adaptation selon les années hydrologiques
	Dragage "à l'américaine" : dragage et rejet en continu au fil de l'eau, sur les passes intermédiaires et aval ponctuellement pour des débits élevés	A : Moins de contraintes d'exploitation. Réduction des coûts. Moins de sédiments immergés. I : remise en suspension au fil de l'eau (turbidité et désorption des contaminants)

\* Le volume dragué/déplacé lié à la DIE n'est pas considéré comme un volume immergé

**Tableau 3 : Actions potentielles sur les outils**

Thématique	Actions	Avantages (A) /Inconvénients (I)
Outils	Equiperment de la DAM Anita Conti avec une pompe et un système de refoulement	A : Possibilité de réaliser des opérations de valorisation des sédiments en régie (sans appel à des dragues extérieures). Environnemental I : Investissement de plusieurs millions d'euros
	Remplacement de la DAB La Maqueline par une DIE	A : Simplicité de mise en œuvre, efficacité de la technique selon les secteurs. Pas d'immersion mais remobilisation des sédiments au fond de la colonne d'eau. Réduction des coûts d'exploitation I : Rendement supérieur, très bonne efficacité du dragage
	Utilisation de dragues extérieures pour opérations non réalisables en régie	A : Réaliser des opérations de valorisation des sédiments. Environnemental I : Augmentation des coûts liés au dragage

**Tableau 4 : Actions potentielles sur les zones d'immersion**

Thématique	Actions	Avantages (A) /Inconvénients (I)
Zone d'immersion	Augmentation du nombre de zone d'immersion. Création d'une zone d'immersion unique le long du chenal.	A : Financier pour l'exploitation. Développement durable (moins d'émission CO2, Nox, Sox, particules fines), réduction de l'impact sur les zones actuelles. I : Perturbation de secteurs non utilisés aujourd'hui
	Augmentation de la taille (longueur ou largeur) de la zone d'immersion	A : Financier pour exploitation, développement durable (moins d'émission CO2, Nox, Sox, particules fines), réduction de l'impact sur les zones actuelles. I : Perturbation de secteurs non utilisés aujourd'hui. L'accès tout temps, par les dragues, est non garanti.
	Diminution du nombre de zones d'immersion régulièrement exploitées	A : Environnemental I : Financier et développement durable. Contrainte d'exploitation
	Suppression totale des zones d'immersion et mise à terre	A : Pas d'immersion => bénéfique pour la biologie estuarienne I : Coûts. Déséquilibre négatif sédimentaire estuarien. Destruction de centaines d'hectares – potentiellement de zones humides (mise à terre des sédiments au niveau des zones humides à éviter)
	Suppression de certaines zones d'immersion en Garonne (3/5)	A : Environnemental et politique I : Financier et développement durable (émission CO2, Nox, Sox, particules fines). Contrainte d'exploitation
	Maintien des zones d'immersion actuelles	A : Stratégie opérationnelle et économique car faibles distances de transport entre les zones de dragage et les zones d'immersion I : toujours les mêmes zones sont touchées
	Immersion dans les fosses naturelles du chenal	A : Financier et environnemental I : Réponse hydrosédimentaire inconnue sur la durée
	Utilisation de zone d'immersion non dispersive hors zone intertidale (estran)	A : Environnemental car sédiment fixé I : Contraintes d'exploitation. Limité dans le temps. Impact sur des secteurs non utilisés. Réponse hydrosédimentaire inconnue. Potentiellement, nécessité de dragues extérieures.
	Immersion totale des sédiments en mer	A : Positif pour l'environnement estuarien (chimie et biologie) I : Déséquilibre sédimentaire. Incidence sur des secteurs non utilisés aujourd'hui. Réponse hydrosédimentaire inconnue + Développement durable (+ d'émission CO2, Nox, Sox, particules fines) Coûts disproportionnés
	Immersion partielle des sédiments en mer	A : Environnemental car accélération de la décontamination progressive de l'estuaire. I : Contrainte d'exploitation (distance éloignement de la côte?). Impact sur des secteurs non utilisés. Réponse hydrosédimentaire inconnue. Potentiellement nécessité de drague extérieure. Acceptation ?
	Conserver l'absence d'immersion sur les zones intertidales (estran)	A : Environnemental I : néant
	Remblaiement des sites d'extraction en mer après la fin de la concession (Platin de grave)	A : Environnemental car immersion sur des sites perturbés I : contraintes d'exploitation selon les sites. Augmentation potentielle du coût. Réponse hydrosédimentaire et chimique inconnues



**Tableau 5 : Actions potentielles sur la stratégie d'immersion**

Thématique	Actions	Avantages (A) /Inconvénients (I)
Pratiques d'immersion	Choix de la zone d'immersion en fonction du débit	A : Environnemental I : Contraintes d'exploitation. Augmentation potentielle du coût de dragage par allongement des trajets
	Arrêt partiel localisé des immersions (fenêtre bio) – espèces exploitées	A : Environnemental I : Coûts. Contraintes d'exploitation. Augmentation de la pression sur d'autres zones d'immersion.
	Répartition des sédiments aléatoire sur la zone d'immersion pour favoriser un dépôt éparé	A : Environnemental I : Contraintes d'exploitation
	Privilégier les zones d'immersion au droit ou en amont du chantier	A : Environnemental par rapport à la chimie I : Réduit le mouvement naturel des sédiments vers l'aval.

**Tableau 6 : Actions potentielles sur la valorisation des sédiments**

Thématique	Actions	Avantages (A) /Inconvénients (I)
Valorisation	Création d'îles - Rechargement et/ou création de zones intertidales	A : Environnemental (re-création de milieu naturel et augmentation des surfaces d'estran) réduction de la sollicitation des zones d'immersion. I : Dragues ext. Investissement. Réponses hydrosédimentaires inconnues
	Renforcement de berges	A : Environnemental et sécuritaire. Lutte douce contre l'érosion et réduction de la sollicitation des zones d'immersion I : Dragues extérieures et coûts
	Rechargement de plage avec des sédiments de la passe de l'ouest ou zone de transit ou autres secteurs à déterminer	A : Réduction de la sollicitation des zones d'immersion. Politique I : Dragues extérieures et coûts
	Création d'une zone de transit pour la valorisation des sables	A : Réduction de la sollicitation des zones d'immersion. Source de sédiments directement utilisable (digues remblais corps de route, BTP, etc.) I : Terrain foncier. Investissement fonctionnement. Pas de débouchés concrets aujourd'hui. Retrait de plusieurs milliers de m <sup>3</sup> du milieu naturel et réponse hydrosédimentaire inconnue.
	Remblaiement de terrain (port ou autres)	A : Environnemental car réduction de la sollicitation des zones d'immersion. Politique I : Dragues extérieures et coûts
	Comblement d'anciennes gravières	A : Environnemental car réduction de la sollicitation des zones d'immersion. Politique I : Dragues extérieures et coûts

**Tableau 7 : Actions potentielles en amont**

Thématique	Actions	Avantages (A) /Inconvénients (I)
Action en amont	Réduction des apports MES	Pour mémoire (pas de possibilité d'actions directes)
	Piégeage des contaminants en Garonne	A : Limitation de la descente des sédiments vers l'aval et de la désorption des polluants. I : Coûts. Acceptation.
	Augmentation des débits Garonne/Dordogne	Pour mémoire (non traité dans le cadre du plan de gestion des sédiments)
	Dépollution des sédiments en amont des barrages	Pour mémoire (non traité dans le cadre du plan de gestion des sédiments)
	Création d'une zone d'immersion en Garonne amont (amont Pont de Pierre) pour les sédiments dragués en Garonne	A : Limitation de la descente des sédiments vers l'aval et de la désorption des polluants. I : Coûts. Acceptation. Incidence sur des secteurs non utilisés aujourd'hui et sous gestion VNF. Contraintes d'exploitation et franchissement du pont de pierre
Etude faisabilité ou veille recherche	Veille sur les nouveaux procédés ou technologies en cours de développement (ex : géocaptage)	A étudier (R&D) (suivi de l'état de l'art – meilleures pratiques)
	Biodragage dans les bassins à flots	Efficacité et mise en œuvre à déterminer/évaluer A : Réduction rejet au fil de l'eau et coût potentiellement réduit I : incidence sur l'environnement inconnue et efficacité dépendante de la MO (inefficace si MO<10%)

## **2.3. EVALUATION PRELIMINAIRE DES ACTIONS**

L'évaluation des actions est réalisée sur plusieurs critères correspondant aux objectifs poursuivis par le GPMB et le SMIDDEST dans le contexte de l'estuaire de la Gironde :

- Sécurité : assurer le maintien des accès aux terminaux portuaires pour que les navires y parviennent en toute sécurité ;
- Technique : réduire les volumes de sédiments qui sont dragués pour le maintien des accès ;
- Economique : réduire les coûts associés à l'activité de dragage du Port de Bordeaux ;
- Trafic : assurer le maintien du trafic actuel dans toutes les filières ;
- Environnemental : réduire les incidences de l'activité de dragage et de gestion des sédiments sur le milieu.

Les avantages et inconvénients décrits précédemment sont repris dans les tableaux d'évaluation pages suivantes (format A3) car ils justifient les effets des actions pour chacun des critères :

- effet positif, identifié par un signe « + » ;
- effet négatif, signalé par un « - » ;
- effet neutre, signalé par un « = ».



Thématique	Actions	Avantages (A) /Inconvénients (I)	Sécurité Assurer la sécurité pour la navigation	Technique Réduire les volumes dragés et clapés	Économique Réduire le coût de l'activité de dragage	Trafic portuaire Maintenir l'activité du Port	Environnemental Réduire l'incidence des pratiques de dragage
Caractéristiques du chenal	Réduction de la largeur du chenal de navigation	A : Moindres quantités de sédiments à draguer et à gérer => Réduction des coûts de l'activité de dragage => Amélioration de l'état du système estuarien liée à une baisse de l'activité anthropique. I : Problème de sécurité pour la navigation notamment lors des croisements des navires	-	+	+	-	+
	Réduction de la profondeur du chenal ou des tirants d'eau des navires	A : Moindres quantités de sédiments à draguer et à gérer => Réduction des coûts de l'activité de dragage => Amélioration de l'état du système estuarien liée à une baisse de l'activité anthropique. I : Réduction des conditions d'accès aux terminaux => Perte de trafic => incidences sociales et économiques.	=	+	+	-	+
	Augmentation de la profondeur du chenal de navigation	A: Accueil de navires plus gros aux tirants d'eau plus élevés => augmentation du trafic de marchandises. I : Coût d'approfondissement. Risque géologique et incidences environnementales (pollution de nappe)	+	-	-	+	-
	Différenciation des profondeurs du chenal de navigation et création d'une zone d'évitage à Pauillac	A : Moindres quantités de sédiments à draguer et à gérer => Réduction des coûts de l'activité de dragage => Amélioration de l'état du système estuarien liée à une baisse de l'activité anthropique. I : Difficulté de gestion des trafics avec éventuels problèmes de sécurité pour la navigation car marges de manœuvre plus réduites.	-	+	+	-	+
	Création de 2 chenaux localement avec des profondeurs différentes	Efficacité et intérêt non garantis A : Potentielle diminution des quantités de sédiments à draguer et à gérer => Réduction des coûts I : incidences sur l'environnement estuarien	=	-	-	-	-
	Création d'ouvrages structurels pour augmenter l'intensité des écoulements dans le chenal de navigation	A : amélioration de l'autocurage du chenal => diminution des volumes à draguer => réduction des coûts de l'activité dragage. I : Investissement important et incidences sur l'environnement	=	+	+	=	-
Mode de dragage	Arrêt total des dragages	A : Fin de l'activité => coûts associés nuls => Amélioration de l'état du système estuarien liée à l'arrêt de l'activité I : Perte de trafic très importante => impact social sur le port et la région (emploi indirect) => impact économique	-	+	+	-	+
	Arrêt saisonnier des dragages (fenêtre biologique) dans certaines sections du chenal de navigation	A : Repos saisonnier du système estuarien par pause de l'activité dans le chenal I : Risque important pour la navigation. Complexification de la gestion de l'activité de dragage. Incidence sur les volumes à draguer incertaine et variable.	=	+/-	-	-	+
	Dragage des bassins à flots en fonction du débit (pratique actuelle)	A : Environnemental (MES, O2) I : Contrainte d'exploitation et coût (intervention d'une drague extérieure)	=	+/-	+/-	=	+
	Utilisation du DIE seule en Garonne en fonction O2 dissous et \ ou débit	Efficacité et bénéfices attendus non garantis A : Environnemental I : Contrainte d'exploitation et potentiellement augmentation du coût	=	+ (clapé) / (draqué) =	-	=	+
	Utilisation du DIE après intervention de la DAM	A : Réduction du volume immergé. Optimisation de l'exploitation de l'Anita Conti. Bénéfice environnemental à étudier. I : A suivre dans le cas de la Gironde.	+ / =	+	+	=	+/- à suivre
	Intervention du dragage en fonction de l'hydrologie (en fonction de la position du bouchon vaseux) – pratique actuelle	A : Réduction potentielle du volume dragué (dragage hors période de dépôt). I : Gestion et organisation de l'activité complexes car adaptation selon les années hydrologiques	=	=	+	=	=
	Dragage "à l'américaine" : dragage et rejet en continu au fil de l'eau, sur les passes intermédiaires et aval ponctuellement pour des débits élevés	A : Moins de contraintes d'exploitation. Réduction des coûts. Moins de sédiments immergés. I : Remise en suspension au fil de l'eau (turbidité et désorption des contaminants)	=	= (draqué) / - (clapé)	+	=	-

Thématique	Actions	Avantages (A) /Inconvénients (I)	Sécurité Assurer la sécurité pour la navigation	Technique Réduire les volumes dragués et clapés	Économique Réduire le coût de l'activité de dragage	Trafic portuaire Maintenir l'activité du Port	Environnemental Réduire l'incidence des pratiques de dragage
Outils	Equipement de la DAM Anita Conti avec une pompe et un système de refoulement	A : Réaliser des opérations de valorisation des sédiments en régie (sans appel à des dragues extérieures). Environnemental I : Investissement de plusieurs millions d'euros	=	=	-	=	+ / -
	Remplacement de la DAB La Maqueline par une DIE	A : Simplicité de mise en œuvre, efficacité de la technique selon les secteurs. Pas d'immersion mais remobilisation des sédiments au fond de la colonne d'eau. Réduction des coûts d'exploitation ? I : Rendement supérieur, très bonne efficacité du dragage	=	= (dragué) / + (clapé)	=	=	+
	Utilisation de dragues extérieures pour opérations non réalisables en régie	A : Réaliser des opérations de valorisation des sédiments. Environnemental I : Augmentation des coûts liés au dragage	=	=	-	=	+ / -
Zone d'immersion	Augmentation du nombre de zones d'immersion. Création d'une zone d'immersion unique le long du chenal.	A : Financier pour l'exploitation. Développement durable (moins d'émission de CO2, Nox, Sox, particules fines), réduction de l'impact sur les zones actuelles. I : Perturbation de secteurs non utilisés aujourd'hui	=	=	+	=	+ / - (à étudier)
	Augmentation de la taille (longueur ou largeur) de la zone d'immersion	A : Financier pour exploitation, développement durable (moins d'émission de CO2, Nox, Sox, particules fines), réduction de l'impact sur les zones actuelles. I : Perturbation de secteurs non utilisés aujourd'hui. L'accès tout temps, par les dragues, est non garanti.	=	=	+	=	+ / - (à étudier)
	Diminution du nombre de zones d'immersion régulièrement exploitées	A : Environnemental I : Financier et développement durable. Contrainte d'exploitation	=	=	+	=	+
	Suppression totale des zones d'immersion et mise à terre	A : Pas d'immersion => bénéfique pour la biologie estuarienne I : Coûts . Déséquilibre négatif sédimentaire estuarien. Destruction de centaines d'hectares – potentiellement de zones humides.	=	= (dragué) / + (clapé)	-	=	+ / -
	Suppression de certaines zones d'immersion en Garonne (3/5)	A : Environnemental et politique I : Financier et développement durable (émission CO2, Nox, Sox, particules fines). Contrainte d'exploitation	=	=	-	=	+
	Maintien des zones d'immersion actuelles	A : Stratégie opérationnelle et économique car faibles distances de transport entre les zones de dragage et les zones d'immersion I : toujours les mêmes zones sont touchées	=	=	+	=	=
	Immersion dans les fosses naturelles du chenal	A: Financier et environnemental I : Réponse hydrosédimentaire inconnue sur la durée	=	+	+	=	+ / -
	Utilisation de zone d'immersion non dispersive hors zone intertidale (estran)	A : Environnemental car sédiment fixé I : Contraintes d'exploitation. Limité dans le temps . Impact sur des secteurs non utilisés. Réponse hydrosédimentaire inconnue. Potentiellement, nécessité de dragues extérieures.	=	?	=	=	+
	Immersion totale des sédiments en mer	A : Positif pour l'environnement estuarien (chimie et biologie) I :. Déséquilibre sédimentaire. Incidence sur des secteurs non utilisés aujourd'hui. Réponse hydrosédimentaire inconnue + Développement durable (plus d'émission de CO2, Nox, Sox, particules fines) Coûts disproportionnés	=	=	-	=	?
	Immersion partielle des sédiments en mer	A : Environnemental car accélération de la décontamination progressive de l'estuaire. I : Contrainte d'exploitation (distance éloignement de la côte?). Impact sur des secteurs non utilisés. Réponse hydrosédimentaire inconnue. Potentiellement nécessité de drague extérieure. Acceptation ?	=	=	-	=	+ / -
	Conserver l'absence d'immersion sur les zones intertidales (estran)	A : Environnemental I : Néant	=	=	=	=	=
	Remblaiement des sites d'extraction en mer après la fin de la concession (sable PW ou sédiments BIGORY sur Platin de grave)	A : Environnemental car immersion sur des sites perturbés (recréation d'un couvert sédimentaire) I : Contraintes d'exploitation selon les sites. Augmentation potentielle du coût. Réponse hydrosédimentaire et chimique inconnues	=	=	-	=	+ / -

Thématique	Actions	Avantages (A) /Inconvénients (I)	Sécurité Assurer la sécurité pour la navigation	Technique Réduire les volumes dragés et clapés	Économique Réduire le coût de l'activité de dragage	Trafic portuaire Maintenir l'activité du Port	Environnemental Réduire l'incidence des pratiques de dragage
Pratiques d'immersion	Choix de la zone d'immersion en fonction du débit	A : Environnemental I : Contraintes d'exploitation. Augmentation potentielle du coût	=	=	+ / -	=	+
	Arrêt partiel localisé des immersions (fenêtre bio pour exemple maigre à l'aval) – espèces exploitées	A : Environnemental I : Coûts. Contraintes d'exploitation. Augmentation de la pression sur d'autres zones d'immersion.	=	=	-	=	+
	Répartition des sédiments aléatoire sur la zone d'immersion pour favoriser un dépôt éparé	A : Environnemental I : Contraintes d'exploitation	=	=	- / =	=	+ / =
	Privilégier les zones d'immersion au droit ou en amont du chantier	A : Environnemental par rapport à la chimie I : Réduit le mouvement naturel des sédiments vers l'aval.	=	=	?	=	+
Valorisation	Création d'îles - Rechargement et/ou création de zones intertidales	A : Environnemental (re-créeation de milieu naturel et augmentation des surfaces d'estran) réduction de la sollicitation des zones d'immersion. I : Dragues ext. Investissement. Réponses hydrosédimentaires inconnues	?	= (dragué) / + (clapé)	-	=	+
	Renforcement de berges	A : Environnemental et sécuritaire (DISP par exemple). Lutte douce contre l'érosion et réduction de la sollicitation des zones d'immersion I : Dragues extérieures et coûts	=	= (dragué) / + (clapé)	-	=	+
	Rechargement de plage avec des sédiments de la passe de l'ouest ou zone de transit	A : Réduction de la sollicitation des zones d'immersion. Politique I : Dragues extérieures et coûts	=	= (dragué) / + (clapé)	-	=	+
	Création d'une zone de transit pour la valorisation des sables	A : Réduction de la sollicitation des zones d'immersion. Source de sédiments directement utilisable (digue remblais corps de route, btp, etc.) I : Terrain foncier. Investissement fonctionnement. Pas de débouchés concrets aujourd'hui. Retrait de plusieurs milliers de m <sup>3</sup> du milieu naturel et réponse hydrosédimentaire inconnue.	=	= (dragué) / + (clapé)	-	=	+
	Remblaiement de terrain (port ou autres)	A : Environnemental car réduction de la sollicitation des zones d'immersion. Politique I : Dragues extérieures et coûts	=	= (dragué) / + (clapé)	-	=	+
	Comblement d'anciennes gravières	A : Environnemental car réduction de la sollicitation des zones d'immersion. Politique I : Dragues extérieures et coûts	=	= (dragué) / + (clapé)	-	=	+
Action en amont	Réduction des apports MES	pour mémoire	=	+	+	=	+
	Piégeage des contaminants en Garonne	A : Limitation de la descente des sédiments vers l'aval et de la désorption des polluants. I : Coûts. Acceptation.	=	=	-	=	+
	Augmentation des débits Garonne/Dordogne	Pour mémoire	=	+	+	=	+
	Dépollution des sédiments en amont des barrages	Pour mémoire	=	=	=	=	+
	Création d'une zone d'immersion en Garonne amont ( amont Pont de Pierre) pour les sédiments dragués en Garonne	A : Limitation de la descente des sédiments vers l'aval et de la désorption des polluants. I : coûts. Acceptation. Incidence sur des secteurs non utilisés aujourd'hui et sous gestion VNF. Contraintes d'exploitation et franchissement du pont de pierre	=	=	-	=	+

Thématique	Actions	Avantages (A) /Inconvénients (I)	Sécurité Assurer la sécurité pour la navigation	Technique Réduire les volumes dragués et clapés	Économique Réduire le coût de l'activité de dragage	Trafic portuaire Maintenir l'activité du Port	Environnemental Réduire l'incidence des pratiques de dragage
Etude faisabilité ou veille recherche	Veille sur les nouveaux procédés ou technologies en cours de développement (ex : géocaptage)	A étudier	=	?	?	=	+
	Biodragage dans les bassins à flots	Efficacité et mise en œuvre à déterminer. A : Réduction rejet au fil de l'eau et coût potentiellement réduit I : Incidence sur l'environnement inconnue et efficacité dépendante de la MO (inefficace si MO<10%)	=	+ / -	?	=	?

## 2.4. JUSTIFICATION DES ACTIONS RETENUES ET NON RETENUES

Ce chapitre présente, par thématique, les actions retenues et non retenues.

### 2.4.1. Caractéristiques du chenal de navigation

L'ensemble des actions portant sur les caractéristiques géométriques du chenal de navigation ne sont pas retenues en vue du futur plan de gestion des sédiments pour les raisons principales suivantes :

- La sécurité de la navigation commerciale dans l'estuaire, pour un accès en toute sécurité aux installations portuaires, est primordiale et il n'est, en ce sens, pas concevable de diminuer les marges de sécurité actuelles. Pour exemple, le GPMB reçoit des navires de plus de 200 m de long pour 30 à 40 m de large (vraquiers, pétroliers). En prenant en compte les conditions hydrométéorologiques et courantologiques, il convient de garder une distance minimale de 30 à 40 m lors de croisements. Les navires évoluent alors à des distances de l'ordre d'une quinzaine de mètre des bordures du chenal.

Les facteurs aggravants pour la navigation en rivière et dans l'estuaire sont :

- La dérive liée au vent et au courant ;
- Les eaux peu profondes qui altèrent la maniabilité des navires ;
- La nature des fonds qui altère elle aussi la maniabilité des navires
- L'interaction avec les berges qui peut induire des embardées ;
- La possibilité de croisement.

Par conséquent pour prévoir la largeur d'un chenal à double sens il faut prévoir plusieurs couloirs inhérents à chaque difficulté et les additionner :

- La voie de manœuvre du navire (largeur du navire \* coef) ;
- Distance par rapport aux berges (pour réduire les effets à un minimum maîtrisable) ;
- Distance de sécurité de croisement entre navires.

Par conséquent, il n'est pas envisageable de réduire la largeur actuelle du chenal de navigation ; cela conduirait à augmenter fortement le potentiel accidentogène. A titre de comparaison, la largeur du chenal de navigation du port de Nantes est de 350 à 220 m dans les sections aval de l'estuaire où sont situés les principaux terminaux et 125 m sur le chenal amont (section calibrée) ; le chenal du GPMB a une largeur de 150m hormis au niveau de la passe d'entrée où il mesure 300 m de large.

- Compte tenu des contraintes géologiques et rhéologiques en fond de chenal, les profondeurs du chenal sont définies de manière stratégique par le GPMB, fonction du trafic actuel et visé ainsi que l'évolution des tirants d'eau des navires ; cela répond notamment au projet de développement stratégique du GPMB.

Diminuer la profondeur du chenal, tout en gardant des caractéristiques de tailles identiques pour les navires, conduirait à réduire leur pied de pilote. Ce dernier est une hauteur supplémentaire que l'on ajoute au tirant d'eau d'un navire pour se garantir une marge de sécurité lors d'une entrée dans un port ou lors d'un passage dans un chenal, ou par un endroit peu profond. Ce pied de pilote tient compte des conditions hydrométéorologiques du site (clapot, marée, vent...) ainsi que des conditions de surenfoncement dynamique comme le phénomène de SQUAT. La réduction du pied de pilote conduirait fatalement à augmenter le risque d'incident de navigation.

A contrario, la diminution de la profondeur du chenal tout en réduisant la taille des navires, et donc leur tirant d'eau, est contraire à la tendance mondiale commerciale des armateurs.

L'impact économique sur l'activité portuaire serait désastreux (perte significative de trafic) et cette situation conduirait à un report massif du fret sur la route

## **2.4.2. Mode de dragage**

Les actions sur les modes de dragage ne sont pas retenues lorsqu'elles fragilisent trop fortement le maintien des accès nécessaires au trafic portuaire actuel et futur, à savoir l'arrêt total des dragages.

Le fonctionnement hydrosédimentaire de l'estuaire et la dynamique permanente des dépôts associée ne permettent pas d'envisager des périodes d'interruption importante des opérations de dragage sans compromettre la sécurité de la navigation commerciale dans l'estuaire ; la viabilité économique du système non plus.

Les autres actions ne présentent pas de contraintes majeures vis-à-vis de l'activité commerciale et de la sécurité de la navigation. Elles ont donc été retenues pour être potentiellement intégrées dans un scénario de plan de gestion des sédiments :

- Maintien des pratiques actuelles :
  - Dragage des bassins à flots en fonction du débit ;
  - Interventions de dragage en fonction de l'hydrologie (en fonction de la position du bouchon vaseux) pour la DAM, la DAB et le DIE.

Rappel : le diagnostic de l'étape 2 a montré que la gestion actuelle des sédiments de la Gironde est globalement satisfaisante, en particulier la planification des dragages en fonction de la position du bouchon vaseux dans l'estuaire.

- Evolution des pratiques - Nouvelles pratiques
  - Utilisation du DIE seule en Garonne en fonction O2 dissous et \ ou débit ;
  - Utilisation du DIE après intervention de la DAM ;
  - Dragage "à l'américaine" : dragage et rejet en continu au fil de l'eau, sur les passes intermédiaires et aval ponctuellement pour des débits élevés.

## **2.4.3. Outils de dragage existants sur l'estuaire**

### **2.4.3.1. Les outils du GPMB**

Les outils de dragage actuels répondent aux besoins de maintien d'accès sécurisés aux installations portuaires et à l'organisation mise en place par le service Dragages du GPMB :

- Le dragage hydraulique par aspiration est réalisé au niveau des chenaux (passes), des zones d'accès aux ouvrages et parfois au niveau des souilles. Depuis juillet 2013, c'est la drague aspiratrice en marche (DAM) Anita Conti qui assure l'entretien des fonds du chenal en remplacement de la DAM Pierre-Lefort.
- Le dragage mécanique (drague à benne) est employé pour l'entretien des souilles et postes à quai, non accessibles aux dragues aspiratrices en marche. L'engin en poste actuellement au GPMB est La Maqueline.
- Depuis 2011, après plusieurs années d'expérimentation, le GPMB utilise également une drague à injection d'eau et envisage à terme le remplacement de la drague à benne. Ce choix répond avant tout à une praticité de mise en œuvre, à une efficacité démontrée lors des expériences menées avec des DIE extérieures et à une incidence environnementale mesurée lors des tests et chantiers réalisés. La complémentarité avec la DAM générera des économies de volume dragué et par conséquent d'impacts et de coûts.

Par ailleurs, le GPMB a initialement envisagé d'équiper la Drague Aspiratrice en Marche d'un système de refoulement ; cette action n'est finalement pas retenue: il est prévu de consacrer l'utilisation de la DAM uniquement aux opérations de dragage et clapage du GPMB.



Pour les opérations qui concernent le GPMB et qui nécessiteraient du refoulement (opérations ponctuelles et locales), ce dernier continuera à recourir à des dragues extérieures

#### **2.4.3.2. Autres ports**

De nombreux ports de plaisance et de pêche sont présents dans l'estuaire, aux côtés des installations portuaires du GPMB. Deux techniques de dragage, impliquant dans les 2 cas un retour des sédiments extraits au milieu, sont utilisées :

- Les dragues aspiratrices stationnaires (DAS) sont utilisées pour extraire les sédiments dès lors que les volumes dépassent 10 à 20 000 m<sup>3</sup> et que les tirants d'eau leur permettent l'accès. Les sédiments sont généralement rejetés directement à l'extérieur du port, via une conduite de refoulement.

Nota : pour certains secteurs (Port Bloc, Bassins à flot n° 1 & 2 et accès aux écluses des bassins à flot), l'entretien est assuré intégralement ou en partie par des dragues à benne.

- Le rotodévasage est utilisé pour draguer des volumes plus faibles (<10 000 m<sup>3</sup>), plus spécifiquement sur les ports et chenaux à marées. Les sédiments sont remis en suspension et repartent à l'estuaire de la Gironde.

#### **2.4.4. Zones d'immersion**

Il a été convenu de retenir les actions suivantes :

- Maintien des zones d'immersion actuelles avec suppression potentielle de plusieurs zones d'immersion en Garonne ;
- Immersion dans les fosses naturelles du chenal ;
- Immersion dans des anciennes concessions d'extraction de granulats en mer ;
- Immersion d'une partie des sédiments dragués à l'extérieur de l'estuaire ;
- Absence d'immersion sur les zones intertidales (estran).

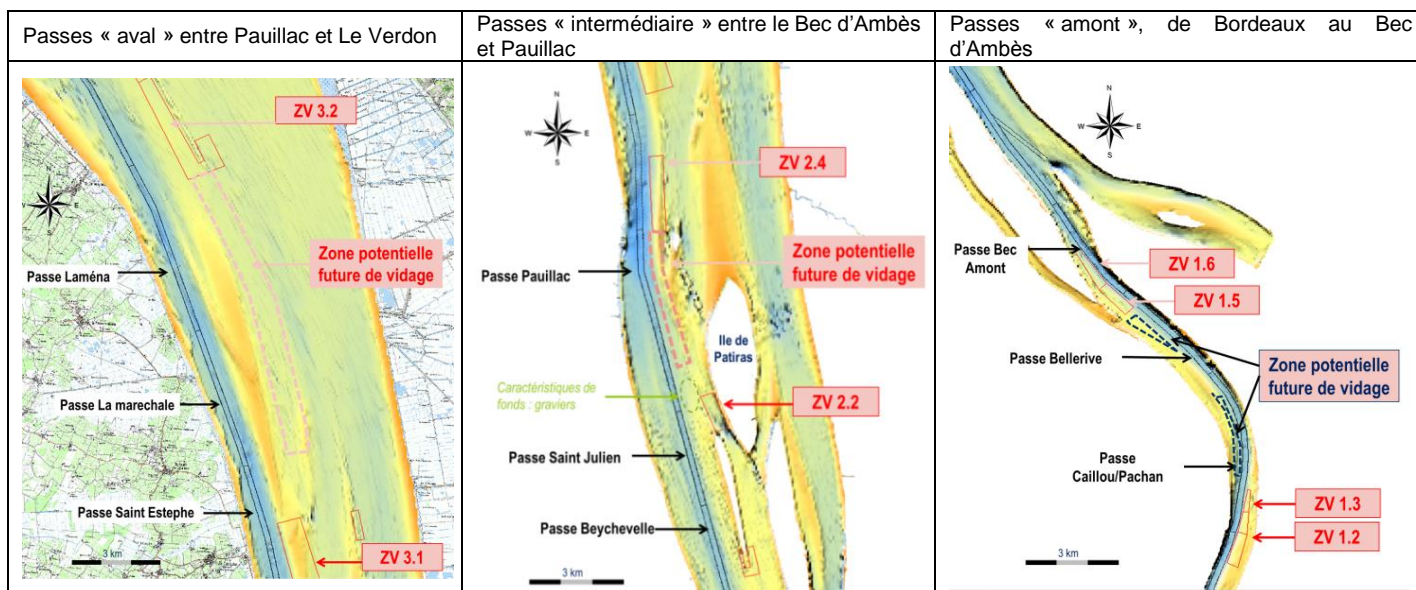
Des précisions sur la justification du choix de certaines de ces actions sont précisées dans les paragraphes, en particulier sur la problématique de l'intérêt ou non d'augmenter/réduire le nombre/emprise des zones de vidage.

##### **2.4.4.1. Analyse concernant le nombre/emprise des zones de vidage**

###### **2.4.4.1.1. Actions visant à augmenter le nombre et l'emprise des zones**

Le fait d'augmenter le nombre de zones de vidage présente un intérêt économique car cela réduit les temps de transport des sédiments dragués (cycle de dragage), entre les passes (zone de dragage) et les zones de vidage. Cette action aura également pour effet de répartir les sédiments clapés sur une plus large superficie et donc de diminuer potentiellement les épaisseurs de dépôts et par conséquent les effets de dépôts.

Les distances entre passes et zones de vidage associées sont actuellement déjà optimisées pour les passes les plus draguées. Cependant, il pourrait être envisagé, par exemple, d'ajouter plusieurs zones de vidage dispersives (cf. ci-dessous exemple de zones identifiées) précisées ci-dessous ou un « couloir continu » de vidage parallèle au chenal de navigation :



Le tableau ci-après récapitule les avantages et inconvénients de cette action :

**Tableau 8 : Analyse multicritère de l'augmentation des zones de vidage**

Critère		Augmentation du nombre de zones de vidage
<b>Opérationnel</b>		Réduction des distances de transport et des durées associées de cycles de dragage
<b>Environnement</b>	<b>Peuplement benthique</b>	<p>L'augmentation des zones de vidage implique une superficie directe impactée d'habitats benthiques plus importante qu'actuellement donc un effet potentiel négatif par rapport à la situation actuelle, d'autant que les zones ajoutées peuvent présenter des habitats intéressants.</p> <p>Cependant, cette action aura pour effet de répartir les sédiments clapés sur une plus large superficie et donc de diminuer potentiellement les effets de dépôts. De plus, cet effet pourrait être optimisé par le clapage des sédiments sur l'ensemble de la zone de vidage.</p> <p>L'étude menée par l'université de Bordeaux (Bachelet et Gouillieux, 2016) a montré l'absence de modification de la structure des peuplements et de l'abondance sur une zone de vidage aval (ZV3.4) où les sédiments clapés étaient de même nature que le substrat en place (type vase). Les facteurs suivants sont avancés pour expliquer l'absence de perturbation : la nature des sédiments clapés comparable à celle des sédiments dragués et le caractère dispersif du site (faible recouvrement des fonds).</p>
	<b>Ressource halieutique</b>	Equivalent à la situation actuelle, sauf si ces nouvelles zones sont intéressantes (présence de sables, graviers...).
	<b>Contamination</b>	<p>L'étude menée par l'université de Bordeaux (Pouget et Blanc, 2016) a montré, sur une zone de vidage aval (ZV3.4), l'absence de modification temporelle et spatiale des concentrations métalliques avant et après clapage. Cette absence d'évolution est expliquée par une concentration métallique des sédiments dragués déjà à l'équilibre thermodynamique, donc ne pouvant pas désorber.</p> <p>Le clapage à 'aval de Pauillac (jusqu'au Verdon) est favorable à la désorption des contaminants si les sédiments dragués présentent une contamination en Cd supérieure à 0,4 mg/kg, ce qui n'est pas le cas sur des sédiments de dépôts récents.</p> <p>Enjeu variable donc selon le niveau de contamination des sédiments.</p>

Légende couleur :

Neutre ou équivalent à la situation actuelle	Favorable	Défavorable	Réhibitore
--	-----------	-------------	------------

Nota : dans les différentes données sur la gestion des sédiments dragués des estuaires, il n'existe pas d'information suffisamment précise pour permettre de conclure sur l'intérêt ou non d'augmenter le nombre des zones de vidage. Cependant, on peut noter la présence dans l'estuaire de l'Escaut, de zones de dépôts « continues » et de très grande superficie.

#### 2.4.4.2. Actions visant à réduire le nombre de zones de vidage

L'objectif est de réduire les surfaces directement impactées par les clapages, soit diminuer le nombre de zones de vidage (et emprises associés). Les zones de vidage conservées sont les plus dispersives, ce qui permet une dispersion rapide dans le milieu en limitant les effets de dépôts



Ces volumes pourraient être répartis sur les autres zones de vidage à proximité.

Les zones de vidage actuellement utilisées sont très dispersives ; par conséquent, il est probable que ce surplus de sédiments repartis sur les différentes zone de vidage n'engendrera pas des épaisseurs supplémentaires importantes.

Néanmoins pour consolider l'analyse, il conviendrait de réaliser une étude dont le programme est à définir pour examiner le devenir des sédiments clapés au moment de leur descente et l'évolution des dépôts à court/moyen terme.

Le tableau présente l'analyse multi-critère pour l'action « Diminution des zones de vidage » :

**Tableau 9 : Analyse multicritère – action « Diminution des zones de vidage »**

Critère		Action »Diminution des zones de vidage »
<b>Opérationnel</b>		Augmentation des distances de transport ce qui engendre une augmentation inévitable des coûts + augmentation de gasoil et des émissions CO2. Suppression de zones « de réserve » en cas de situations particulières.
<b>Environnement</b>	<b>Peuplement benthique</b>	Diminution des zones de vidage implique une réduction de la superficie impactée. Les volumes en jeu seront répartis sur les autres zones de vidage qui sont dispersives. Le surplus de sédiments ne devrait pas engendrer une épaisseur de dépôt importante supplémentaire (à confirmer par étude spécifique)
	<b>Ressource halieutique</b>	Réduction des superficies des habitats impactés
	<b>Contamination</b>	Pas de modification importante de la désorption des matériaux

#### 2.4.4.2.1. Bilan

D'un point de vue économique, l'augmentation des zones de vidage est intéressante car elle diminue les distances de transport entre la zone draguée et la zone de vidage. C'est d'ailleurs sur cette logique que les zones de vidage ont été optimisées :

- Les 14 zones de vidage utilisées par le GPMB sont situées à proximité des zones de dragage (cf. rapport RM1-E2-1) ;
- Les sédiments dragués sur une passe sont, en général, clapés sur la zone de vidage située à proximité dans le but de minimiser le transport dans le cycle de dragage ;
- Les retours des sédiments rejetés vers le chenal de navigation sont faibles comme cela a été mis en évidence par le modèle hydrosédimentaire (cf. rapport RM1-E2-1 et RM1-E2-4). Cette pratique peut donc être considérée comme « efficace » du point de vue opérationnel.

Cependant, d'un point de vue environnemental, l'analyse des effets de l'augmentation ou de la diminution des zones de vidage est complexe. Les études menées par l'université de Bordeaux dans le cadre de ce projet ont montré :

- L'absence de modification de la structure des peuplements et de l'abondance sur une zone de vidage aval (ZV3.4) où les sédiments clapés étaient de même nature que le substrat en place (type vase) ;
- L'absence de modification temporelle et spatiale des concentrations métalliques avant et après clapage.

A ce stade, en l'absence de données et d'investigations plus complètes (suivi de plusieurs zones, volume clapé plus important...), il a été retenu de maintenir les zones de vidage actuelles et leur exploitation suivant la stratégie actuelle.

Toutefois, il a été convenu de supprimer potentiellement certaines zones d'immersions les moins utilisées (zone les plus en amont dans la Garonne, cf. paragraphe spécifique).

#### 2.4.4.3. Possibilité d'immersion au large (à l'extérieur de l'estuaire) de l'ensemble des sédiments dragués

L'objectif de cette action est double :

- Réduire la remise en suspension à l'intérieur de l'estuaire, limitant ainsi les effets sur l'environnement liés à la turbidité (et ré-alimentation du bouchon vaseux) ;
- Limiter la désorption des contaminants à l'intérieur de l'estuaire (exemple : Cadmium).

Cependant, claper l'intégralité des sédiments de l'estuaire est incompatible avec l'activité portuaire, sur le plan opérationnel et économique :

- Difficultés techniques :
  - Les moyens à mettre en place seraient considérables en raison du temps de transport nécessaire (nécessiterait la mise en place sur l'estuaire de plusieurs dragues supplémentaires) ;
  - Le clapage à l'extérieur serait fortement soumis aux aléas météorologiques avec potentiellement d'importants stand-by météorologiques (hauteur de houle, vent...)
- Difficultés économiques : le surcoût moyen minimal est estimé à plusieurs dizaines de millions chaque année (engins supplémentaires, durée et frais de transport).

**Ainsi, tous les sédiments dragués dans l'estuaire ne peuvent pas être immergés au large pour des raisons économiques et de capacité actuelle du parc de dragage.**

Il convient de préciser que le clapage à l'extérieur de la totalité des sédiments pourrait faire l'objet d'une forte opposition des usagers de la mer (pêche, conchyliculture, balnéaire ....), en raison des risques inconnus de contamination spécifiques sur la zone d'immersion.

De plus, le fait d'immerger tous les sédiments au large créerait un déséquilibre hydro-sédimentaire dans l'estuaire et n'empêcherait pas les dragages qui sont dus à la sédimentation naturelle des apports amont.

#### 2.4.4.4. Possibilité de dépôt à terre de l'ensemble des sédiments dragués de l'estuaire

La valorisation à terre des sédiments de dragage représente moins de 3% des sédiments dragués. L'immersion des sédiments dragués constitue la principale filière en France :

**Tableau 10 : Volume immergé / valorisé en France**

	Masses de matières sèches	
	Immersion	Valorisation à terre
2009	29 M tonnes	0,9 M tonnes
2010	18 M tonnes	0,32 M tonnes
2011	20 M tonnes	0,19 M tonnes

*Source : CEREMA*

Cependant, la loi Leroy interdit à partir du 1er janvier 2025, le rejet en mer de boues de dragage polluées. Elle prévoit qu'une filière de traitement des boues et de récupération des macro-déchets associés soit mise en place. Les seuils au-delà desquels les sédiments ne peuvent être immergés seront définis par voie réglementaire.

Les niveaux de contamination des sédiments dragués dans l'estuaire de la Gironde sont en dessous des seuils réglementaires en vigueur et permettent leur immersion en totalité.

Par ailleurs, pour l'estuaire de la Gironde, il ne peut pas être envisagé le dépôt à terre de l'ensemble des sédiments dragués :

- Difficultés techniques : foncier disponible à trouver à proximité des rives de l'estuaire, infrastructures de stockage...La superficie nécessaire pour une zone de transit permettant d'accueillir l'ensemble des sédiments dragués annuellement dans l'estuaire serait de 2 500 à 9 000 ha (dépend de la technique retenue, des terrains, de l'épaisseur des dépôts...), soit entre 3 000 et 12 000 terrains de football ou 0,5 à 2 fois la superficie de la ville de Bordeaux ;
- Difficultés environnementales : risque de contamination des terrains d'accueil par les chlorures, emprises terrestres sur zones en bord d'estuaire, destruction ou altération d'espèces protégées et de zones humides...
- Difficultés économiques : investissements considérables.

Néanmoins, le dépôt à terre d'une partie de ces matériaux reste à l'étude. Il convient de noter que la gestion à terre multiplie au moins par 10 le coût du m3 dragué.

#### **2.4.4.5. Bilan – actions retenues**

Les actions suivantes ont été retenues :

- Maintien des zones d'immersion actuelles avec suppression potentielle des zones d'immersion en Garonne, les plus en amont ;
- Immersion dans les fosses naturelles du chenal ;
- Immersion d'une partie des sédiments dragués à l'extérieur de l'estuaire ;
- Absence d'immersion sur les zones intertidales (estran).

#### **2.4.5. Pratiques d'immersion**

Concernant les pratiques d'immersion (ex : exploitation des zones selon le débit, organisation spatiale des clapages au sein d'une même zone de vidage...), toutes les actions envisagées sont retenues. Elles visent à diminuer l'incidence des immersions dans l'estuaire, tout en conservant la majorité des zones de vidage utilisées actuellement.

#### **2.4.6. Valorisation**

Toutes les actions de valorisation des sédiments dragués ont pour objectif initial de diminuer le volume immergé, sans que cela ne remette en cause le principe d'immersion des sédiments dragués (conservation des sédiments dans le système).

Même si l'immersion reste la pratique usuelle en raison des volumes considérés, ces actions permettraient de rechercher et d'expérimenter d'autres modes de gestion des sédiments dragués.

Chacune de ces actions présente un caractère innovant. Elles pourraient être mises en place à titre d'opérations ponctuelles ou d'expérimentations présentant un double intérêt : la valorisation des sédiments dragués et la création des zones d'intérêt écologique.

Le réasblément des plages de Soulac n'a pas abouti, notamment pour des raisons économiques. Néanmoins, cette valorisation pourrait être mise en place pour d'autres plages de l'estuaire interne/externe. Une étude de faisabilité devra être réalisée.

#### **2.4.7. Actions en amont**

Les pistes d'actions « en amont de l'estuaire » ont pour objectif de réduire la « contamination » du système estuarien liée à l'apport de sédiments contaminés depuis l'amont des bassins versants vers l'estuaire.

Elles consistent à diminuer l'apport de sédiments contaminés à l'estuaire. Elles ne sont pas destinées à être intégrées au plan de gestion des sédiments de dragage de l'estuaire de la Gironde. Elles dépendent largement des modalités de gestion mises en œuvre par les gestionnaires des bassins versants amont.

#### 2.4.8. Etude de faisabilité ou veille technologique

Un certain nombre de sujets ou pistes d'actions est incertain du fait du manque de retours d'expérience sur leur efficacité potentielle ou bien sur la relative méconnaissance des processus physiques/chimiques estuariens. Il a donc été retenu de mettre en œuvre des actions de veille technologique et de recherche (suivi de l'état de l'art, ...) et la possibilité d'étudier la faisabilité de de certaines actions pour mieux évaluer leurs incidences.

Les études de faisabilité ou actions de recherche représentent des orientations à plus long terme. Ces actions devront être étudiées mais ne seront pas intégrées dans le futur plan de gestion (difficulté à être concrétisée dans les prochaines années). A ce titre, un focus sur l'action bio-dragage a été réalisé.

#### 2.4.9. Bilan des actions retenues pour les scénarios

Le tableau ci-après récapitule les actions retenues.

**Tableau 11 : Actions retenues pour une analyse plus détaillée**

Thématique	Actions retenues
Mode de dragage	Dragage des bassins à flots en fonction du débit (pratique actuelle)
	Intervention du dragage en fonction de l'hydrologie (en fonction de la position du bouchon vaseux) (pratique actuelle)
	Utilisation du DIE seule en Garonne en fonction O2 dissous et \ ou débit
	Utilisation du DIE après intervention de la DAM
	Dragage "à l'américaine" : dragage et rejet en continu au fil de l'eau pour des débits élevés
Outils	Intégration plus systématique du DIE en lieu et place de la Maqueline
Zone d'immersion	Maintien des zones d'immersion actuelles
	Maintien de la non-immersion sur les zones intertidales (estran)
	Privilégier les zones d'immersion au droit ou en aval du chantier de dragage
	Suppression de certaines zones d'immersion en Garonne (3/5)
	Immersion dans les fosses naturelles du chenal
	Immersion dans d'anciennes zones d'extractions de granulats marins
	Immersion partielle des sédiments en mer
Pratiques d'immersion	Arrêt partiel localisé des immersions (fenêtre bio pour exemple maigre à l'aval) – espèces exploitées
	Répartition des sédiments aléatoire sur la zone d'immersion pour favoriser un dépôt épars
Valorisation	Création d'îles - Rechargement et/ou création de zones intertidales
	Renforcement de berges
	Création d'une zone de transit pour la valorisation des sables
	Remblaiement de terrain (port ou autres)
	Comblement d'anciennes gravières
Recherche – Veille technologique	Biodragage des bassins à flots

### 3. DESCRIPTION ET EVALUATION DES ACTIONS RETENUES

#### 3.1. METHODOLOGIE

Pour chacune des thématiques présentées précédemment, les paragraphes ci-après présentent chaque action retenue, en distinguant les actions actuellement en place et les nouvelles pratiques proposées.

Pour chaque action, les éléments suivants sont présentés :

- Une description générale du principe : objectif, mise en œuvre, fonctionnement...
- Une évaluation des avantages et inconvénients sur le plan opérationnel et environnemental (avec code couleur), soit :
  - Les effets potentiels de l'action il s'agit de l'effet intrinsèque à l'ensemble de l'action (technique, période de dragage etc...) :

<b>Effet</b>
Neutre ou négligeable
Effet positif
Effet négatif réduit
Effet négatif
Effet majeur - rédhibitoire

- L'évolution de l'action par rapport aux pratiques actuelles (cette comparaison est effectuée uniquement pour les nouvelles pratiques).

<b>Evolution par rapport à pratique actuelle</b>
Neutre ou équivalent à la situation actuelle
Amélioration
Détérioration

- Un listing des études et investigations nécessaires.

Il ne s'agit pas de réaliser une analyse détaillée des effets qui sera effectuée dans les dossiers réglementaires, mais de déterminer les principaux effets potentiels discriminants dans le choix et l'appréciation de l'action.

#### 3.2. RAPPEL DES EFFETS POTENTIELS

Les principales techniques de dragage retenues dans ces actions sont :

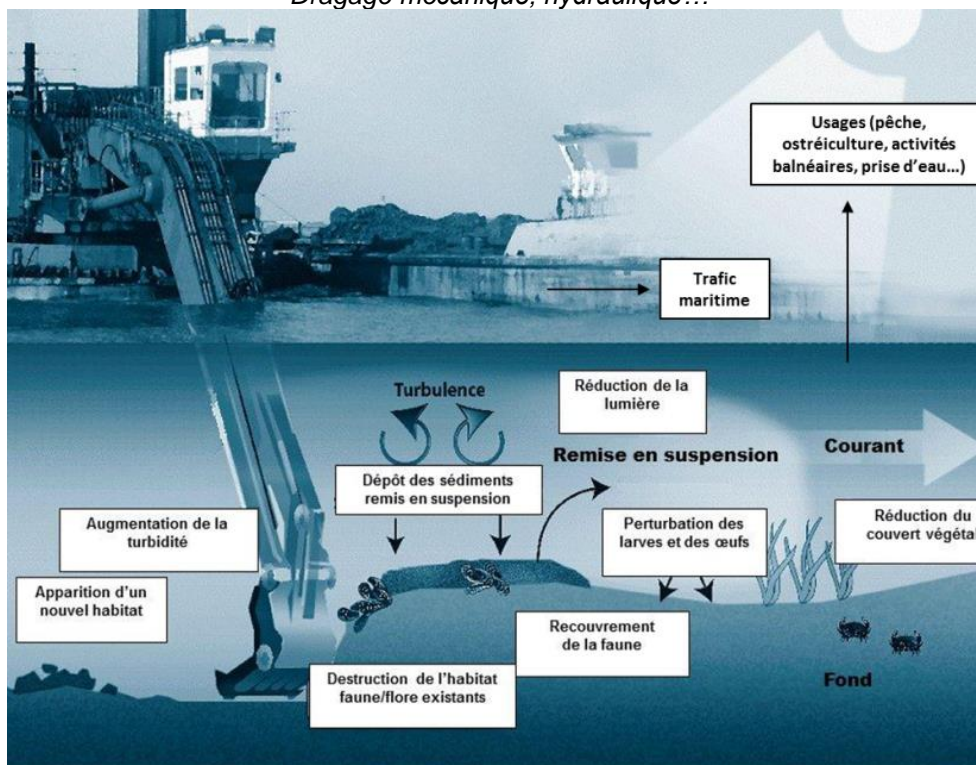
- Dragage par DAM et immersion ;
- Dragage par DAM et rejet à l'Américaine ;
- Dragage par DAS et rejet au fil de l'eau (conduite) ;
- Dragage par DIE (remplacement de la drague mécanique La Maqueline, soutien à la DAM...).

Les principaux effets potentiels de ces techniques de dragage sont synthétisés dans les figures ci-après :

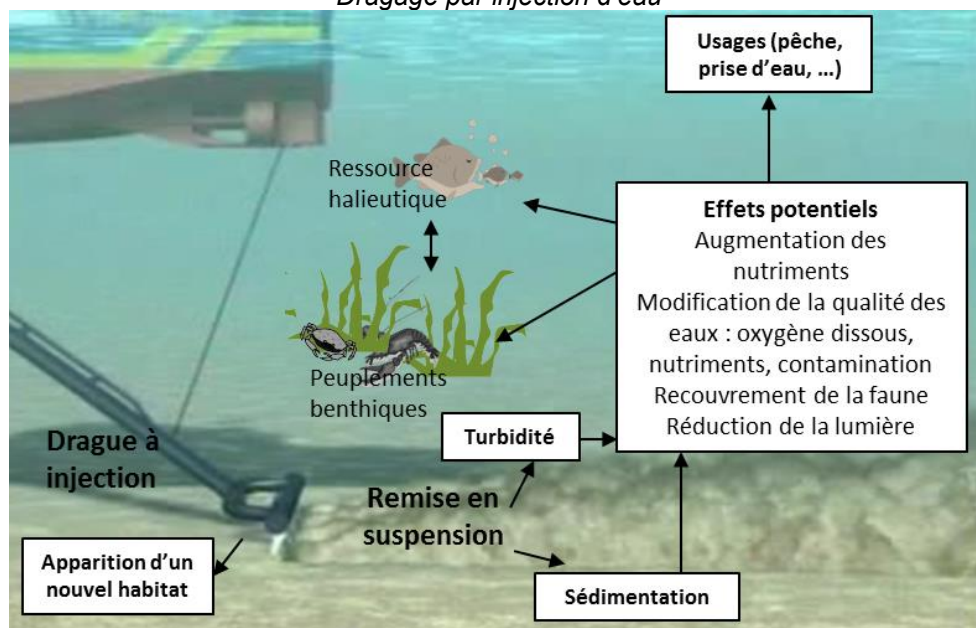


**Figure 1 : Effets potentiels des dragages**

*Dragage mécanique, hydraulique...*

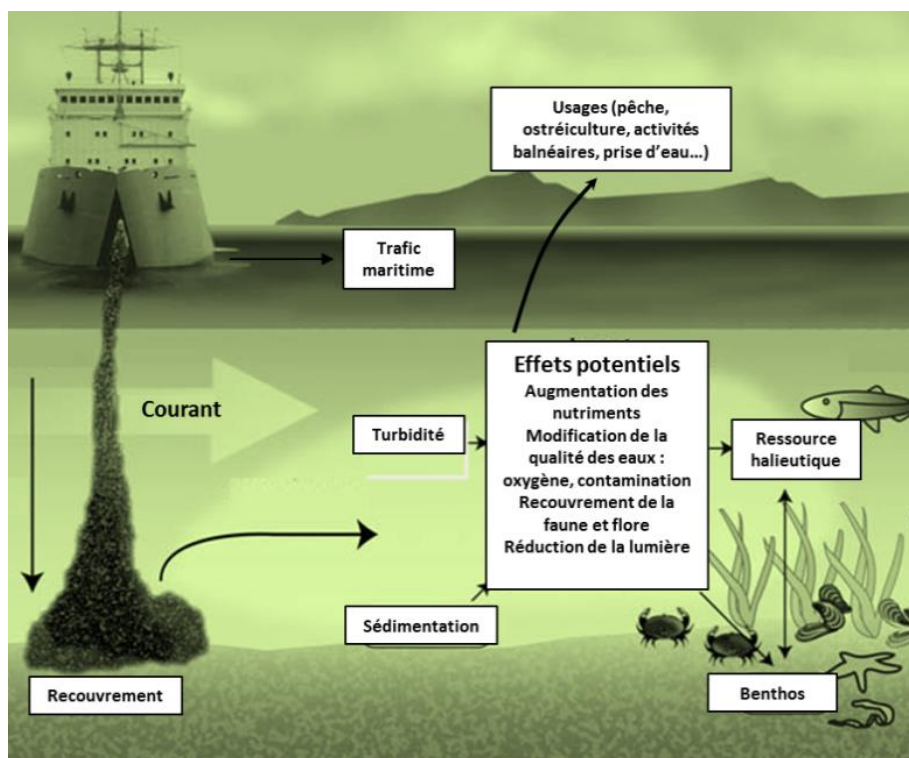


*Dragage par injection d'eau*



Source : ARTELIA

**Figure 2 : Effets potentiels des immersions (immersion, rejet au fil de l'eau, ...)**



Quelle que soit la technique utilisée, les opérations de dragage et rejet vont générer :

- Une modification des fonds et des habitats au droit des zones draguées et de vidage ;
- Une remise en suspension avec un panache turbide dont l'intensité et l'emprise dépendent de nombreux paramètres : outil de dragage mis en œuvre et mode opératoire, conditions hydrauliques, nature des sédiments, ...

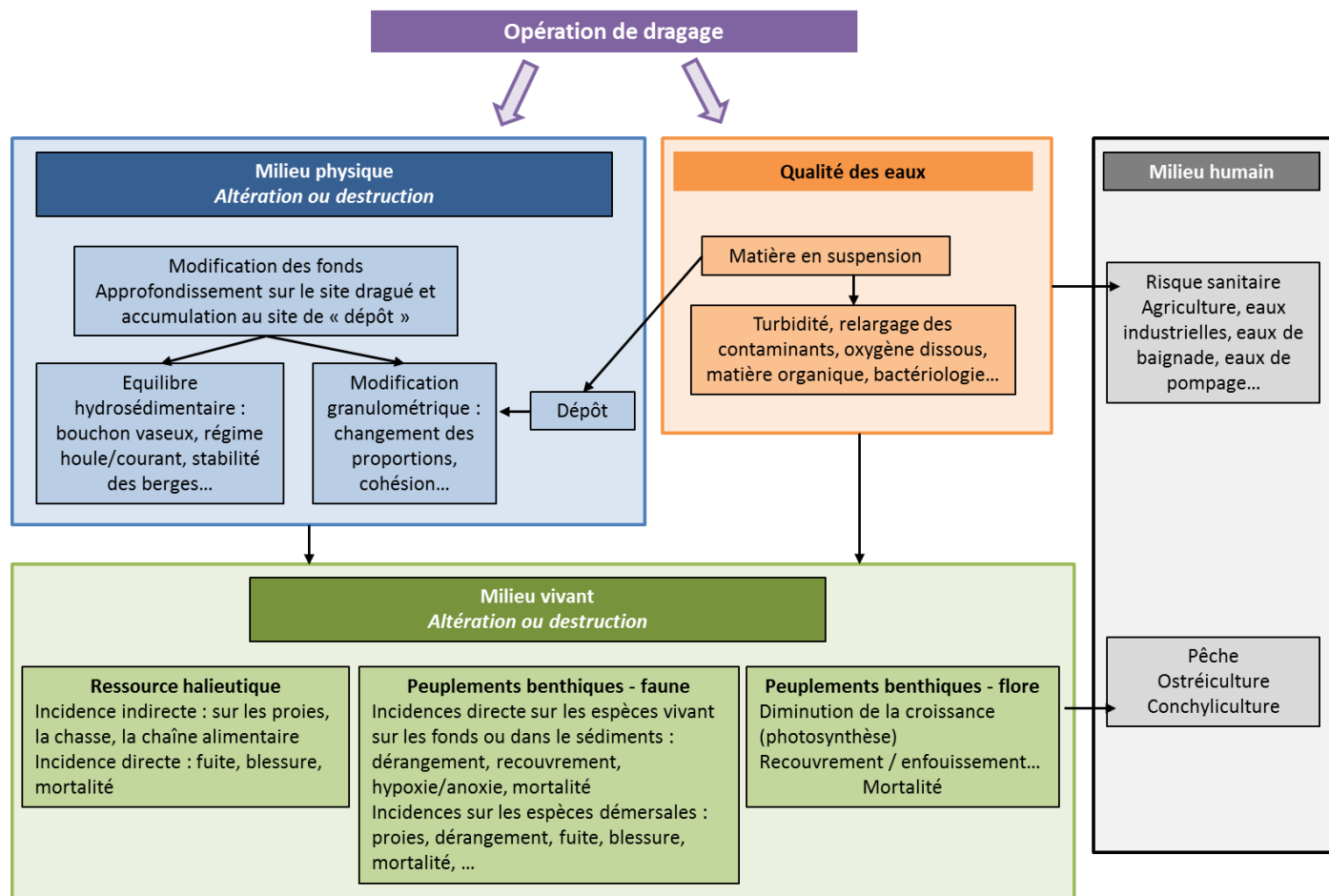
**Tableau 12 : Effets potentiels des principales techniques de dragage/immersion sur les MES**

Technique	Principales caractéristiques de la remise en suspension associée	
	Zone draguée	Zone de vidage/immersion
<b>Drague aspiratrice en marche + immersion</b>	<p>Les dragues hydrauliques ont un impact sur la qualité de l’eau moins prononcé pendant le dragage. Le débit de pompage, vitesse de rotation du cutter, et les mouvements de l’élinde sont des paramètres essentiels influant sur les remises en suspension. Les MES sont principalement localisées au fond de l’eau, à proximité de l’élinde.</p> <p>Nota : La surverse de densification engendre une remise en suspension importante, impactant l’ensemble de la colonne d’eau</p>	<p>La concentration maximale est observée au centre de la colonne de sédiment et au voisinage du fond 50 à 95% des sédiments déversés se déposent sur le fond en quelques minutes, suivant la profondeur et la granulométrie (Alzieu 2009).</p> <p>L’hydrodynamisme du site de dépôt peut provoquer la remise en suspension des matériaux déposés sur les fonds, et notamment des fractions les plus fines (Sogreah 2002). Des concentrations supérieures à la moyenne peuvent donc être rencontrées à moyen et long terme au voisinage du site, en fonction des courants et de l’agitation du milieu.</p>
<b>Drague mécanique + clapage</b>	<p>Le dragage mécanique est caractérisé par une remise en suspension importante des sédiments dans toute la colonne d’eau. Ces MES ont pour origines :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- L’impact de l’instrument sur le fond : onde de choc au voisinage de l’impact sur le fond ;</li><li>- La remontée dans la colonne d’eau : matériaux s’échappant de l’instrument et matériaux adhérant sur les parois extérieurs « nettoyés » par la circulation d’eau,</li><li>- Le franchissement de la surface libre : pertes et nettoyage par le reflux d’eau.</li></ul>	<p>Estuaire de la Gironde (source : modélisation hydrosédimentaire) :</p> <p>Effet à court terme : création d’un panache turbide important au moment du clapage. Une grande partie des sédiments va se déposer sur les fonds. Du fait du caractère dispersif des zones de vidage, les sédiments déposés seront dispersés rapidement.</p>
<b>Drague aspiratrice en marche + rejet à l’Américaine (rejet au fil de l’eau)</b>	<p>Les effets du dragage à proprement dit sont semblables à l’action de la DAM</p>	<p>Le rejet à l’Américaine ou au fil de l’eau impacte toute la colonne d’eau. Si l’intensité est moins importante que dans le cas du clapage, la remise en suspension des sédiments est continue pendant toute la durée du rejet.</p>
<b>Drague aspiratrice stationnaire et rejet au fil de l’eau</b>	<p>Les effets du dragage à proprement dit sont semblables à l’action de la DAM</p>	
<b>Dragage à injection d’eau (DIE)</b>	<p>La remise en mobilité des matériaux génère des remises en suspension de matières. Ces MES restent concentrées principalement à proximité du fond ou dans le voisinage proche du courant de densité. Elles peuvent dans certains cas se disperser, dans de moindres concentrations, dans la colonne d’eau.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- les augmentations des matières en suspension au sein du courant de densité, sont de l’ordre de quelques grammes par litre ;</li><li>- les augmentations des matières en suspension dans la colonne d’eau, sont le plus souvent proches des valeurs naturelles, mais pouvant atteindre quelques centaines de milligrammes par litre dans certains cas.</li></ul> <p>D’une manière générale, il peut être considéré que l’impact du dragage à injection d’eau est concentré sur le fond du chenal, dans et aux abords du courant de densité. Les impacts sur le reste de la colonne d’eau restent limités.</p>	



Le schéma ci-après synthétise les principaux effets potentiels des opérations de dragage/immersion.

**Figure 3 : Synopsis des effets potentiels des opérations de dragage/rejet-immersion**



### 3.3. MODE DE DRAGAGE

#### 3.3.1. Pratiques actuelles

Il a été mis en évidence, dans le diagnostic des opérations/méthodes de dragage, l'intérêt de certaines pratiques sur le plan opérationnel / technique et environnemental (cf. étapes 1 et 2). En toute logique, ces actions seront maintenues dans les prochaines années. Elles sont décrites ci-après. Pour plus de détails sur les pratiques actuelles, se référer au rapport des étapes 1 et 2.

Pour mémoire : pour les petits ports de l'estuaire, deux techniques de dragage, impliquant dans les 2 cas un retour des sédiments extraits au milieu, sont utilisées :

- Les dragues aspiratrices stationnaires (DAS) sont utilisées pour extraire les sédiments dès lors que les volumes dépassent 10 à 20 000 m<sup>3</sup> et que les tirants d'eau leur permettent l'accès. Les sédiments sont généralement rejetés directement à l'extérieur du port, via une conduite de refoulement.

Nota : pour certains secteurs (Port Bloc, Bassins à flot n° 1 & 2 et accès aux écluses des bassins à flot), l'entretien est assuré intégralement ou en partie par des dragues à benne.

- Le rotodévasage est utilisé pour draguer des volumes plus faibles (<10 000 m<sup>3</sup>), plus spécifiquement sur les ports et chenaux à marées. Les sédiments sont remis en suspension et repartent à l'estuaire de la Gironde.

### 3.3.1.1. Dragage des bassins à flots en fonction du débit

Les travaux de dragage dans les bassins à flot sont réalisés par une drague aspiratrice stationnaire qui a progressivement remplacé la drague mécanique (La Maqueline). En effet, la DAS permet de s'affranchir des opérations de sasements pour évacuer les sédiments dragués. Cette pratique est également utilisée, dans l'estuaire de la Loire, par le Grand Port Maritime de Nantes St Nazaire.

Le mélange eau / sédiment est directement rejeté dans le fleuve au niveau de l'entrée des bassins à flot (vers le PK 3,5) par une conduite immergée.

A titre d'information, les opérations de 2009 et 2010 ont été réalisées pour des débits de la Garonne compris essentiellement entre 500 et 800 m<sup>3</sup>/s.

**Tableau 13 : Evaluation de l'action « Dragage des bassins à flots en fonction du débit »**

Critère		Description
<b>Critère opérationnel</b>		Technique la plus pertinente d'un point de vue économique car elle permet de s'affranchir des opérations de sasements
<b>Environnement</b>	<b>Hydrosédimentaire / qualité de l'eau</b>	Rejet au fil de l'eau ce qui implique une forte remise en suspension des sédiments (qualité des eaux...). Néanmoins, la gestion des rejets en fonction des débits permet d'en limiter les effets.
	<b>Peuplement benthique</b>	La gestion des rejets en fonction de l'hydrologie permet de limiter les concentrations en MES, cependant, cette technique implique une forte remise en suspension, non favorable à l'ensemble de la chaîne alimentaire : peuplements benthiques, ressource halieutique...
	<b>Ressource halieutique</b>	
	<b>Contamination</b>	Rejet au fil de l'eau qui favorise la désorption
	<b>Usages</b>	Technique qui permet de limiter les sasements pour entrée/sortie des bateaux
	<b>Réglementation (compatibilité avec le SDAGE, SAGE...)</b>	SAGE : compatibilité avec la disposition « Bouchon vaseux : supprimer les situations à risque sur l'oxygène ». La gestion des rejets en fonction des débits permet de limiter les risques ; néanmoins, cette technique engendre de fortes remises en suspension et donc potentiellement des risques par rapport à l'oxygène. SDAGE : compatible avec les orientations B : concilier les usages économiques et restauration des milieux aquatiques, favoriser le bon fonctionnement et la biodiversité B38, B40, B43 (cf. paragraphe précédent) Parc Naturel Marin : compatible avec l'orientation « préserver et restaurer les milieux et les fonctionnalités écologiques » (cf. paragraphe précédent)
<b>Critère économique / évaluation</b>		Limite les temps de transports liés aux sasements : réduction des coûts/ augmentation du rendement

Légende couleur :

<b>Intensité des effets potentiels</b>
Neutre ou négligeable
Effet positif
Effet négatif réduit
Effet négatif notable
Effet majeur - rédhibitoire

### 3.3.1.2. Planification du dragage en fonction de l'hydrologie (en fonction de la position du bouchon vaseux)

La planification actuelle des dragages par secteurs de l'estuaire consiste à optimiser la période de dragage/clapage en fonction de la position du bouchon vaseux (conditions hydrologiques). Cette planification théorique doit favoriser l'efficacité des opérations de dragage/rejet en respectant les principes suivants :

- Pas de dragage sur les passes lorsque le bouchon vaseux est présent ;
- Effort de dragage concentré sur les passes lorsque la crème de vase se consolide sur les fonds.

Ainsi, sur une année hydrologique normale, la planification spatio-temporelle de l'activité de dragage est la suivante :

- Secteur aval : dragages intensifs en mai-juin (400-600 000 m<sup>3</sup>/mois) suivis par des dragages par « anticipation » en août-octobre (300-500 000 m<sup>3</sup>/mois).
- Secteur intermédiaire : dragages intensifs en septembre-novembre (400-500 000 m<sup>3</sup>/mois) suivis par des dragages par « anticipation » en décembre-février (300-500 000 m<sup>3</sup>/mois).
- Secteur amont (Garonne) : dragages par anticipation en hiver et dragages curatifs entre mars et mai.

**Tableau 14 : Stratégie générale du GPMB**

	Secteur	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
<b>Opération de dragage</b>	<b>Aval</b>							Congé					
	<b>Intermédiaire</b>							Congé					
	<b>Amont</b>							Congé					

*Nota : les congés sont en juillet jusqu'en 2016. A partir de 2017, ils sont prévus en mai/juin.*

Légende - Opération de dragage

Code couleur	Opérations de dragage
	Pas de dragages
	Dragages intensifs – importants volumes dragués
	Dragages par anticipation "surprofondeurs" – importants volumes dragués
	Dragages "curatifs" sur secteurs critiques – volumes dragués relativement plus faibles que sur les autres périodes

Cette stratégie de dragage est déjà optimisée au regard de la flotte d'engins de dragage du GPMB et des besoins en dragage pour maintenir les accès.

**Tableau 15 : Intervention du dragage en fonction de l'hydrologie (en fonction de la position du bouchon vaseux)**

Critère		Description
<b>Critère opérationnel</b>		Technique la plus pertinente d'un point de vue économique car elle permet d'améliorer l'efficacité des dragages
<b>Environnement</b>	<b>Hydrosédimentaire / qualité de l'eau</b>	Technique de dragage : opération qui présente des effets potentiels sur le milieu physique et qualité des eaux. Période de dragage : cette action (dragage fonction de l'hydrologie) a permis de limiter l'augmentation des MES lors de la présence du bouchon vaseux, soit limiter les situations à risque : risques d'hypoxie, ...
	<b>Peuplement benthique</b>	Action qui vise à améliorer la qualité des eaux et limiter les risques (risques d'hypoxie) donc favorable à toute la chaîne alimentaire (peuplements benthiques, ressource halieutique...)
	<b>Ressource halieutique</b>	
	<b>Contamination</b>	-
	<b>Usages</b>	-
	<b>Réglementation (compatibilité avec le SDAGE, SAGE...)</b>	SAGE : compatibilité avec la disposition « Bouchon vaseux : supprimer les situations à risque sur l'oxygène ». La gestion des rejets en fonction des débits permet de limiter les risques SDAGE : compatible avec les orientations B : concilier les usages économiques et restauration des milieux aquatiques, favoriser le bon fonctionnement et la biodiversité B38, B40, B43 (cf. paragraphe précédent) Parc Naturel Marin : compatible avec l'orientation « préserver et restaurer les milieux et les fonctionnalités écologiques » (cf. paragraphe précédent)
<b>Critère économique / évaluation</b>		Technique économiquement pertinente

Légende couleur :

<b>Intensité des effets potentiels</b>
Neutre ou équivalent à la situation actuelle
Effet positif
Effet négatif réduit
Effet négatif notable
Effet majeur - rédhibitoire

### 3.3.2. Nouvelles pratiques

Depuis 2011, après plusieurs tests, le GPMB utilise une drague à injection d'eau sur certains chantiers. Des évolutions sont possibles et sont décrites / évaluées ci-après.

#### 3.3.2.1. Utilisation du DIE seule en Garonne en fonction O2 dissous et \ ou débit

##### 3.3.2.1.1. Objectif

Cette action consiste à :

- Draguer les passes en Garonne avec une Drague à Injection d'Eau ;
- Limiter la remise en suspension des matériaux en période d'étiage pour limiter les situations à risque vis-à-vis de l'oxygène dissous.

##### 3.3.2.1.2. Historique et retours d'expérience sur l'utilisation du DIE (source : GEODE 2012)

La technique de dragage par injection d'eau repose sur un principe de remise en mobilité. Un jet d'eau sous basse pression est envoyé dans la couche sédimentaire pour créer un courant de densité. Les sédiments sont alors pris dans ce courant et emportés vers un point plus « bas » situé en aval de l'écoulement.

Les premières théories avançant la possibilité d'utiliser des forces hydrodynamiques locales pour des opérations de dragage datent des années 80 et ont été initiées aux Pays-Bas. Une série d'expériences, dont les résultats ont été publiés en 1986 ont confirmé l'efficacité d'un courant de densité pour transporter les sédiments. En 1987, le premier engin de dragage hydrodynamique par injection d'eau, le Jetsed (Van Oord), est construit.

## A. Utilisations du DIE - historique

### a) Utilisations en France

La technique du dragage à injection d'eau est utilisée à titre expérimental en France depuis les années 90, et de manière plus répandue sur ces dernières années. Le tableau ci-dessous résume succinctement les opérations réalisées :

**Tableau 16 : Utilisation du dragage à injection en France (bilan effectué jusqu'en 2012) –source GEODE**

Site	Régime	Date	Durée (jours ou heures)	Volume (m <sup>3</sup> )	Sédiment
Dunkerque Gravelines	Côtier	1989-1991	NR	NR	NR
Rouen	Fluvial	2001 à 2011	400h par an	50 000 à 150 000 m <sup>3</sup> par an	Vaseux et sableux
Boulogne Calais	Côtier	2002	4 j	NR	Vases
Nantes*	Estuaire	2006 à 2011	2009: 749h 2010: 650h 2011: 437h	1 à 2 millions de m <sup>3</sup> / an	Vases
Bordeaux**	Estuaire	2009 2011	2009 : 10,5j 2011 : 30 j	420 000m <sup>3</sup> en 2009	Vases
Bayonne	Estuaire	2010 2011	2010 : 5j 2011 : 9j	60 000 m <sup>3</sup> en 2010	Vases et sables
Le Havre	Estuaire	2002 à 2007	10 jours par campagne (2-3 fois par an)	20 000 à 30 000 m <sup>3</sup> par campagne	NR

NR : non renseigné

\* depuis 2012, DIE mis en œuvre en remplacement de la DAS sur la section amont

\*\*depuis 2012 : chantiers en 2015 : Port-Bloc, passes de Saint Julien – Pauillac, Bellerive, entrée des bassins à flots,slipway, Bassens

### b) Utilisations à l'étranger

Le dragage à injection d'eau est aujourd'hui couramment utilisé dans de nombreux pays et notamment en Europe, en particulier dans les estuaires. Dans la plupart des sites, un suivi expérimental a été mis en place avant que le dragage à injection ne soit utilisé à grande échelle, afin de bien identifier les incidences potentielles locales de la technique. Suivant les conclusions de ces études, le dragage à injection pouvait être pratiqué ou non sur le site, avec un protocole de suivi allégé.

Le Royaume-Uni, les Pays-Bas, l'Allemagne et les Etats-Unis sont les 4 pays où l'utilisation du dragage à injection est historiquement la plus répandue. Les premières opérations datent de la fin des années 80 ou du début des années 90. Le dragage à injection est utilisé tout particulièrement en milieu fluvial ou estuarien.

Le tableau présenté ci-après (complété d'après MEYER 2000, ATHMER 2004, WILSON 2008 et AIPCN 2012) décrit les différentes opérations ou expériences de dragages qui ont pu être recensées jusqu'à présent.

**Tableau 17 : Utilisation du dragage à injection à l'étranger (D'après MEYER 2000, WILSON 2008 et AIPCN 2012, complété par ARTELIA 2012)**

Pays	Site	Régime	Date	Durée (jrs ou h)	Volume déplacé (m³)	Sédiments
Royaume-Uni	Broads	Fluvial	2006	16	7900	D50=12-30µm / 60-80% de fines
	Crouch	Estuarien	janv-96	7	6200	Vase argileuse D50=4µm
	Don	Fluvial	1997	NR	NR	Fins à grossiers
	Port of Tilbury Bellmouth (Thames)	Estuarien / Portes à flot	1990-2011	NR	Entretien 85000 m3/an	Vase
	Chenal (Thames)	Estuarien	Entretien	NR	Entretien 6000 m3/an	Sables fins, vases, rarement grossier
	Shell Bravo (Thames)	Estuarien	NR	20h	60000m3/an	Sables fins, vases
	Custom House Jetty (Thames)	Estuarien	1990-2011	NR	NR	NR
	Robbins Wharf (Thames)	Estuarien	1990-2011	NR	1000m3/an	Vase
	Oikos Terminal (Thames)	Estuarien	NR	15h	60000m3/an	Sables fins, vases
	Souilles de Petroplus Coryton	Estuarien	NR	50h	105000 m3/an	Sables moyens, vases, fines
	Limehouse (Thames)	Bassin fermé	Nov 2002 - Janv 2003	NR	NR	fins
	Medway	Estuarien	2001	NR	Approfondissement + 8000/an entretien	NR
	Portsmouth	Ria	NR	NR	NR	NR
	River Severn (Gloucester)	Fluvial - Estuarien - Bassin fermé	2002-2012	NR	NR Entretien	Sables /graviers + fines
	Port Hedgar (Ecosse)	NR	1993	NR	NR	NR
Allemagne	Elbe (Hambourg, Cuxhaven)	Estuaire	Utilisation 1988-2011 Expériences 1997-1999	NR	Entretien 400000m3/an	Sables fins et vases
	Weser (Bremenport, Bremerhaven)	Estuaire	Utilisation 2003-2011 Expériences été 2008	NR	NR	Sables moyens
	Ems (Herbun , Papenburg)	Estuaire	Expérience Mars 2010	8 j	NR	NR
	Eider (Tönning)	Estuaire	1995	NR	NR	NR
Pays-Bas	Haringvliet	Estuaire	1994	14 j	121 000	Vases
	Rotterdam	Estuarien	Années 90	NR	NR	NR
	Groningen	Estuarien	2011	NR	NR	NR
	Außenhafen Terneuzen	Estuarien	1988-1989	NR	NR	NR
	Epon Harbor Groningen/Delfzijl	Estuaires	1989 - 1991	NR	NR	Sable fins
	Chenau - Mer de Wadden	Mer de Wadden	NR	NR	NR	Vase
	Texel (Mer de Wadden)	NR	NR	NR	NR	Vases
	Escaut	NR	NR	NR	NR	NR
	Port à flot à Hanswert	NR	1992-1993	NR	NR	Vases et sables
Irlande	Waterford	NR	1992-1993	NR	NR	Limons et sables
Italie	Venise	Lagune	NR	NR	NR	NR
Etats-Unis	Atchafalaya river	Estuarien	2009	161h	33440	NR
	Galveston district	Estuarien	2001	13 j	272 331	NR
			2004	89 j	435775	
	Hudson Estuary	Estuarien	2005	7 j	38000	Vases
	Mississippi amont	Fluvial	1992	4 j	6154	Sables fins 0,3-0,4mm
	Mississippi	Estuarien / Fluvial	2009	565h	264700	NR
	Mississippi – Port de la Nouvelle Orléans	Estuarien	1998	57 j	500 371	NR
			2001	46 j	257 331	NR
			2002	40 j	683 389	NR
			2005	28 j	408 497	NR
			2009	NR	NR	NR
	Fernandina Harbor Marina	Estuarien	2012	Projet	Projet	Projet
	Calcasieu river	Estuarien	2009	86h	5490	NR
	Mobile district	Estuarien	2005	5,5 j	NR	NR

Pays	Site	Régime	Date	Durée (jrs ou h)	Volume déplacé (m <sup>3</sup> )	Sédiments
	Calumet	Estuarien	1994	1j	12 034	Vases
		Portes à flot	2009	22h	17245	NR
Brésil	Sao Luis / Sao Marcos	NR	NR	NR	750 000/an	Vases et sables
	Itajai	Estuarien	1999-2009	NR	Entretien	NR
Tanzanie	Dar es Sallam	NR	1997	NR	NR	NR
N-Zélande	NR	NR	1985	NR	NR	NR
Chine	Hong-Kong	NR	1992-1994	NR	NR	NR
Inde	Mumbai	NR	NR	NR	NR	Limon
	Bombay	NR	1994	NR	NR	Limon
	Kakinda	NR	NR	NR	1 980 000	Vases
	Mangalore	NR	NR	NR	NR	NR
	Hazira	NR	NR	45 j	NR	NR
Belgique	Anvers	Porte flot	2001	NR	Entretien	Vases
		Bassin	Fev 2011	1j	NR	NR
Bangladesh	Rivière Jamuna	NR	NR	2 ans	Entretien	NR
Yemen	Ash Shihr harbour	NR	NR	45 j	NR	NR
Argentine	Canal del Dique	Canal	NR	NR	NR	NR
	Estuario de Bahía Blanca	Estuarien	NR	NR	NR	NR

NR : Non renseigné

## B. Mise en œuvre du dragage à injection d'eau

Les différents retours d'expériences disponibles permettent de lister les applications générales du dragage à injection :

- Entretien général des chenaux (Loire, Gironde, Seine, Tamise, Elbe...),
- Dragage des souilles ou d'une zone d'évitage et de mouillage (Medway, Loire, Gironde, Bayonne, Rouen...),
- Entretien d'écluse / porte à flot (Anvers, Londres...),
- Ecrêtages de dunes / rides / sillons de Drague Aspiratrice en Marche (Rouen, estuaire de la Weser) : opérations courtes et localisées sur des sédiments fins à grossiers,
- Entretien des conditions hydrauliques locales (Rouen),
- Rechargement d'estran / zone intertidale / marais (Medway) : dragage de sédiments très fins vers l'estran, en profitant du flot pour renforcer le courant de densité,
- Soutien à autres techniques de dragage (Boulogne/Calais, Kakinda, Mangalore...) : relocalisation pour reprise à la Drague Aspiratrice en Marche,
- Dragage sur des zones où passent des câbles sous-marins ou des conduites (Rouen, Terneuzen).

### 3.3.2.1.3. Description de l'action

Cette action fait suite aux utilisations faites par le GPMB ces dernières années. Il convient de préciser également que la pratique du DIE est actuellement autorisée dans l'estuaire de la Gironde jusqu'en 2018. L'objectif recherché est donc de pérenniser cette pratique et d'élargir son champ d'intervention dans l'estuaire comme cela est expliqué précédemment.

D'une manière générale, l'efficacité du DIE est accrue dans les conditions suivantes (source : Guide méthodologique sur le dragage par injection d'eau, GEODE - 2012) :

- Caractéristiques des zones de dragage :
  - Présence d'un chenal de transport canalisant les écoulements ;
  - Pentés importantes dirigées vers le site de destination ;
  - Nature vaseuse des sédiments ;
  - Fosses à l'aval des « zones draguées » ;



- Période d'intervention privilégiée du DIE : courants locaux (fluviaux ou de marée) dans le même sens que le courant de densité. L'efficacité du DIE est accrue en période de vives-eaux (par rapport aux mortes eaux) et au jusant (favorise le déplacement du courant de densité vers l'aval).

Cependant, la simple utilisation du DIE sur des marées de VE et au jusant n'est pas compatible avec les besoins en dragage nécessaires pour le maintien des accès du GPMB (une telle restriction conduirait à 90 % du temps de non-utilisation). Compte tenu de ces besoins, le DIE pourrait être utilisé, quelque soit le coefficient et quelque soit le moment de marée. Pour le dragage des passes, il conviendra d'en évaluer l'efficacité (risque de retour des matériaux au jusant suivant) et les impacts dans le cadre d'un suivi à définir.

Sur la base de ces recommandations, il peut être envisagé de pratiquer du dragage à injection d'eau sur les passes de la zone 5 (Garonne) à savoir : Bec amont/aval, Pétroliers, Bellerive, Pachan, Caillou, Grattequina, Bassens et Bacalan.

De plus, il convient de rappeler (cf. Figure 4) que, dans la Garonne, débits, oxygène dissous et MES sont étroitement liés : la période estivale est caractérisée par de faibles débits, présence du bouchon vaseux et des concentrations en oxygène dissous plus faibles.

Aussi, les retours d'expérience sur plusieurs estuaires montrent qu'il peut être mis en place des procédures sur les dragages pour limiter les risques d'hypoxie :

- Expérience en Loire : une procédure d'alerte / interruption de la pratique du DIE a été mise en place. Ces procédures reposent sur les mesures en continu du réseau SYVEL ;
- Expérience d'Elbe : les opérations de dragage et d'immersion dans l'estuaire sont interdites pendant la période estivale, du fait de la faible teneur en oxygène dissous.

Par ailleurs, la modélisation hydrosédimentaire a confirmé que le secteur amont de l'estuaire (Garonne) était plus sensible à la remise en suspension : la zone est confinée et peu large ce qui ne favorise pas la dispersion des sédiments rejetés.

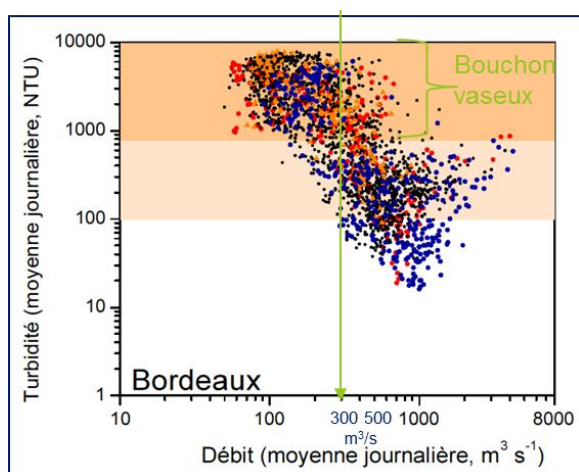
Si une interdiction complète des opérations de dragage dans ces périodes à risque n'est pas réaliste pour assurer le maintien des accès, il peut être envisagé :

- une limitation ou un encadrement plus strict des pratiques (exemple de système alerte/interruption comme en Loire) dans la Garonne pour des débits, par exemple, inférieurs à 250-300 m<sup>3</sup>/s (présence bouchon vaseux) ;
- de séquencer les opérations : autorisation pour un certain nombre d'heures suivie d'un arrêt obligatoire pendant un nombre d'heures fixé.

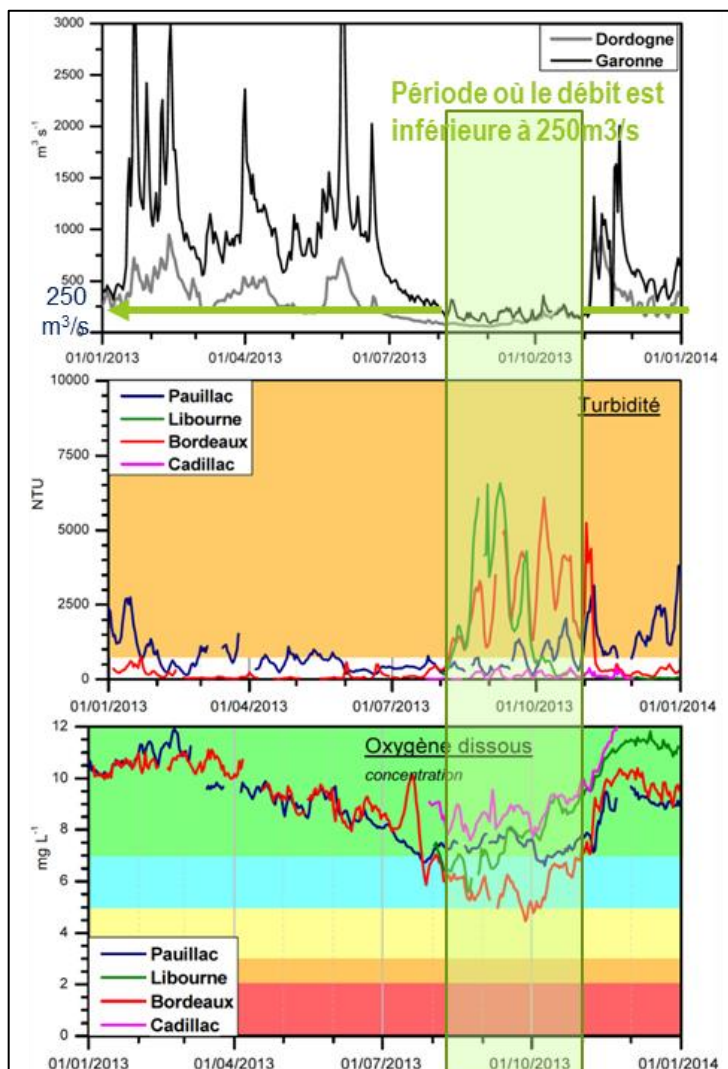
Il conviendra de s'assurer que la mise en place de telles procédures est compatible avec le maintien des accès. Le GPMB est favorable à une alerte basée sur l'O<sub>2</sub> dissous et les concentrations en MeS et la température de l'eau (protocoles à définir) et en cas d'arrêt du DIE pour cause d'oxygénation des eaux faibles, le dragage pourra s'opérer par un outils classique (DAM ou DAB) avec un clapage hors Garonne.



**Figure 4 : Evolution de la turbidité en fonction du débit - Bordeaux**



**Figure 5 : Visualisation de la période où le débit est inférieur à 250m³/s**



**Figure 6 : Répartition annuelle des dragages dans le secteur amont (Garonne)**

	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Secteur Amont	27%	9%	14%	7%	4%	5%	2%	6%	1%	5%	9%	11%

### 3.3.2.1.4. Avantages / inconvénients

Le tableau présente l'évaluation des effets / incidences de l'action au regard des critères que sont la mise en œuvre opérationnelle et les principaux enjeux environnementaux :

**Tableau 18 : Evaluation de l'action « utilisation du DIE seule en Garonne en fonction O2 dissous et \ ou débit »**

Critère		Description	Evolution par rapport à pratique actuelle
<b>Critère opérationnel</b>		Période d'intervention : une action d'interdiction limiterait fortement les plages potentielles d'intervention sur environ 3 mois (pas de dragage/rejet) ce qui peut être très préjudiciable en cas de nécessité d'intervention urgente pour sécurisation des accès. Cette action paraît difficilement envisageable d'un point de vue opérationnel.  Un encadrement des pratiques à l'aide de procédures reposant sur des mesures du réseau MAGEST et locales permettrait d'adapter les pratiques aux risques d'anoxie.	
<b>Environnement</b>	<b>Hydrosédimentaire / qualité de l'eau</b>	Période d'intervention : action qui vise à améliorer la qualité des eaux : MES, oxygène dissous...	Sous réserve d'expertises et études complémentaires
		Engin (DIE) : Remise en suspension des matériaux qui restent localisés pour l'essentiel dans le chenal et au droit du fond (courant de densité). - Chenal, dans la partie basse de la colonne d'eau : forte augmentation ;	Sous réserve d'expertises et études complémentaires
		- Autres secteurs (exemple : zones de vidage...) : réduction de l'augmentation par rapport à la DAM	Sous réserve d'expertises et études complémentaires
	<b>Peuplement benthique</b>	Action qui vise à améliorer la qualité des eaux et limiter les risques (oxygène dissous) donc favorable à toute la chaîne alimentaire (peuplements benthiques, ressource halieutique...)	
	<b>Ressource halieutique</b>		
	<b>Contamination</b>	Les suivis et tests des chantiers réalisés ont montré que le courant de turbidité restait cantonné au fond du chenal, et y ont mesurés une augmentation des métaux lourds sur le fond sans distinction des phases particulières et dissoutes, puis un retour à la normal rapide. Sur ce critère contamination, les suivis devront faire la part entre le dissous et le particulaire	Suivis adaptés à effectuer
<b>Usages</b>		-	
<b>Réglementation (compatibilité avec le SDAGE, SAGE...)</b>		SAGE : compatible avec la disposition « Bouchon vaseux : supprimer les situations à risque sur l'oxygène » SDAGE : compatible avec les orientations B : concilier les usages économiques et restauration des milieux aquatiques, favoriser le bon fonctionnement et la biodiversité B38, B40, B43 Parc Naturel Marin : compatible avec l'orientation « préserver et restaurer les milieux et les fonctionnalités écologiques »	
<b>Critère économique / évaluation</b>		Pendant la période d'interruption de dragage, la DIE pourrait être affectée à d'autres tâches, ce qui serait donc sans conséquence sur le montant global des opérations.  Rappel : le DIE est d'un coût équivalent à la Maqueline	

Légende couleur :

Effet
Neutre ou négligeable
Effet positif
Effet négatif réduit
Effet négatif
Effet majeur - rédhibitoire

Evolution par rapport à pratique actuelle
Neutre ou équivalent à la situation actuelle
Amélioration
Détérioration

### 3.3.2.1.5. Bilan

#### Action : Utilisation du DIE en Garonne en fonction $O_2$ dissous / débit

**Description** : utilisation du DIE en Garonne

- Localisation : passes de la zone 5 (Garonne) à savoir : Bec amont, Pétroliers, Bellerive, Pachan, Caillou, Grattequina, Bassens et Bacalan ;
- Période : limiter (interdire selon les risques d'hypoxie) le DIE lorsque l' $O_2$  est inférieur à 5 mg/l (ce qui correspond à la période estivale) ;
- Volume concerné : environ 1,3 Mm<sup>3</sup> / an.

#### **Investigations-études complémentaires :**

La mise en œuvre du DIE devra faire l'objet d'un suivi opérationnel spécifique et adapté aux enjeux, pour approfondir l'analyse de l'efficacité de cette technique et des effets et incidences de son application en Garonne et Gironde. Les protocoles de suivi seront à discuter entre les différents membres du comité technique.

**Tableau 19 : Suivis concernant l'action « utilisation du DIE seule en Garonne en fonction  $O_2$  dissous et \ ou débit »**

Suivi
Bathymétrie (estimation des rendements et de l'efficacité du dragage selon les zones) (suivi bathymétrique du GPMB)
Qualité de l'eau (MES, $O_2$ d, nutriments, contaminants) et benthos

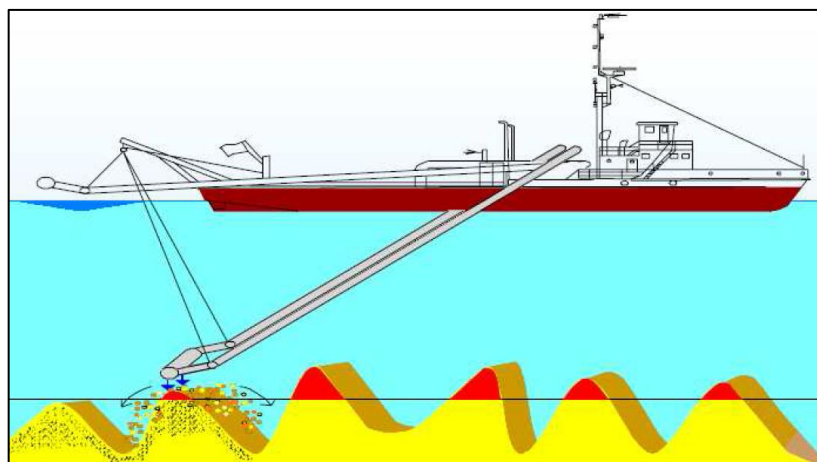
### 3.3.2.2. Utilisation du DIE après intervention de la DAM

#### 3.3.2.2.1. Objectif

L'objectif est de combiner deux engins de dragage aux actions complémentaires et adaptées à chaque outil :

1. Dragage à haut rendement par une drague aspiratrice en marche (DAM)
2. Ecrêtage des sillons laissés par le passage de l'élinde de la DAM pour une drague à injection d'eau pour niveler les fonds à la cote d'exploitation.

**Figure 7 : Ecrêtage de dunes ou de sillons de DAM par une DIE (STENGEL 2006)**



Avec ce fonctionnement, la DAM n'a pas à « surdraguer pour écrêter » la crête des sillons sous la cote d'exploitation. C'est la DIE qui écrête les « bosses » en déplaçant les sédiments dans les « creux ».

Ainsi la durée du chantier de dragage par DAM est réduite et le volume de sédiments dragués et immergés est également réduit.

### 3.3.2.2.2. Description

Dans l'estuaire de la Gironde cette action consiste à favoriser l'utilisation combinée des deux engins suivants :

- Dragage aspiratrice en marche (Anita Conti, volume 3 000 m<sup>3</sup>) ;
- Dragage à injection d'eau : il s'agit d'une solution simple et bien adaptée au contexte fluvial / estuarien.

Les retours d'expérience sur différents estuaires français (Loire, Seine) et européens (Elbe, Weser...) montrent que cette technique DIE peut être adaptée, pour le soutien aux dragues aspiratrices en marche et notamment pour l'écrtage de dunes / rides / sillons (opérations courtes et localisées)<sup>1</sup>.

Cette action peut être mise en place pour l'ensemble des passes actuellement draguées par la DAM selon la disponibilité de la DIE.

**Tableau 20 : Volume considéré pour la technique DAM avec appui DIE**

Zones draguées		Technique de dragage actuelle	Technique retenue pour cette action	Volume associé (en m³)*
Zone 1 – Passe de l'ouest, passe d'entrée en Gironde.	Passe de l'Ouest	DAM	DAM avec appui DIE pour écrêtage	400 000
Zone 2 – Verdon : passe de la Chambrette, accès et postes.	Passe de la Chambrette			8 500
	Ouvrages portuaires du Verdon			65 000
Zone 3 – Passes « aval » entre Pauillac et Le Verdon.	Richard			670 000
	Goulée			1 600 000
	By			845 000
	Laména			6 500
	La Maréchale			37 000
Zone 4 – Passes « intermédiaire » entre le Bec d'Ambès et Pauillac.	Saint-Julien Pauillac			2 900 000
	Beychevelle			110 000
	Cussac			300 000
	Ile Verte			9 000
Zone 5 – Passes « amont », de Bordeaux au Bec d'Ambès.	Bec aval			370 000
	Bec amont			13 500
	Passe d'accès en Dordogne			10 000
	Bellerive			635 000
	Pachan			370 000
	Caillou			170 000
	Grattequina			13 500
	Bassens			91 000
	Bacalan			300
Volume total				≈ 8,6 Mm³

\* Hypothèse retenue pour l'étape 3 (hypothèse 2018-2028) concernant le volume dragué (basé sur la période 2005-2014)

<sup>1</sup> Rappel : cette technique est également adaptée pour l'entretien des passes ou le dragage des souilles (cf. paragraphe 3.4.1 : remplacement de la Maqueline par du DIE)

### 3.3.2.2.3. Avantages - inconvénients

Le tableau ci-après récapitule les avantages et inconvénients de cette action :

**Tableau 21 : Evaluation de l'action « utilisation du DIE après intervention de la DAM »**

Critère		Description	Evolution par rapport à la pratique actuelle
<b>Critère opérationnel</b>		Réduction des volumes de sédiments transportés et clapés (le retour d'expérience du GPBM permettra de déterminer ce volume). L'utilisation du DIE permet de diminuer celle de la DAM. Cependant, il conviendra d'analyser de manière détaillée l'efficacité de cette solution selon les zones (suivi opérationnel) et le comportement des matériaux remis en suspension (modélisation prédictive et suivi).	
<b>Environnement</b>	<b>Hydrosédimentaire / qualité de l'eau</b>	Remise en suspension des matériaux qui restent localisés pour l'essentiel dans le chenal et au droit du fond (courant de densité). - Chenal dragué : forte augmentation de MES près du fond	Sous réserve d'expertises et études complémentaires
		- Autres secteurs (exemple : zones de vidage...) : réduction de l'augmentation des MES par rapport à la DAM	Sous réserve d'expertises et études complémentaires
	<b>Peuplement benthique</b>	Remise en suspension des matériaux qui restent localisés pour l'essentiel dans le chenal et au droit du fond (courant de densité). Une attention particulière sera à apporter dans les zones confinées et dans la partie amont du bec d'Ambes du fait des risques d'hypoxie (des prescriptions particulières pourraient être imposées comme c'est le cas sur l'Estuaire de la Loire) (cf. paragraphe 3.3.2.1)	Sous réserve d'expertises et études complémentaires
	<b>Ressource halieutique</b>		
	<b>Contamination</b>	DIE : les suivis et tests des chantiers réalisés ont montré que le courant de turbidité restait cantonné au fond du chenal, et y ont mesuré une augmentation des métaux lourds sur le fond sans distinction des phases particulières et dissoutes, puis un retour à la normale rapide. Sur ce critère contamination, les suivis devront faire la part entre le dissous et le particulaire	A déterminer par expertise/études complémentaires
	<b>Usages</b>	Incidences potentielles de la DIE sur la prise d'eau du Blayais à étudier	A déterminer par expertise/études complémentaires
<b>Réglementation (compatibilité avec le SDAGE, SAGE...)</b>		SAGE et SDAGE : pas d'incompatibilité majeure a priori. Parc Marin : Compatible avec « l'objectif de promouvoir et développer les activités maritimes portuaires industrielles dans le respect des écosystèmes marins »	
<b>Critère économique / évaluation</b>		Cette complémentarité doit permettre de réduire d'environ 8 à 10 % le travail effectué par la drague Anita Conti et de diminuer ainsi les matériaux immergés dans l'Estuaire. Ce gain de temps permettra à la DAM d'être affectée à d'autres chantiers de dragage	

Légende couleur :

Effet
Neutre ou négligeable
Effet positif
Effet négatif réduit
Effet négatif
Réhibitoire

Evolution par rapport aux pratiques actuelles
Neutre ou équivalent à la situation actuelle
Amélioration
Détérioration

#### 3.3.2.2.4. Bilan

##### **Action : Utilisation du DIE en complément de la DAM (écrêtage)**

##### **Description :**

- Localisation : ensemble des passes de l'estuaire.

##### **Investigations-études complémentaires :**

Quelle que soit la stratégie de mise en œuvre de la DIE, les questions relatives à cette technique et à ses effets et incidences seront les mêmes. Les études et expertises à réaliser sont décrites au paragraphe 3.3.2.1.5.

#### 3.3.2.3. **Dragage dit "à l'américaine" : dragage par DAM et rejet en continu au fil de l'eau en aval du bec d'Ambès**

##### 3.3.2.3.1. Objectif

Le dragage à l'américaine est utilisé exceptionnellement dans certains estuaires où cette pratique persiste ponctuellement pour répondre à la nécessité d'évacuer rapidement des matériaux encombrant le chenal avec l'arrivée d'un navire de fort tirant d'eau et qui ne peuvent être transportés et immergés sur le site de dépôt faute de temps.

Le recours à ce type de dragage, à titre expérimental, se justifie par des raisons principalement économiques et sécuritaire (éviter incident de navigation) et non environnementales (source : GEODE, 2014).

##### 3.3.2.3.2. Description

La technique de dragage à l'américaine repose sur un dragage hydraulique par DAM durant lequel le sédiment pompé est rejeté en continu dans la colonne d'eau, soit au bordé, soit par clapets ouverts.

Cette technique est d'autant plus efficace qu'elle est pratiquée dans des zones à forts courants (crue, vives-eaux) susceptibles d'évacuer la mixture vers les zones souhaitées.

Aussi, cette technique pourrait être utilisée en période de crues, en aval du bec d'Ambès, pour des débits cumulés Garonne et Dordogne supérieurs ou égal à 2000 m<sup>3</sup>/s (une quinzaine de jour en moyenne entre 2006 et 2015) car, compte tenu de la forte dispersion des fonds estuariens, renforcée lors des épisodes de forts débits, ce procédé optimiserait le temps de cycle de dragage et limiterait les immersions. Cette technique pourrait être testée, à titre expérimental.

A noter que le groupe GEODE MTETM / MEDD, en 2006, dans le cadre des « *Propositions pour de bonnes pratiques de dragage / Synthèse (rapport Dragages d'entretien dans les estuaires / Incidences sur les sites Natura 2000)* » précise que cette technique de dragage induit une remise en suspension des sédiments très importante, pouvant avoir des incidences négatives fortes sur l'environnement. C'est pourquoi cette technique est quasi abandonnée des pratiques de dragage dans les estuaires français : par exemple, elle est interdite en Loire, depuis 2006 (GPMSN), quelles que soient les conditions hydrologiques.

Ainsi, cette technique ne peut être envisagée qu'à titre expérimental, sur les zones 2 à 4 dans un premier temps et encadrer par un suivi et ou une étude spécifique. Toutefois, il convient de noter que les volumes concernés sont négligeables par rapport à ceux mis en jeu par la nature (cf Etude d'impact de 2004).



### 3.3.2.3.3. Avantages-inconvénients

Le tableau présente l'évaluation des effets / incidences de l'action au regard des critères que sont la mise en œuvre opérationnelle et les principaux enjeux environnementaux :

**Tableau 22 : Evaluation de l'action « dragage à l'Américaine »**

		Dragage à l'américaine par forts débits	Evolution par rapport à la pratique actuelle
<b>Critère opérationnel</b>		Technique qui permet d'évacuer rapidement des matériaux encombrant le chenal en liaison avec l'arrivée d'un navire de fort tirant d'eau et qui ne peuvent être transportés et immergés sur le site de dépôt faute de temps.	
<b>Environnement</b>	<b>Hydrosédimentaire / qualité de l'eau</b>	La technique de dragage à l'américaine consiste à remplir le puits de l'engin puis à poursuivre le dragage en rejetant à l'extérieur de la drague les sédiments pompés, par l'intermédiaire d'un déversoir. L'eau chargée est rejetée dans le milieu, au-dessous ou sur les bordées du navire. Essentiellement utilisée lors de dragages hydrauliques, cette technique provoque une forte remise en suspension de matériel particulaire, continue pendant toute la durée des dragages. La zone principale impactée est le chenal (toute la colonne d'eau)	
	<b>Peuplement benthique</b>	Cette technique provoque une forte remise en suspension des matériaux. Elle n'est quasiment plus mise en pratique du fait des enjeux environnementaux qu'elles engendrent. Elles sont en outre réservées à des zones de forte courantologie et de forte turbidité naturelle	
	<b>Ressource halieutique</b>		
	<b>Contamination</b>	Rejet au fil de l'eau ce qui favorise la désorption	
	<b>Usages</b>	Comblement potentiel des chenaux, incidence potentielle sur la prise d'eau du Blayais.	A déterminer par expertise/études complémentaires
	<b>Réglementation (compatibilité avec le SDAGE, SAGE...)</b>	La compatibilité avec le SAGE (disposition Habitats Benthique, bouchon vaseux, ...), le SDAGE (orientations B –concilier usages économiques et restauration des milieux aquatiques, notamment B37, B38, B43- et C -préserver et restaurer les poissons migrateurs et leur habitats D37-) et le Parc Naturel Marin reste à démontrer, d'autant que cette technique va à l'encontre des bonnes pratiques actuelles.	
<b>Critère économique / évaluation</b>		Technique qui permet de réduire les temps de transports des sédiments dragués, et des coûts associés	

Légende couleur :

Effet
Neutre ou négligeable
Effet positif
Effet négatif réduit
Effet négatif
Réductible

Evolution par rapport aux pratiques actuelles
Neutre ou équivalent à la situation actuelle
Amélioration
Détérioration

### 3.3.2.3.4. Bilan

**Action : Dragage à l'américaine par forts débits**

#### Description :

Compte tenu des impacts potentiels, l'utilisation du dragage à l'américaine devra faire l'objet d'expérimentations et être encadré par des procédures/ prescriptions qui restent à définir :

- Usage réservé à des situations hydrologiques exceptionnelles ;
- Dragage par DAM et rejet au fil de l'eau uniquement dans des conditions de forte courantologie (forts débits cumulés Garonne/Dordogne, par exemple supérieurs ou égal à 2000m<sup>3</sup>/s);
- Localisation : zones 2 à 4 de l'estuaire



### Investigations-études complémentaires :

Pas d'études et d'investigations nécessaires. Les effets et impacts théoriques sont relativement connus (identiques à du rejet au fil de l'eau depuis une DAS). Cependant, des suivis des opérations à réaliser lorsque cette technique sera mise en œuvre, à titre d'expérimentation.

**Tableau 23 : Suivis concernant l'action « dragage à l'Américaine »**

Suivi
Qualité de l'eau (MES, O2d, nutriments, contaminants)

## 3.4. OUTILS DE DRAGAGE

### 3.4.1. Intégration plus systématique du DIE en lieu et place de la Maqueline

#### 3.4.1.1. Objectif

Dans une optique de renouvellement de son parc de dragage, le GPMB a prévu de remplacer la drague à benne La Maqueline par un nouvel outil de dragage.

Dans la continuité des expérimentations de dragage par injection d'eau (DIE), depuis 2011, le GPMB utilise cette technique de dragage de manière opérationnelle pour l'entretien des souilles des installations portuaires. Cette pratique s'est avérée performante lors des expérimentations réalisées en Gironde (elle est d'ailleurs autorisée dans le cadre du renouvellement jusqu'en 2018).

La mise en œuvre opérationnelle de la pratique du DIE devrait se traduire par une diminution de volume de sédiments immergés.

#### 3.4.1.2. Description

Le service Dragages du GPMB est en réflexion sur les besoins, les engins adaptés et les coûts associés aux solutions envisagées.

En remplacement de La Maqueline, la drague à injection d'eau assurera l'entretien des souilles au niveau des installations portuaires. Les volumes moyens associés sont indiqués dans le tableau ci-après.

**Tableau 24 : Volume indicateur pour le DIE en remplacement de la Maqueline**

Zones draguées		Technique de dragage actuelle	Technique retenue pour cette action	Volume en m <sup>3</sup>
Zone 2 – Verdon : passe de la Chambrette, accès et postes.	Accès ouvrages portuaires du Verdon	Drague mécanique	DIE	38 500
Zone 3 – Passes « aval » entre Pauillac et Le Verdon.	Ouvrages portuaires de Pauillac			5 000
Zone 4 – Passes « intermédiaire » entre le Bec d'Ambès et Pauillac.	Ouvrages portuaires de Blaye			15 000
Zone 5 – Passes « amont », de Bordeaux au Bec d'Ambès.	Ouvrages portuaires de Bx RG			1 500
	Ouvrages des Ateliers Généraux			19 000
	Ouvrages portuaires de Queyries			1 300
	Ouvrages portuaires de Bassens			370 000
	Ouvrages portuaires d'Ambès			140 000
	Accès ouvrages portuaires de Bassens Aval			3 000
	Accès ouvrages portuaires d'Ambès			10 500
Volume total			0,6 Mm3	

\* Hypothèse retenue pour l'étape 3 (hypothèse 2018-2028) concernant le volume dragué (basé sur la période 2005-2014)

### 3.4.1.3. Avantages-inconvénients

Le tableau présente l'évaluation des effets / incidences de l'action au regard des critères que sont la mise en œuvre opérationnelle et les principaux enjeux environnementaux :

**Tableau 25 : Evaluation de l'action « Intégration plus systématique du DIE en lieu et place de la Maqueline »**

Critère		Description	Evolution par rapport à la pratique actuelle
<b>Critère opérationnel</b>		Réduction des volumes de sédiments transportés et clapés par la DAB (Maqueline) Le volume considéré est d'environ 0,6 Mm <sup>3</sup> Cependant, il conviendra d'analyser de manière détaillée l'efficacité de cette solution selon les zones (suivi opérationnel) et le comportement des matériaux remis en suspension (modélisation prédictive et suivi).	
<b>Environnement</b>	<b>Hydrosédimentaire / qualité de l'eau</b>	Remise en suspension des matériaux qui restent localisés pour l'essentiel dans le chenal et au droit du fond (courant de densité). MES : - Chenal dragué : forte augmentation de MES près du fond;	Sous réserve d'expertises et études complémentaires
		- Autres secteurs (exemple : zones de vidage...) : réduction de l'augmentation des MES par rapport à la Maqueline	Sous réserve d'expertises et études complémentaires
	<b>Peuplement benthique</b>	Remise en suspension des matériaux qui restent localisés pour l'essentiel dans le chenal et au droit du fond (courant de densité). Une attention particulière sera à apporter dans les zones confinées et dans la partie amont du bec d'Ambes du fait des risques d'hypoxie (des prescriptions particulières pourraient être imposées comme c'est le cas sur l'Estuaire de la Loire) (cf. paragraphe 3.3.2.1)	Sous réserve d'expertises et études complémentaires
	<b>Ressource halieutique</b>		
	<b>Contamination</b>	Les suivis et tests des chantiers réalisés ont montré que le courant de turbidité restait cantonné au fond du chenal, et y ont mesurés une augmentation des métaux lourds sur le fond sans distinction des phases particulières et dissoutes, puis un retour à la normale rapide. Sur ce critère contamination, les suivis devront faire la part entre le dissous et le particulaire	
	<b>Usages</b>	Incidence potentielle à étudier sur : - La prise d'eau du Blayais ; - Des chenaux annexes / souilles à proximité des zones draguées	
<b>Critère économique / évaluation</b>		SDAGE et SAGE : pas d'incompatibilité majeure. Parc Marin : Compatible avec « l'objectif de promouvoir et développer les activités maritimes portuaires industrielles dans le respect des écosystèmes marins »	
<b>Critère économique / évaluation</b>		La drague à injection d'eau est d'un coût équivalent à la Maqueline. (environ 3.5 M€/an pour un travail à la journée 7 jours sur 7, 10.5 mois de l'année)	

Légende couleur :

Effet
Neutre ou négligeable
Effet positif
Effet négatif réduit
Effet négatif
Réducteur

Evolution par rapport aux pratiques actuelles
Neutre ou équivalent à la situation actuelle
Amélioration
Détérioration

### 3.4.1.4. Bilan

**Action : Intégration plus systématique du DIE en lieu et place de la Maqueline**

**Description :**

- Remplacement de la drague à benne par du DIE ;

- Localisation : ouvrages portuaires / souille ;
- Volume concerné : environ 0,6 Mm<sup>3</sup> /an actuellement dragué et immergé ;

#### **Investigations-études complémentaires :**

Quelle que soit la stratégie de mise en œuvre de la DIE, les questions relatives à cette technique et à ses effets et incidences seront les mêmes. Les études et expertises à réaliser sont décrites au paragraphe 3.3.2.1.

Les questions et investigations relatives aux MES et à l'oxygène dissous sont d'autant plus exacerbées en situation d'étiage dans la Garonne, où des phénomènes d'hypoxie se produisent.

### **3.5. ZONES D'IMMERSION**

Avec un volume de dragage annuel d'environ 9 millions de m<sup>3</sup>, l'immersion des sédiments est un impératif technico-économique :

- Aucune autre solution de gestion ne peut prendre en charge un tel volume,
- C'est la solution la plus économique et la plus facile à mettre en œuvre,
- Les sédiments restent dans le système estuarien, dont ils proviennent.

#### **3.5.1. Pratiques actuelles**

L'analyse des pratiques actuelles au regard des enjeux environnementaux (rapport RM1-2-1) montre que ces dernières sont satisfaisantes. La poursuite des pratiques actuelles a donc été retenue d'autant qu'à ce stade les connaissances ne sont pas suffisantes pour conclure quant à la plus value environnementale de réduire ou d'augmenter le nombre de zones de vidage. Des compléments d'études seraient à mener si ces alternatives sont un jour envisagées.

##### **3.5.1.1. Maintien des zones d'immersion actuelles**

Les zones d'immersion actuellement utilisées ont été définies avec précision en 1979 et ont officialisé des sites utilisés depuis au moins une vingtaine d'années auparavant.

Ces zones d'immersion sont situées :

- au niveau de zones érosives pour les zones 4 et 5 (intermédiaire et amont) ;
- en bordure de bancs pour les zones 1, 2 et 3 (embouchure et aval).

Leur emplacement a été validé par le passé car elles correspondent à des zones dispersives (les sédiments clapés sont rapidement dispersés).

La stratégie actuelle des dragages du GPMB obéit principalement à une logique technico-économique du fait du poids extrêmement important des coûts liés au maintien des accès dans un port d'estuaire :

- Sur les 18 autorisées, les 14 zones de vidage principalement utilisées par le GPMB sont situées à proximité des zones de dragage (cf. rapport RM1-E2-1);
- En règle générale, les sédiments dragués sur une passe sont clapés sur la zone de vidage la plus proche dans le but de minimiser le transport dans le cycle de dragage ;
- D'un point de vue contaminant, le clapage dans des zones de vidage à proximité immédiate permet au sédiment de rester dans des gammes de salinité proche.

Cette recherche d'optimisation est retrouvée dans les principaux estuaires européens présentant des caractéristiques comparables à la Gironde : Escout, Elbe, Humber, Weser...

**Tableau 26 : Distance moyenne indicatrice entre la zone de vidage et la zone de dragage**

Sections	Zone de dragage	Zones de vidage associées	Distance moyenne indicatrice ZD-ZV (en km)	Volumes dragués (m³) Moyenne annuelle (2005-2014)
Zone 1 – Passe de l'ouest, passe d'entrée en Gironde.	Ouest	4.3	2	400 000
Zone 2 – Verdon : passe de la Chambrette, accès et postes.	Chambrette	1.8 - 4.1 - 1.5 - 3.7 Les ZV amont (1.5 et 1.8 sont utilisées lors de changement de chantiers)	5	8 500
Zone 3 – Passes « aval » entre Pauillac et Le Verdon.	Richard	3.7 - 3.5 - 3.4	3	670 000
	Goulée	3.7 - 3.4 - 3.3 - 3.5	2	1 600 000
	By	3.4 - 3.7 - 3.3 - 3.5	6	845 000
	Laména	3.7 - 3.5 - 3.3 - 3.2	18	6 500
	La Maréchale	3.1 - 3.2 - 3.4	5	37 000
Zone 4 – Passes « intermédiaire » entre le Bec d'Ambès et Pauillac.	Saint-Julien Pauillac	2.4 - 4.1 - 2.2 - 1.8 - 3.7	7	2 900 000
	Beychevelle	2.4 - 2.1 - 2.2	10	110 000
	Cussac	2.4 - 2.1 - 2.2	13	300 000
	Ile Verte	1.8 - 2.4	1	9 000
Zone 5 – Passes « amont », de Bordeaux au Bec d'Ambès.	Bec aval	1.8	6	370 000
	Bec amont	1.8	9	13 500
	Bellerive	1.8	12	635 000
	Pachan	1.8 - 1.5	15	370 000
	Caillou	1.8 - 1.6	17	170 000
	Grattequina	1.8	20	13 500
	Bassens	1.8	24	91 000
	Bacalan	NR	30	300

- Ces zones sont dispersives ce qui permet de limiter l'épaisseur des sédiments sur ces zones. Les 14 zones sont réparties sur l'ensemble de l'estuaire ce qui permet de limiter les temps et coûts de transport associés.

Les retours des sédiments clapés vers le chenal de navigation sont faibles comme cela a été mis en évidence par le modèle hydrosédimentaire (cf. rapport RM1-E2-1 et RM1-E2-4). Cette pratique peut donc être considérée comme « efficace » du point de vue opérationnel.

Comme précisé précédemment, en l'absence de données et d'investigations plus complètes (suivi de plusieurs zones, volume plus important...), il a été retenu de maintenir les zones de vidage actuelles et de leur exploitation suivant la stratégie actuelle. Toutefois, sous réserve de la validation des évolutions prévues certaines zones d'immersions très peu utilisées ces dernières années pourront être supprimées.

**Tableau 27 : Maintien des zones de vidage actuelles**

Critère		Maintien des zones de vidage actuelles
<b>Opérationnel</b>		Optimisation du nombre et de la localisation des zones de vidage : permet une réduction des distances de transport et des durées associées de cycles de dragage
<b>Environnement</b>	<b>Hydrosédimentaire / qualité de l'eau</b>	Technique de dragage : opération qui présente des effets potentiels sur le milieu physique et qualité des eaux. Clapage des sédiments dragués sur des zones dispersives ce qui permet de : - Limiter très fortement les épaisseurs de dépôts sur les zones de vidage ; - Une dispersion rapide des MES
	<b>Peuplement benthique</b>	Zones de vidage très dispersives, ce qui limite fortement les incidences sur les peuplements benthiques. <i>Rappel : L'étude menée par l'université de Bordeaux (Bachelet et Gouillieux, 2016) a montré l'absence de modification de la structure des peuplements et de l'abondance sur une zone de vidage aval (ZV3.4) où les sédiments clapés étaient de même nature que le substrat en place (type vase). Les facteurs suivants sont avancés pour expliquer l'absence de perturbation : la nature des sédiments clapés comparable à celle des sédiments dragués et le caractère dispersif du site (faible recouvrement des fonds).</i>
	<b>Ressource halieutique</b>	Zones de vidage dispersives ce qui limitent les incidences sur les peuplements benthiques et donc la ressource halieutique
	<b>Contamination</b>	Clapage réalisé à proximité des zones de dragage ce qui permet de limiter la désorption des contaminants <i>Rappel : le clapage en zone 2 et 3 est favorable à la désorption des contaminants si les sédiments dragués présentent une contamination en Cd supérieure à 0,4 mg/kg, ce qui n'est cependant pas le cas sur des sédiments de dépôts récents.</i> Enjeu variable selon le niveau de contamination des sédiments et la localisation
	<b>Usages</b>	-
	<b>Réglementation (compatibilité avec le SDAGE, SAGE...)</b>	SAGE : Disposition Habitats Benthiques. Préserver les habitats d'esturgeons, les frayères de maigres et de soles ; disposition « Bouchon vaseux », SDAGE : orientations B43 sur la préservation et restauration des fonctionnalités des milieux et les habitats diversifiés Parc Naturel Marin : -Préserver et restaurer les milieux et les fonctionnalités écologiques, dans un équilibre durable entre la biodiversité et activités socio-économiques -Promouvoir et développer les activités maritimes portuaires et industrielles dans le respect des écosystèmes marins.
<b>Critère économique / évaluation</b>		Budget actuel des dragages

Légende couleur :

Effet
Neutre ou négligeable
Effet positif
Effet négatif réduit
Effet négatif
Réducteur

#### 3.5.1.2. Absence d'immersion sur les zones intertidales (estran)

Les zones intertidales correspondent à des zones très riches : par exemple, le macrobenthos y est très abondant et diversifié ce qui représente donc un enjeu pour la ressource halieutique et l'avifaune.

Recouvrir ces zones régulièrement reviendrait à les « détruire » plus ou moins durablement. Ceci étant, il pourrait être envisagé d'utiliser des sédiments de dragage pour recharger certains estrans mis à mal par des phénomènes d'érosion et créer des zones écologiques intéressantes.

Actuellement les zones d'immersion correspondent à des zones subtidales et non intertidales. Cette action vise à maintenir le principe de non-immersion sur les zones intertidales dans l'estuaire (hormis des actions de valorisation : rechargement d'estran).

**Tableau 28 : Absence d'immersion sur les zones intertidales**

Critère		Absence d'immersion sur les zones intertidales
<b>Opérationnel</b>		L'estran est une zone difficilement accessible par la DAM.
<b>Environnement</b>	<b>Hydrosédimentaire / qualité de l'eau</b>	L'absence de rejet sur les estrans permet de limiter les incidences hydrosédimentaires (concentration MES, dépôts...) sur ces zones.
	<b>Peuplement benthique</b>	Les estrans correspondent à des zones très riches (habitats benthiques, ressources halieutiques...). Par conséquent, l'absence de rejet sur ces zones favorise la préservation de l'intérêt de ces sites.
	<b>Ressource halieutique</b>	
	<b>Contamination</b>	-
	<b>Usages</b>	Limiter les incidences potentielles (MES, dépôts) sur les zones balnéaires
	<b>Réglementation (compatibilité avec le SDAGE, SAGE...)</b>	<p>SAGE : Disposition Habitats Benthiques. Préserver les habitats d'esturgeons, les frayères de maigres et de soles, préserver les zones humides</p> <p>SDAGE</p> <p>Orientations B –concilier usages économiques et restauration des milieux aquatiques, notamment B37, B38, B43-</p> <p>Orientation C -préserver et restaurer les poissons migrateurs et leur habitats : D37</p> <p>Parc Naturel Marin :</p> <p>-Préserver et restaurer les milieux et les fonctionnalités écologiques, dans un équilibre durable entre la biodiversité et activités socio-économiques</p> <p>-Promouvoir et développer les activités maritimes portuaires et industrielles dans le respect des écosystèmes marins.</p>
<b>Critère économique / évaluation</b>		-

Légende couleur :

Effet
Neutre ou négligeable
Effet positif
Effet négatif réduit
Effet négatif
Rédhibitoire

### 3.5.1.3. Privilégier les zones d'immersion au droit ou en aval de la zone draguée

#### 3.5.1.3.1. Objectif

L'objectif général recherché est de favoriser le déplacement des sédiments vers l'aval, en transportant les sédiments dragués vers l'aval, soit vers les zones de vidage au droit ou en aval des zones draguées.

L'organisation des opérations d'immersion suit les principes suivants :

- 1<sup>er</sup> principe : clapage en aval de la zone draguée pour éviter un retour des matériaux clapés vers la zone draguée ;
- 2<sup>nd</sup> principe : clapage sur la zone de vidage la plus proche de la zone draguée (même secteur géographique de l'estuaire) pour limiter les distances de transport.

Cette organisation suit donc principalement un objectif technico-économique (distance minimale entre la zone draguée et la zone de dépôt).



### 3.5.1.3.2. Avantages / inconvénients

Le tableau présente l'évaluation des effets / incidences de l'action au regard des critères que sont la mise en œuvre opérationnelle et les principaux enjeux environnementaux :

**Tableau 29 : Evaluation de l'action « privilégier les zones d'immersion au droit ou en aval des zones draguées »**

Critère		Description
<b>Opérationnel</b>		Pratique actuelle qui n'engendre pas de temps de transport supplémentaire conséquent
<b>Environnement</b>	<b>Hydrosédimentaire / qualité de l'eau</b>	Même si l'effet est limité, cela facilite l'expulsion des sédiments vers l'aval de l'estuaire et donc vers l'extérieur de celui-ci. Action qui vise donc à moyen-long terme à diminuer la présence dans l'estuaire des particules rejetées.
	<b>Peuplement benthique</b>	Action qui vise à limiter les MES/dépôts, donc les effets sur les peuplements benthiques
	<b>Ressource halieutique</b>	Action qui vise à limiter les MES/dépôts, donc les effets sur la ressource halieutique
	<b>Contamination</b>	Pas de modification importante de la désorption des matériaux
	<b>Usages</b>	-
	<b>Réglementation (compatibilité avec le SDAGE, SAGE...)</b>	Pas d'incompatibilité majeure
<b>Critère économique / évaluation</b>		Peu de modification sur les coûts

Légende couleur :

Effet
Neutre ou négligeable
Effet positif
Effet négatif réduit
Effet négatif
Réducteur

### 3.5.2. Nouvelles pratiques

Plusieurs actions complémentaires à la poursuite des pratiques actuelles sont envisagées :

- Suppression de certaines zones d'immersion en Garonne,
- Immersion dans les fosses naturelles du chenal,
- Immersion partielle de sédiments en mer.

#### 3.5.2.1. Suppression de certaines zones d'immersion en Garonne

##### 3.5.2.1.1. Objectif

L'objectif est de réduire les surfaces directement impactées par les clapages, par diminution du nombre de zones de vidage. Les zones de vidage conservées sont les plus dispersives, ce qui permet une dispersion rapide dans le milieu en limitant les dépôts sur ces zones.

### 3.5.2.1.2. Description

Le tableau ci-après rappelle les zones de vidage les plus dispersives en Garonne à travers l'analyse du nombre de jours pendant lesquels la contrainte d'érosion est dépassée (cf rapport RM1-E2-4) :

**Tableau 30 – Nombre de jours /an pendant lesquels la contrainte de 0,573 N/m<sup>2</sup> est dépassée**

Zone d'immersion	Nombre de jours de dépassement de la contrainte d'érosion				
	- dispersif		vers + dispersif		
	5-10 jours	10-50 jours	50-100 jours	100-150 jours	150-200 jours
1.1					
1.2					
1.3					
1.5					
1.6					

Les zones 1.1, 1.2 et 1.3 sont les moins dispersives. L'action consiste donc à arrêter l'immersion sur ces trois zones.

Les sédiments présents sur ces trois zones sont essentiellement des graviers et des sables, présentant donc potentiellement un intérêt environnemental (benthos, halieutique...).

Les volumes clapés sur ces trois zones (1.1, 1.2 et 1.3) seront certainement nuls dans le futur étant donnée l'évolution du dragage en Garonne qui devrait se faire par dragage à injection d'eau (pas d'immersion).

Si un autre moyen de dragage devait être employé, les volumes dragués seraient alors répartis sur les autres zones de vidage situées à l'aval, soit essentiellement 1.5 et 1.6. Ces deux zones de vidage étant dispersives, il est probable que ce surplus de sédiments repartis sur ces dernières n'engendrera pas des épaisseurs supplémentaires importantes. Un suivi bathymétrique permettra de contrôler les évolutions.

### 3.5.2.1.3. Avantages / inconvénients

Le tableau présente l'évaluation des effets / incidences de l'action au regard des critères que sont la mise en œuvre opérationnelle et les principaux enjeux environnementaux :

**Tableau 31 : Evaluation de l'action « suppression de plusieurs zones d'immersion en Garonne »**

Critère		Description	Evolution par rapport aux pratiques actuelles
<b>Opérationnel</b>		Augmentation des distances de transport ce qui engendre une augmentation inévitable des coûts + augmentation de gasoil et des émissions CO <sub>2</sub> . Suppression de zones « de réserve » en cas de situations particulières.	
<b>Environnement</b>	<b>Hydrosédimentaire / qualité de l'eau</b>	Suppression de zones de clapage situées dans des secteurs confinés, ce qui limiterait leur dispersion. Action qui vise à améliorer la qualité des eaux (MES) au niveau des zones d'immersion supprimées (partie amont de la Garonne) Répartition de ces volumes sur d'autres zones (effets à analyser)	
	<b>Peuplement benthique</b>	Diminution des zones de vidage implique une réduction de la superficie impactée. Les volumes en jeu seront répartis sur les autres zones de vidage qui sont dispersives. Le surplus de sédiments ne devrait pas engendrer une épaisseur de dépôt importante supplémentaire (à confirmer par une modélisation du devenir des sédiments clapés au cours de la descente et à moyen terme) Les zones 1.1, 1.2 et 1.3 (sables et graviers) présentaient potentiellement un intérêt pour le benthos et la ressource halieutique.	
	<b>Ressource halieutique</b>	Réduction des superficies des habitats impactés	
	<b>Contamination</b>	Pas de modification importante de la désorption des matériaux	
	<b>Usages</b>	-	
	<b>Réglementation (compatibilité avec le SDAGE, SAGE...)</b>	SAGE : Disposition Habitats Benthiques. Préserver les habitats d'esturgeons, les frayères de maigres et de soles « Bouchon vaseux : supprimer les situations à risque sur l'oxygène » « Disposition Pollution Chimiques. Réduction de l'impact de ces substances sur les secteurs les plus sensibles » « Disposition Habitats Benthiques. Diminution des rejets de cadmium par mouvements des sédiments anciens » SDAGE : Orientations B –concilier usages économiques et restauration des milieux aquatiques, notamment B37, B38, B43- Orientation C -préserver et restaurer les poissons migrateurs et leur habitats : D37 Parc Naturel Marin : -Préserver et restaurer les milieux et les fonctionnalités écologiques, dans un équilibre durable entre la biodiversité et activités socio-économiques -Promouvoir et développer les activités maritimes portuaires et industrielles dans le respect des écosystèmes marins.	
<b>Critère économique / évaluation</b>		Augmentation de la distance à parcourir entre la zone de dragage et la zone de vidage, soit de l'enveloppe budgétaire.	

Légende couleur :

Effets potentiels
Neutre ou négligeable
Effet positif
Effet négatif réduit
Effet négatif
Réducteur

Evolution par rapport aux pratiques actuelles
Neutre ou équivalent à la situation actuelle
Amélioration
Détérioration

#### 3.5.2.1.4. Bilan

**Action : Suppression des zones de vidage 1.1, 1.2 et 1.3 présentes en Garonne**

**Description :**

- Suppression de zones de vidage en Garonne ;
- Localisation : zones 1.1, 1.2 et 1.3 ;
- Volume concerné : environ 0,4 Mm<sup>3</sup> ;

**Investigations-études complémentaires :** Pas d'études ni investigations nécessaires (seulement poursuite du suivi actuel des zones de vidage afin d'analyser l'évolution hydrosédimentaire des zones de vidages supprimées et des zones sur lesquelles les sédiments de ces anciennes zones ont été répartis).

#### 3.5.2.2. Immersion dans les fosses naturelles du chenal

##### 3.5.2.2.1. Objectif

Plusieurs fosses sont présentes naturellement dans ou à proximité du chenal de navigation.

Sous réserve d'investigations/analyses complémentaires indispensables, les conditions y sont probablement favorables à la dispersion des sédiments. Par conséquent, il pourrait être envisagé de considérer ces fosses comme de nouvelles zones d'immersion, ce qui limiterait la distance à parcourir entre les zones de dragage (par exemple Chambrette, La Maréchale et Saint Julien – Pauillac) et de vidage.

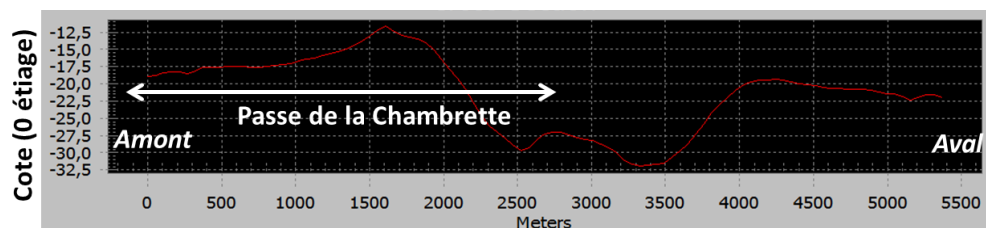
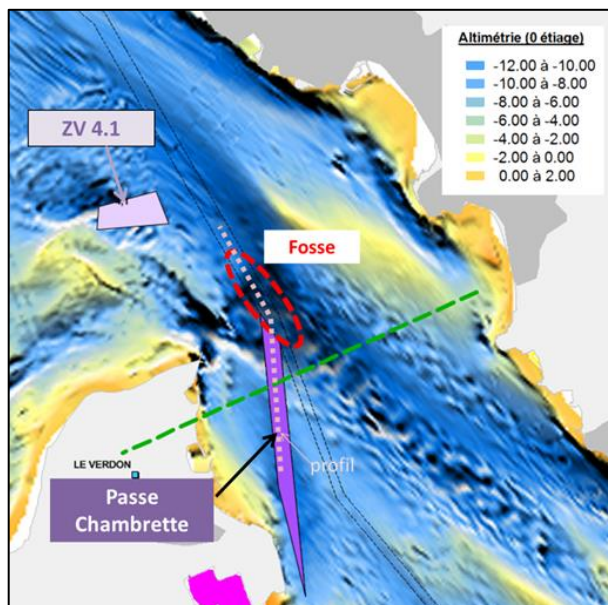
**Tableau 32 : Caractéristiques des zones de dragage (Chambrette, La Maréchale et St-Julien-Pauillac)**

Sections	Zone de dragage - passe			Zone d'immersion principale associée	Distance moyenne entre zone de dragage et de vidage
	Nom	Volume associé à chaque passe (en m <sup>3</sup> )	Type de matériaux		
Zone 2 – Verdon : passe de la Chambrette, accès et postes.	Chambrette	8 500	Sables	4.1	4,8 km
Zone 3 – Passes « aval » entre Pauillac et Le Verdon.	La Maréchale	37 000	Vases	3.2 et 3.3	9,2 km
Zone 4 – Passes « intermédiaire » entre le Bec d'Ambès et Pauillac.	Pauillac	2 900 000	Vases	2.2 et 2.4	3,5 km
	Ile verte	9 000	Vases	1.8	0,5 km

Ces zones pourraient être utilisées régulièrement ou de manière occasionnelle comme c'est envisagé en Loire : en effet, deux fosses dans l'estuaire de la Loire (fosses de Grand Pont et Port Lavigne) ont été identifiées et analysées par le GPMNSN (suivis depuis plus de 20 ans) ; elles sont soumises à un fort hydrodynamisme qui contribue à entretenir les sur-profondeurs et présentent une absence d'usage. Ainsi, ces deux fosses sont utilisées comme zone de clapage, uniquement lorsque les conditions météorologiques ne permettent pas de clapage à l'extérieur de l'estuaire de la Loire (conditions exceptionnelles d'urgence).

### 3.5.2.2.2. Description des fosses

#### Passe Chambrette



Profil en long.

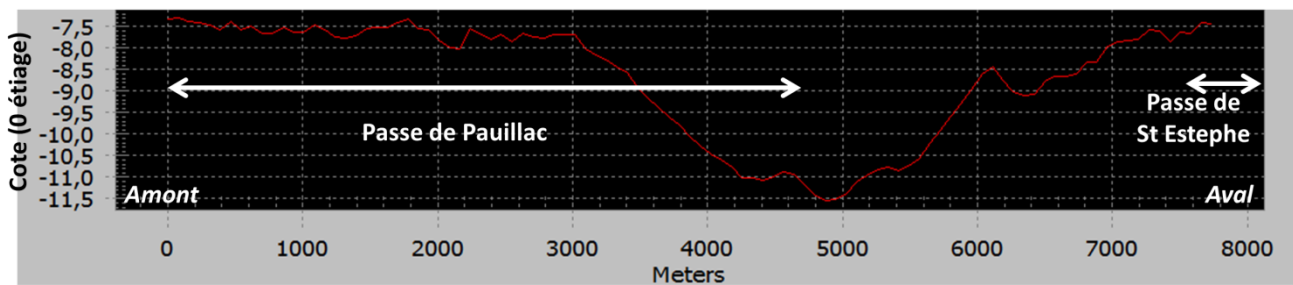
Une fosse importante est présente en aval de la passe de la Chambrette (-30 m / 0 étiage).

Toutefois l'utilisation de cette fosse est fortement contrainte par les usages présents : chenal de navigation, entrée de la passe de la Chambrette, liaison du bac Le Verdon-Royan.

#### Fosse aval de Pauillac

Une fosse d'environ 3 m de sur-profondeur est présente en aval de la passe Saint-Julien-Pauillac.

Profil en long :

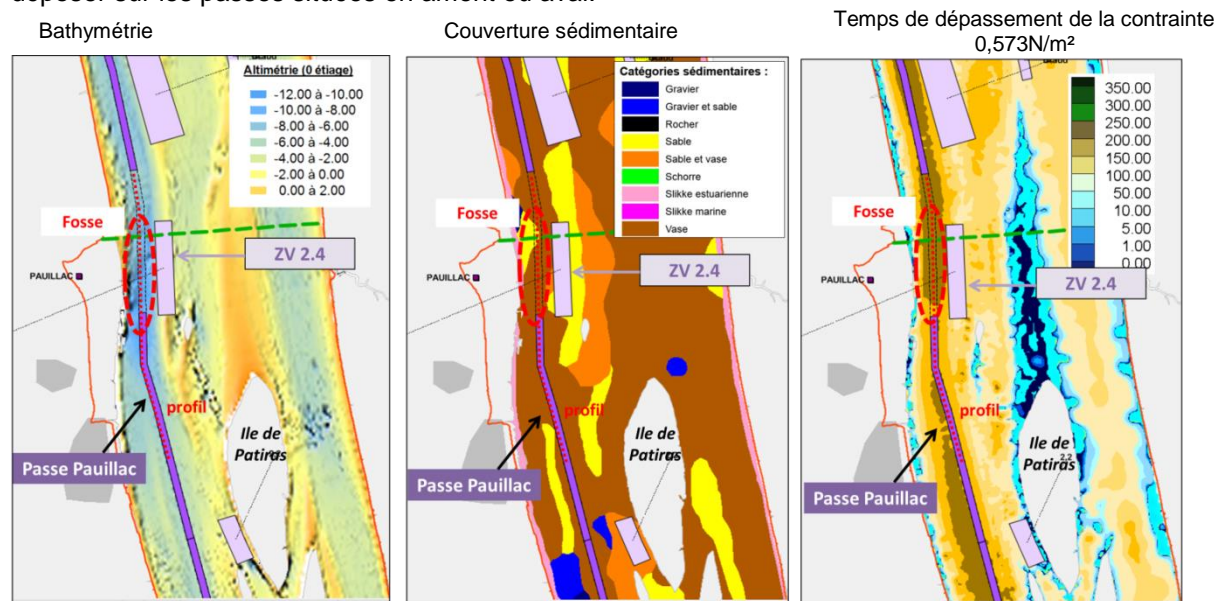


La fosse de Saint Julien – Pauillac est très intéressante car elle est située à proximité de zones fortement draguées, ce qui permet de réduire les temps de transport et de répartir les sédiments sur une superficie plus importante.

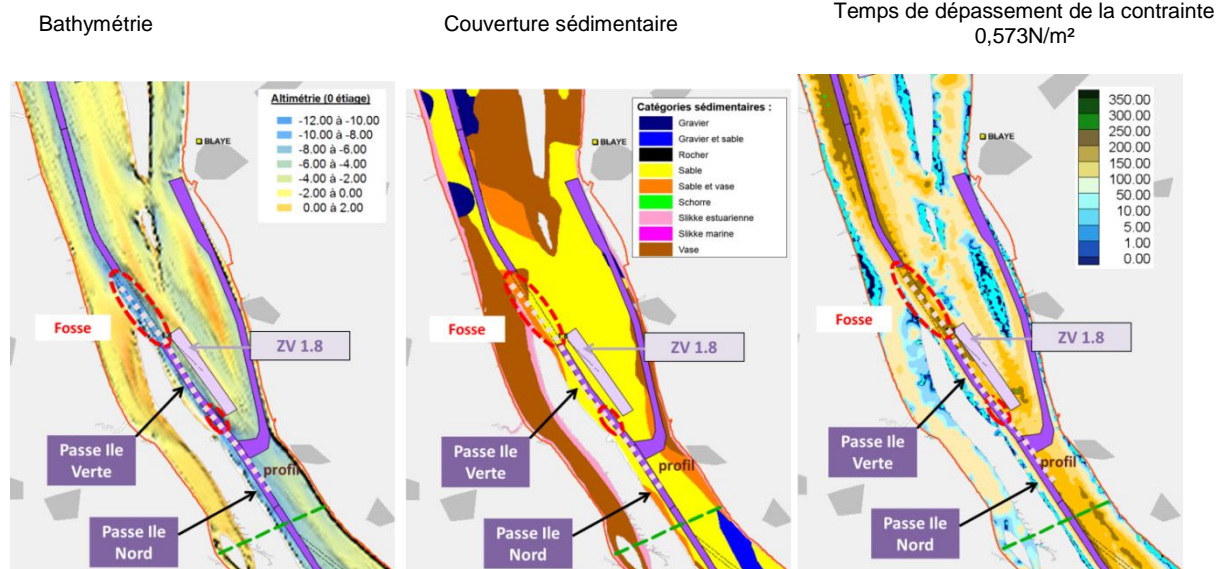
Toutefois l'intérêt économique reste limité car la zone d'immersion 2.4 est située immédiatement au droit de cette fosse. De plus le temps de dépassement de la contrainte critique d'érosion est



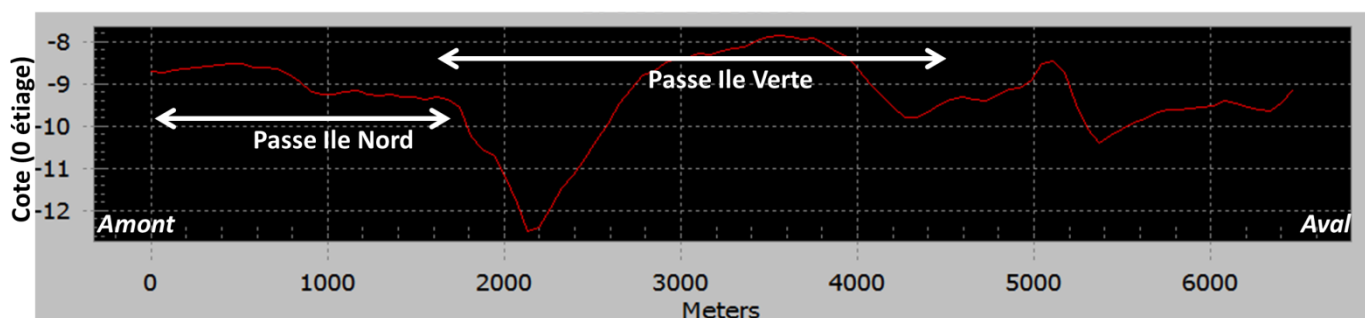
très élevé ce qui signifie que les sédiments clapés ne seraient pas stables, au risque d'aller se déposer sur les passes situées en amont ou aval.



### Fosse Ile Verte



Des sur-profondeurs de 1 à 2 m sont présentes à l'aval de la passe de l'Ile Verte (cf. Profil en long ci-après) :





### 3.5.2.2.3. Avantages-inconvénients

Le tableau ci-après récapitule les avantages et inconvénients de cette action :

**Tableau 33 : Evaluation de l'action « immersion dans les fosses naturelles de l'estuaire »**

Critère		Utilisation des fosses naturelles du chenal comme zone de vidage/immersion	Evolution par rapport aux pratiques actuelles
<b>Opérationnel</b>		Action qui offre d'autres zones potentielles de vidage en complément de celles existantes à proximité : faibles distances de transport et des durées associées de cycles de dragage, en particulier pour les passes suivantes : Chambrette, La Maréchale et Saint-Julien-Pauillac. Prudence toutefois car ces zones sont très dispersives donc les sédiments risquent d'aller se déposer potentiellement sur des passes (modélisation à réaliser)	
<b>Environnement</b>	<b>Hydrosédimentaire / qualité de l'eau</b>	Technique de dragage : opération qui présente des effets potentiels sur le milieu physique et qualité des eaux. Clapage des sédiments dragués sur des zones très dispersives ce qui permet de : - Limiter très fortement les épaisseurs de dépôts sur ces zones ; - Une dispersion rapide des MES	
	<b>Peuplement benthique</b>	L'augmentation des zones de vidage implique une superficie directe impactée d'habitats benthiques plus importante qu'actuellement donc un effet potentiel négatif par rapport à la situation actuelle. Cependant : <ul style="list-style-type: none"> <li>Ces nouvelles zones d'immersion sont des zones situées principalement dans le chenal donc déjà sujettes à une forte perturbation ;</li> <li>Cette action aura pour effet de répartir les sédiments clapés sur une plus large superficie et donc de diminuer potentiellement les effets de dépôts.</li> </ul> Rappel : l'étude menée par l'université de Bordeaux (Bachelet et Gouillieux, 2016) a montré l'absence de modification de la structure des peuplements et de l'abondance sur une zone de vidage aval (ZV3.4) où les sédiments clapés étaient de même nature que le substrat en place (type vase). Les facteurs suivants sont avancés pour expliquer l'absence de perturbation : la nature des sédiments clapés comparable à celle des sédiments dragués et le caractère dispersif du site (faible recouvrement des fonds). <u>Nature des sédiments clapés comparés à celle des sédiments dragués :</u> Des analyses complémentaires devront être réalisées afin de s'assurer de la compatibilité des sédiments immergés avec ceux présents au niveau des fosses. De plus, ces fosses sont potentiellement des secteurs où les conditions hydrauliques sont fortes, ce qui favorise la présence des sables-graviers (matériaux à forte granulométrie) (à confirmer par des analyses et prélèvements). Or, ce type de matériaux est intéressant pour les peuplements benthiques <u>Caractère dispersif des zones</u> Les zones proposées sont dispersives, ce qui contribuerait à limiter l'épaisseur des dépôts et donc limiter le recouvrement de la faune.	
	<b>Ressource halieutique</b>	Comme pour les peuplements benthiques, la présence de sables ou graviers pourrait être intéressante pour la ressource halieutique (présence à confirmer). Il conviendra donc d'effectuer des analyses complémentaires	
	<b>Contamination</b>	Pas de modification importante de la désorption des matériaux	
	<b>Usages</b>	Fosses situées à proximité/dans le chenal de navigation : stratégie et protocole à mettre en place pour limiter les perturbations du trafic	
	<b>Réglementation (compatibilité avec le SDAGE, SAGE...)</b>	Pas d'incompatibilité	
	<b>Critère économique</b>	Diminution de la distance à parcourir, donc des coûts	

Légende couleur :

Effet
Neutre ou négligeable
Effet positif
Effet négatif réduit
Effet négatif
Réhibitore

Evolution par rapport aux pratiques actuelles
Neutre ou équivalent à la situation actuelle
Amélioration
Détérioration

### 3.5.2.2.4. Bilan

**Action : Utilisation des fosses naturelles du chenal comme zone de vidage/immersion**

**Description :**

- Création de quatre nouvelles zones de vidage situées dans les fosses naturelles du chenal de navigation;
- Localisation : à l'aval des passes Chambrette, La Maréchale, Saint-Julien-Pauillac et Ile Verte ;
- Volume concerné : potentiellement une partie des sédiments dragués de ces passes (volume dragué : environ 2,95 Mm<sup>3</sup>).

**Investigations-études complémentaires :**

Pour être intégrées aux nouvelles zones de vidage, ces zones devront faire l'objet d'une étude spécifique :

- Caractérisation des fonds : analyse physico-chimiques des sédiments, benthos, milieu vivant...
- Analyse du devenir des matériaux immergés par modélisation et suivis opérationnels : expérimentation pendant la prochaine période d'autorisation (tests/protocole à mettre en place...) : évaluation de la quantité de sédiments qui resterait sur les zones, qui seraient dispersées (nota : nécessité d'investigations pour déterminer la vitesse de chute des sédiments en suspension...)

**Tableau 34 : Investigations / études complémentaires concernant l'action « immersion dans les fosses naturelles de l'estuaire »**

Thématique	Etude / Investigations
Caractérisation des fonds	Analyse physico-chimiques des sédiments, benthos, milieu vivant
Analyse du devenir des matériaux immergés	Modélisation
	Expérimentation

**Tableau 35 : Suivis concernant l'action « immersion dans les fosses naturelles de l'estuaire »**

Suivi
Bathymétrie
Qualité de l'eau (MES, O2d, nutriments, contaminants)

**3.5.2.3. Immersion dans d'anciennes zones d'extraction de granulats marins**

**3.5.2.3.1. Objectif**

Comme pour les fosses naturelles dont l'action est décrite précédemment, il pourrait être envisagé d'utiliser les anciennes zones d'extraction (après la fin de la concession) comme des zones d'immersion : par exemple, la zone d'extraction des granulats du Platin de Grave pourrait être utilisée comme zone d'immersion après la fin de la concession.

Cette utilisation est conditionnée :

- A la compatibilité des sédiments clapés avec celles de la zone d'extraction ;
- A la réalisation d'investigations /analyses complémentaires pour y déterminer les conditions de dispersion ou non des sédiments (devenir des sédiments clapés) ;
- A la faisabilité juridique par rapport à la concession et le code minier.

Leur intérêt économique reposera sur leur emplacement par rapport aux zones draguées.

Comme pour les fosses naturelles, ces zones pourraient être utilisées régulièrement ou de manière occasionnelle.

### 3.5.2.3.2. Avantages-inconvénients

Le tableau ci-après récapitule les avantages et inconvénients de cette action qui dépendent essentiellement de la localisation des zones. Par conséquent, il est difficile de qualifier (code couleur) ces avantages/inconvénients.

**Tableau 36 : Evaluation de l'action « immersion dans d'anciennes zones d'extraction de granulats marins »**

Critère		Utilisation d'anciennes zones d'extraction de granulats marins	Evolution par rapport aux pratiques actuelles
<b>Opérationnel</b>		Action qui offre d'autres zones potentielles de vidage en complément de celles existantes à proximité. L'intérêt opérationnel résidera dans la distance entre les zones draguées et ces anciennes zones d'extraction Si la zone est non dispersive, son exploitation sera limitée dans le temps.	
<b>Environnement</b>	<b>Hydrosédimentaire / qualité de l'eau</b>	Technique de dragage : opération qui présente des effets potentiels sur le milieu physique et qualité des eaux. Si zones dispersives : - les épaisseurs de dépôts de sédiments clapés sont très limitées ; - La dispersion des MES est rapide. Au contraire, si zones non dispersives, les sédiments vont s'accumuler sur la zone	
	<b>Peuplement benthique</b>	L'augmentation des zones de vidage implique une superficie directe impactée d'habitats benthiques plus importante qu'actuellement donc un effet potentiel négatif par rapport à la situation actuelle. Cependant : <ul style="list-style-type: none"> <li>Ces nouvelles zones d'immersion sont des zones anciennement exploitées, donc déjà sujettes à une forte perturbation ;</li> <li>Cette action aura pour effet de répartir les sédiments clapés sur une plus large superficie et donc de diminuer potentiellement les effets de dépôts.</li> </ul> <u>Nature des sédiments clapés comparés à celle des sédiments dragués</u> : des analyses complémentaires devront être réalisées afin de s'assurer de la compatibilité des sédiments immergés avec ceux présents au niveau des zones d'extraction. <u>Caractère dispersif des zones</u> : si les zones sont dispersives, cela contribuera à limiter l'épaisseur des dépôts et donc limiter le recouvrement de la faune.	
	<b>Ressource halieutique</b>	Comme pour les peuplements benthiques, la présence de sables ou graviers pourrait être intéressante pour la ressource halieutique (présence à confirmer). Il conviendra donc d'effectuer des analyses complémentaires	
	<b>Contamination</b>	Dépend de la localisation de ces zones d'extraction par rapport aux zones draguées	
	<b>Usages</b>	Dépend de la localisation des zones d'extraction	
	<b>Réglementation (compatibilité avec le SDAGE, SAGE...)</b>	Pas d'incompatibilité par rapport au SDAGE, SAGE ... Néanmoins, une analyse devra être réalisée par rapport au code minier.	
<b>Critère économique</b>		Intérêt économique dépend de la position des ces zones d'extraction par rapport aux zones draguées – Intérêt actuellement non évaluable	

Légende couleur :

Effet
Neutre ou négligeable
Effet positif
Effet négatif réduit
Effet négatif
Réductible

Evolution par rapport aux pratiques actuelles
Neutre ou équivalent à la situation actuelle
Amélioration
Détérioration

### 3.5.2.3.3. Bilan

**Action : Utilisation des anciennes zones d'extraction de granulats marins comme zone de vidage/immersion**

**Description :**

- Création de nouvelles zones de vidage situées dans les anciennes zones d'extraction de granulats ;
- Localisation : à déterminer;
- Volume concerné : dépend de la localisation des zones d'extraction

**Investigations-études complémentaires :**

Pour être intégrées aux nouvelles zones de vidage, ces zones devront faire l'objet d'une étude spécifique, en complément des suivis réalisées sur ces zones :

- Caractérisation des fonds : analyse physico-chimiques des sédiments, benthos, milieu vivant...
- Analyse du devenir des matériaux immergés par modélisation et suivis opérationnels : expérimentation pendant la prochaine période d'autorisation (tests/protocole à mettre en place...) : évaluation de la quantité de sédiments qui resterait sur les zones, qui seraient dispersées (nota : nécessité d'investigations pour déterminer l'absence de chute des sédiments en suspension...)

**Tableau 37 : Investigations / études complémentaires concernant l'action « immersion dans les anciennes zones d'extraction »**

Thématique	Etude / Investigations
Caractérisation des fonds	Analyse physico-chimiques des sédiments, benthos, milieu vivant
Analyse du devenir des matériaux immergés	Modélisation
	Expérimentation

**Tableau 38 : Suivis concernant l'action « immersion dans les anciennes zones d'extraction »**

Suivi
Bathymétrie
Qualité de l'eau (MES, O2d, nutriments, contaminants)

### 3.5.2.4. Immersion « partielle » des sédiments en mer (au large de l'estuaire)

#### 3.5.2.4.1. Objectif

L'objectif de cette action environnementale (« clapage à l'extérieur de l'estuaire ») est double :

- Réduire la remise en suspension à l'intérieur de l'estuaire, limitant ainsi les effets sur l'environnement liés à la turbidité (et ré-alimentation du bouchon vaseux) ;
- Limiter la désorption des contaminants dans l'estuaire tels que le Cadmium.

Le principe est de ne pas contribuer à la désorption du Cadmium dans l'estuaire où il passe sous forme dissoute et devient biodisponible pour les organismes vivants comme les huîtres qui peuvent le concentrer. En mer les contaminants seront dispersés et les concentrations auxquelles seront soumis les organismes seront bien moindres.

#### 3.5.2.4.2. Description

Cette action consisterait à claper une partie des matériaux dragués de l'estuaire dans une zone située à l'extérieur de l'estuaire. Cette zone doit être déterminée de manière à éviter tout retour des

sédiments clapés à l'intérieur de l'estuaire, sur le littoral adjacent et dans les Pertuis Charentais. Cette zone pourrait se situer à plusieurs kilomètres au large, comme c'est le cas par exemple sur la zone de clapage d'Octeville (GPMH), de Machu (GPMR) ou le site de la Lambarde (GPMNSN), les deux estuaires Seine et Loire présentant une morphologie différente de la Gironde (largeur de ces estuaires plus faible) et une importante section de chenal « canalisé » et étroite ne permettant pas un dépôt en « bordure » du chenal).

Une partie des sédiments dragués pourrait être concernée :

- Une partie des sédiments les plus contaminés, à savoir ceux dragués sur Bec aval (environ 370 000 m<sup>3</sup>), Bellerive (570 000 m<sup>3</sup>), Pachan (330 000 m<sup>3</sup>) et Caillou – Grattequina (275 000 m<sup>3</sup>) (cf. rapport RM1-E2-1), soit un volume total potentiellement de près de 1,5 Mm<sup>3</sup>. La distance avec la zone potentielle de clapage à l'extérieur étant de plus de 100 km, il n'est là encore pas envisageable économiquement de claper l'intégralité de ces sédiments à l'extérieur. C'est pourquoi il pourrait être envisagé de cibler seulement les sédiments les plus contaminés (dans la limite des contaminations inférieures aux seuils réglementaires à N1).
- Une partie des sédiments de la zone 3 (zone aval) : Richard (670 000 m<sup>3</sup>), Goulée (1 400 000 m<sup>3</sup>), By (750 000 m<sup>3</sup>) ce qui représente un volume de près de 2,8 Mm<sup>3</sup>. Seule une fraction de ce volume pourrait être ciblée pour être clapée à l'extérieur de l'estuaire.

Chaque année, des campagnes d'analyses géochimiques plus approfondies<sup>2</sup> sur ces différentes zones pourraient être envisagées afin de déterminer précisément le volume à claper (par différenciation des sous-secteurs) sur une zone extérieure.

---

<sup>2</sup> Actuellement, en moyenne chaque année, une analyse géochimique est réalisée par passe.

### 3.5.2.4.3. Avantages / inconvénients

Le tableau présente l'évaluation des effets / incidences de l'action « clapage à l'extérieur de l'estuaire d'une partie des sédiments » au regard des critères que sont la mise en œuvre opérationnelle et les principaux enjeux environnementaux :

**Tableau 39 : Evaluation de l'action « clapage, à l'extérieur de l'estuaire, d'une partie des sédiments »**

Critère		Sédiments des zones 3 ou 5 - Fraction la plus contaminée (volume à déterminer sur la base d'investigations physico-chimiques détaillées)	Evolution par rapport aux pratiques actuelles
<b>Critère opérationnel</b>		Augmentation des temps de transports – difficulté potentielle de mise en œuvre de cette action avec le parc actuel de dragage	
<b>Environnement</b>	<b>Hydrosédimentaire / qualité de l'eau</b>	Estuaire : cette action vise à limiter les remises en suspension dans l'estuaire Littoral, Pertuis Charentais : la zone de clapage sera déterminée de façon à éviter tout retour des sédiments	
		Zone de clapage à l'extérieur de l'estuaire : augmentation des concentrations de MES et potentiellement des dépôts sur la zone si celle-ci est conservatrice.	
	<b>Peuplement benthique et ressource halieutique</b>	Estuaire : action qui va dans le sens de la réduction des MES (intérêt variable selon volumes considérés)	
		Zone de clapage : augmentation des MES et des dépôts non favorables dont les incidences sont variables suivant les caractéristiques de la zone (hydrosédimentaire, qualité environnementale...)	
	<b>Contamination</b>	Estuaire : action qui vise à réduire les contaminations dans la colonne d'eau de l'estuaire de la Gironde.	
		Cependant, désorption en mer, à l'extérieur de l'estuaire. Risques de contamination spécifiques sur cette zone (risque de forte opposition des usagers de la mer (pêche, conchyliculture, balnéaire ...).	
	<b>Usages</b>	Usages potentiels sur cette zone (notamment la pêche professionnelle)	
	<b>Réglementation (compatibilité avec le SDAGE, SAGE...)</b>	<p><u>Partie estuaire :</u>  Compatible avec les dispositions du SAGE :  « Bouchon vaseux : supprimer les situations à risque sur l'oxygène »  « Disposition Pollution Chimiques. Réduction de l'impact de ces substances sur les secteurs les plus sensibles »  « Disposition Habitats Benthiques. Préserver les habitats d'esturgeons, les frayères de maigres et de soles »  Parc Naturel Marin : compatible avec l'orientation « préserver et restaurer les milieux et les fonctionnalités écologiques »  Compatible avec les orientations du SDAGE : B37, B38, B40, B43, D37...</p> <p><u>Partie extérieure à l'estuaire :</u>  Peu compatible avec « Disposition Pollution Chimiques. Réduction de l'impact de ces substances sur les secteurs les plus sensibles » (SAGE) et B37, B38...  Compatibilité avec la DCSMM (sous-région Golfe de Gascogne) : impacts potentiels (sur le réseau trophique au large de l'estuaire et sur le niveau de contamination des espèces) limités à priori à une échelle locale. Incidences à étudier. Compatible a priori. Suivis à mettre en œuvre.</p> <p><b>« Exporter » les sédiments « contaminés » vers la zone littorale risque également d'être vecteur d'une forte opposition de la part des usagers de la mer du fait des usages dans l'estuaire externe et dans les Pertuis Charentais.</b></p>	
<b>Critère économique / évaluation</b>		Coût supplémentaire variable selon volumes considérés. Surcoût estimé entre 6 et 8 M€ pour 200 000m <sup>3</sup> (à confirmer par des études de détails), en première approche	

Légende couleur :

Effet
Neutre ou négligeable
Effet positif
Effet négatif réduit
Effet négatif
Réhibitioire

Evolution par rapport aux pratiques actuelles
Neutre ou équivalent à la situation actuelle
Amélioration
Détérioration

Nota : il conviendra également de prendre en compte le bilan carbone de ce type de solution, très défavorable par rapport à la situation actuelle.



#### 3.5.2.4.4. Approche financière

A ce stade de l'étude, un certain nombre d'incertitudes demeure : volume de sédiments concerné, localisation précise de la zone d'immersion, ...

Néanmoins, afin d'avoir une approche de l'enveloppe budgétaire d'une telle opération, plusieurs hypothèses ont été considérées ; elles sont précisées dans le tableau ci-dessous :

**Tableau 40 : Clapage à l'extérieur de l'estuaire - hypothèses**

Hypothèses	Distance	Zone de dragage considérée	Zone 3 (By, ...)
		Zone d'immersion, au large considéré	20 -25 km au large de l'estuaire (soit à plusieurs km à l'Ouest de la zone de vidage 4.3)
		Distance moyenne à parcourir par la drague (entre la zone de vidage et une zone moyenne de dragage)	70 km
	Volume considéré		200 000 m³
	Caractéristique de la drague (Anita Conti)	Vitesse moyenne	10-12 nœuds
		Capacité de chargement	2 600m³
		Stand-by divers (météo, mécanique, ...)	30-40 %
	Durée du chantier		5,5 à 7 mois
	Coût horaire de la DAM		1 500 € /h
Enveloppe budgétaire			6 à 8 M€ H.T.

Ces hypothèses devront être confirmées/validées/précisées dans le cadre d'études techniques complémentaires.

#### 3.5.2.4.5. Bilan

**Action : Clapage, à l'extérieur de l'estuaire, d'une partie des sédiments**

##### Description :

- Création d'une zone d'immersion au large de l'estuaire afin de claper une partie des sédiments ;
- Localisation :
  - Zones de dragage concernées : zone 5 (Bec aval, Bellerive, Pachan, Caillou et Grattequina) et zone 3 (Richard, Goulée et By) ;
  - Zone d'immersion au large : emplacement à déterminer
- Volume concerné : variable à définir chaque année. Une première expérimentation pourrait concerner 0,1 à 0,3 Mm<sup>3</sup> ;

##### Investigations-études complémentaires :

- Analyse préalable plus fine des sédiments à draguer afin de cibler les sédiments les plus contaminés en cadmium qui seraient concernés par l'immersion en mer
- Etude pour définir un site d'immersion : expertise, modélisation pour définir le devenir des sédiments clapés, dossier réglementaire associé ...
- Investigations pour caractériser les sédiments de la zone d'immersion : analyse physico-chimiques des sédiments, benthos, milieu vivant, suivis...
- Evaluation des risques de désorption des contaminants et de leur dispersion ;
- Expérimentation à réaliser pour déterminer l'intérêt opérationnel et environnemental.

**Tableau 41 : Investigations / études complémentaires concernant l'action «Clapage, à l'extérieur de l'estuaire, d'une partie des sédiments»**

Thématique	Etude / Investigations
Etude pour définir un site d'immersion	Expertise, modélisation pour définir le devenir des sédiments clapés, dossier réglementaire associé ...
Caractérisation des fonds	analyse physico-chimiques des sédiments, benthos, milieu vivant
Contamination	Evaluation des risques de désorption des contaminants et de leur dispersion
Intérêt opérationnel et environnemental	Expérimentation
Suivis de la qualité de l'eau (MES, O2d, nutriments, contaminants)	

## 3.6. STRATEGIE D'IMMERSION – NOUVELLES PRATIQUES

### 3.6.1. Arrêt partiel localisé des immersions (fenêtre biologique)

#### 3.6.1.1. Contexte et objectifs




L'estuaire de la Gironde a connu ces dernières années des évolutions sensibles qui conduisent à le considérer comme un environnement « perturbé » sous l'influence de plusieurs facteurs agissant à diverses échelles. Les conséquences se font ressentir sur les peuplements biologiques dont certains éléments se retrouvent très fragilisés comme c'est le cas pour la Grande Alose (entre autres) par exemple.

Au cours des différentes investigations, 13 espèces de crustacés décapodes, 4 espèces de céphalopodes (seiches / calmars) et 68 espèces de poissons (dont Lamproies qui sont des agnathes et non des poissons) ont été recensées.

Pour ce qui est des migrateurs plus particulièrement, toutes les espèces ne sont pas présentes en permanence et avec la même abondance, certaines d'entre-elle ne fréquentant l'estuaire de la Gironde que de façon assez occasionnelle. Cependant, trois à quatre espèces migratrices, au minimum, sont présents dans l'estuaire quelle que soit la période de l'année. C'est le cas de l'Esturgeon européen (*Acipenser sturio*) auquel sont associés de très forts enjeux écologiques à l'échelle européenne. Le tableau ci-après précise la présence des espèces migratrices dans l'estuaire de la Gironde.

**Tableau 42 : Présence des espèces migratrices dans l'estuaire de la Gironde**

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Anguille (Civelle)												
Anguille jaune												
Anguille argentée												
Alose vraie adulte												
Alose vraie (aloston)												
Alose feinte adulte												
Alose feinte (aloston)												
Esturgeon adulte												
Esturgeon juvénile												
Lamproie marine adulte												
Lamproie marine subadulte												
Lamproie fluviatile adulte												
Lamproie fluviatile subadulte												

 Migration de montaison  
 Migration de dévalaison  
 Vie dans l'estuaire avec des mouvements dans le milieu estuarien

Source : L. BROSSE

Outre ces espèces migratrices il convient d'ajouter que le Maigre (*Argyrosomus regius*) est présent dans l'estuaire de la Gironde entre la fin mai et la mi-septembre et que les frayères seraient situées

entre Meschers et Mortagne dans la moitié droite de l'estuaire autour du banc des Marguerites. S'agissant de la seule zone de reproduction connue dans le golfe de Gascogne pour cette espèce selon il convient donc de la considérer comme un habitat à très forts enjeux au regard de la valeur écologique et surtout halieutique (croissante) du Maigre.

De plus, l'estuaire de la Gironde représente également un milieu riche en zones d'alimentation et de grossissement pour les Soles.

De façon plus générale, la période entre le mois d'avril et le mois de septembre, voire octobre constitue la période de l'année avec la plus forte activité biologique pour les poissons comme pour les invertébrés. C'est notamment la période durant laquelle la très grande majorité des espèces se reproduisent et durant laquelle les juvéniles profitent de l'abondance de nourriture pour effectuer leur croissance.

L'objectif principal de l'arrêt partiel des immersions est la réduction des impacts liés à ces activités durant la période la plus active biologiquement.

#### **3.6.1.2. Description**

La période du 15 mai au 15 juillet est favorable à de nombreuses espèces, en particulier le maigre. C'est pourquoi, cette action consiste à supprimer l'immersion des sédiments pendant la période du 15 mai au 15 juillet ; ceci pour les zones d'immersion 3.2 à 3.7. Pendant cette période, les sédiments clapés initialement sur ces zones 3.2 à 3.7 seront immergés sur les autres zones aval ou amont.

### 3.6.1.3. Avantages / inconvénients

Le tableau présente l'évaluation des effets / incidences de l'action au regard des critères que sont la mise en œuvre opérationnelle et les principaux enjeux environnementaux

**Tableau 43 : Evaluation de l'action « arrêt partiel et localisé des immersions »**

Critère		Arrêt partiel et localisé des immersions	Evolution par rapport aux pratiques actuelles
Opérationnel		Immersion sur les zones 3.2 à 3.7 sur une période plus courte. Pendant cette fenêtre biologique, les temps de transport des sédiments seront augmentés	
Environnement	Hydrosédimentaire / qualité de l'eau	Action qui vise à améliorer la qualité des eaux pendant la période de non intervention.	
	Peuplement benthique	Mise en place d'une « pause » de plusieurs mois des déversements au niveau des zones de vidage 3.2 à 3.7 qui peut s'avérer bénéfique pour une partie de la macrofaune benthique (espèces pionnières) capable de coloniser et exploiter ces milieux rapidement après l'arrêt des immersions. Ces peuplements, mêmes temporaires, sont un plus au niveau du réseau trophique de l'estuaire	
	Faune piscicole	Arrêt localisé et temporaires des perturbations (turbidité, dérangement) liées aux immersions ; accès à une ressource alimentaire supplémentaire suite à la colonisation des zones d'immersion par les invertébrés.	
	Contamination	Pas de modification importante de la désorption des matériaux	
	Usages	Opération d'immersion sur les zones 3.2 à 3.7 sur une plus courte période ; pendant la période 15 mai / 15 juillet, les sédiments seront immergés sur d'autres secteurs. Soit potentiellement des transports et trafic plus importants	
	Réglementation (compatibilité avec le SDAGE, SAGE...)	SAGE : Disposition Habitats Benthiques. Préserver les habitats d'esturgeons, les frayères de maigres et de soles -> Arrêt des activités impactantes durant la période biologique la plus active (alimentation / reproduction) pour ces espèces « Bouchon vaseux : supprimer les situations à risque sur l'oxygène » « Bouchon vaseux : réduction du bouchon vaseux » « Disposition Pollution Chimiques. Réduction de l'impact de ces substances sur les secteurs les plus sensibles » Compatible avec les orientations du SDAGE : B37, B38, B40, B43, D37... Parc Naturel Marin : -Préserver et restaurer les milieux et les fonctionnalités écologiques, dans un équilibre durable entre la biodiversité et activités socio-économiques -Promouvoir et développer les activités maritimes portuaires et industrielles dans le respect des écosystèmes marins.	
Critère économique / évaluation		Enveloppe budgétaire plus importante du fait des transports de sédiments plus importants pendant la période 15 mai/15 juillet	

Légende couleur :

Effet
Neutre ou équivalent à la situation actuelle / à déterminer
Effet positif
Effet négatif réduit
Effet négatif
Réhibitioire

Evolution par rapport aux pratiques actuelles
Neutre ou équivalent à la situation actuelle
Amélioration
Détérioration

Concernant ce type de mesure il n'y a pas à notre connaissance de retour d'expérience précis qui permette d'en estimer l'apport du point de vue environnemental. Des études montrent qu'un dépôt d'une grande quantité de matériel peut causer une mortalité importante chez les organismes benthiques ensevelis. Toutefois, les sédiments déposés peuvent être colonisés par la faune benthique du milieu environnant. La vitesse de recolonisation dépend de l'épaisseur de

l'ensevelissement à la condition que la nature des sédiments déposés soit identique à celle des sédiments déjà présents.

Selon la synthèse bibliographique de Rieussec (2008), il semblerait que pour des recouvrements inférieurs à 15 cm, les sédiments superficiels seraient recolonisés par la faune benthique en environ 2 semaines. Pour des recouvrements plus importants, le temps de recolonisation peut atteindre 20 semaines (Wilber, 1992). Dans certains cas, le repeuplement par une communauté benthique stable et similaire à celle des environs peut s'étendre sur plusieurs années (Environnement Canada, 2004).

Le processus de recolonisation est progressif et dépend de plusieurs paramètres. Cependant, un schéma général commun en trois étapes émerge de plusieurs publications (Kenny et Rees 1996, Newell *et al.* 1998 ; Boyd *et al.* 2005) :

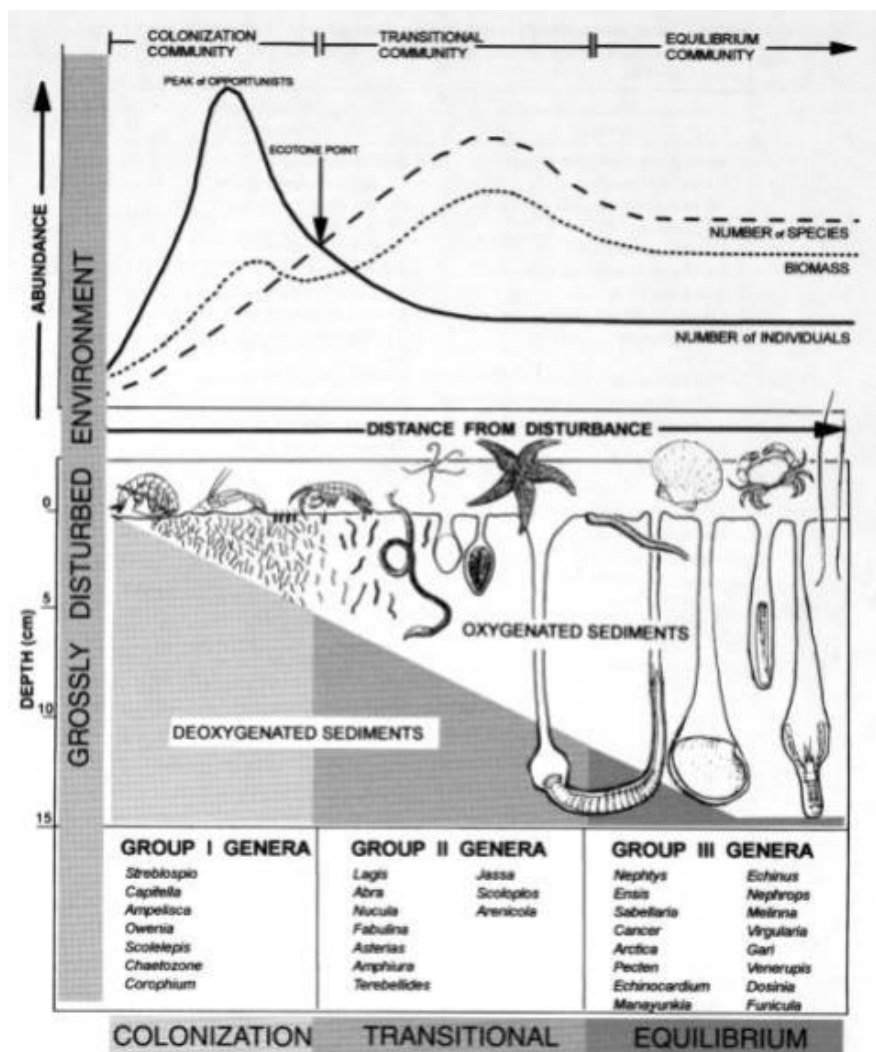
- Une première phase de recolonisation rapide par des espèces opportunistes. Cette recolonisation se fait soit par des espèces vagiles (non fixées au sédiment et capables de se déplacer) issues de populations voisines du site soit par recrutement larvaire depuis la colonne d'eau. La richesse spécifique est faible en raison de la prédominance de ou des espèces opportunistes.
- Une phase de transition est ensuite observée lorsque des espèces initiales ou d'autres espèces non-opportunistes commencent à recoloniser le milieu, et entrent en compétition avec les espèces opportunistes de départ.
- Un équilibre est enfin atteint au bout d'un temps variable. Il est caractérisé par une communauté benthique qui présente une richesse spécifique et une abondance caractéristique du type d'habitat, et une biomasse restaurée liée à la croissance des individus qui composent la communauté.

Il est possible de schématiser ces trois phases avec les principales espèces associées à chaque stade (Figure 8) comme indiqué dans la publication de Newell *et al.* (1998). Ce schéma indique que les principaux genres caractéristiques de la phase de recolonisation (groupes pionniers) sont :

- Le genre *Streblospio* (Annélide polychète) ;
- Le genre *Capitella* (Annélide polychète) ;
- Le genre *Ampelisca* (Crustacé amphipode) ;
- Le genre *Owenia* (Annélide polychète) ;
- Le genre *Scolecopsis* (Annélide polychète) ;
- Le genre *Chaetozoa* (Annélide polychète) ;
- Le genre *Corophium* (Crustacé amphipode).

Les polychètes sont les plus représentés devant les crustacés amphipodes (crustacés de petite taille de l'ordre du centimètre voire moins). Ces invertébrés constituent une ressource alimentaire intéressante pour les poissons. A titre d'exemple, le polychète du genre *Capitella* est un très proche cousin du polychète du genre *Heteromastus* qui constitue l'une des proies principales des juvéniles d'esturgeon européen dans l'estuaire de la Gironde.

**Figure 8 : Diagramme montrant la succession écologique qui caractérise les communautés benthiques à travers un gradient de perturbation de l'environnement.**  
 Diagramme extrait de Newell et al. (1998)



Un suivi destiné à estimer l'efficacité de cette mesure pourrait être mis en œuvre de façon assez simple. Il consisterait pour un ensemble de stations d'échantillonnage « fixes » pour les zones de clapage concernées à caractériser la faune benthique durant les périodes de déversements puis à intervalles réguliers hors déversement.

La comparaison pour chaque station des résultats obtenus durant les périodes de déversements avec les résultats obtenus hors périodes de déversement devrait permettre de mettre en évidence la recolonisation par les invertébrés et de « quantifier » le gain que cela apporte en termes de « biomasse » supplémentaire de proies disponibles pour les poissons.



### 3.6.2. Répartition des sédiments sur l'ensemble de la zone d'immersion pour favoriser un dépôt homogène

#### 3.6.2.1. Objectif

Les zones de vidage étant dispersives, répartir les sédiments sur l'ensemble de la zone d'immersion est une stratégie qui limiterait l'épaisseur des dépôts transitoires.

En limitant l'épaisseur des dépôts, on limite l'épaisseur de la couche de sédiments qui vient recouvrir la faune benthique en place. On augmente donc les chances de survie des espèces qui peuvent tolérer un enfouissement limité. Pour cela les clapages doivent être réalisés à travers toute la surface de la zone de vidage pour éviter le cumul des dépôts en un même point.

#### 3.6.2.2. Description

Cette stratégie d'immersion consiste à claper les sédiments à l'intérieur d'une zone de vidage, de façon à répartir les opérations de clapage sur l'ensemble de la zone de vidage. Il s'agit de travailler sur toute l'emprise de la zone de vidage de manière à « répandre » le plus largement possible (dans le périmètre de la zone) les sédiments.

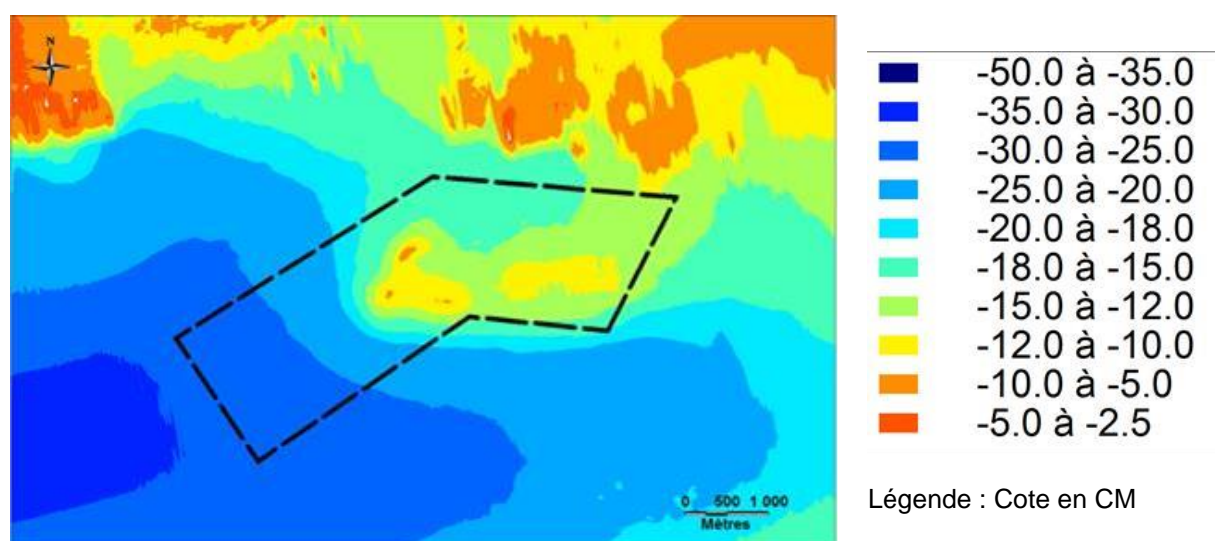
Elle s'oppose à une stratégie qui consiste à claper plusieurs chargements sur un même point.

Les zones de vidage de l'estuaire de la Gironde sont dispersives. Par conséquent, il n'est pas nécessaire d'avoir une stratégie précise dit « clapage par casier » comme en Loire ou en Seine où la zone de vidage unique est conservative et d'une très grande superficie.

Pour mémoire, la stratégie de clapage du GPMNSN a pour objectif de maintenir les dépôts sur la zone d'immersion et par conséquent de réduire les retours vers l'estuaire. Pour cela, il s'agit de limiter la hauteur des dépôts. En effet, plus la hauteur est importante, plus l'influence des houles sur les sédiments l'est également, favorisant la remise en suspension. Ainsi, à titre d'exemple :

- Les immersions sur la partie nord-est du site sont réalisées de façon à ne pas dégrader la stabilité actuelle en limitant la hauteur des dépôts (-9m CM).
- Dans la partie sud-ouest et compte tenu des volumes prévisionnels sur la future durée d'autorisation, les cotes à l'échéance de l'autorisation pourraient s'étagier entre -15 et -20m CM.

**Figure 9 : Zone de vidage de l'estuaire de la Loire (zone à l'extérieur de l'estuaire)**



### 3.6.2.2.1. Avantages-inconvénients

Le tableau présente l'évaluation des effets / incidences de l'action :

**Tableau 44 : Evaluation de l'action « répartition des sédiments sur l'ensemble de la zone d'immersion pour favoriser un dépôt homogène »**

Critère		Répartition des sédiments sur l'ensemble de la zone d'immersion pour favoriser un dépôt homogène	Evolution par rapport aux pratiques actuelles
Critère opérationnel		Stratégie à mettre en place afin de répartir les sédiments sur l'ensemble de la zone d'immersion Action potentiellement un peu plus contraignante que dans le cadre du clapage actuel	
Environnement	Hydrosédimentaire / qualité de l'eau	Action qui va dans le sens de la réduction des épaisseurs de dépôts Stratégie qui ne modifie pas les remises en suspension par rapport à la situation actuelle	
	Peuplement benthique	Action qui va dans le sens de la réduction des épaisseurs de dépôts, ce qui limite les perturbations pour les habitats benthiques et la ressource halieutique	
	Ressource halieutique		
	Contamination	Peu d'avantages / inconvénients par rapport à une autre stratégie de clapage.	
	Usages	-	
Réglementation (compatibilité avec le SDAGE, SAGE...)		Compatible avec les dispositions du SAGE : « Disposition Habitats Benthiques. Préserver les habitats d'esturgeons, les frayères de maigres et de soles » Parc Naturel Marin : compatible avec l'orientation « préserver et restaurer les milieux et les fonctionnalités écologiques » Compatible avec les orientations du SDAGE	
Critère économique / évaluation		Difficilement chiffrage car modification du montant des travaux mineur par rapport au montant global des travaux.	

Légende couleur :

Effet
Neutre ou négligeable
Effet positif
Effet négatif réduit
Effet négatif
Réducteur

Evolution par rapport aux pratiques actuelles
Neutre ou équivalent à la situation actuelle
Amélioration
Détérioration

### 3.6.2.2.2. Bilan

**Action : Répartition des sédiments aléatoire sur la zone d'immersion pour favoriser un dépôt éparé**

#### Description :

- Répartition des sédiments sur l'ensemble de chaque zone d'immersion ;
- Localisation : concerne l'ensemble des zones de vidage
- Volume concerné : totalité des volumes clapés chaque année ;

**Investigations-études complémentaires : pas d'investigations ni études à mener. Poursuite du suivi bathymétrique des zones de vidage.**

### **3.7. VALORISATION**

Ces actions se traduisent par des opérations ponctuelles ou des expérimentations ayant un double intérêt : la valorisation des sédiments dragués et la création des zones écologiques d'intérêt.

Les maîtres d'ouvrage de ces actions expérimentales, si elles sont retenues, devront faire des demandes d'autorisation spécifiques, en dehors de l'autorisation relative aux opérations de dragage d'entretien du GPMB.

#### **3.7.1. Création / renforcement d'îles**

##### **3.7.1.1. Objectif**

L'objectif est de valoriser les sédiments dragués sur des zones non dispersives ce qui présente le double intérêt de :

- Limiter la remise en suspension des matériaux et d'éventuelles contaminations dans les eaux de l'estuaire ;
- Créer des habitats d'intérêt écologique.

##### **3.7.1.2. Description**

Les matériaux de dragage peuvent être une source précieuse de grandes quantités de matériaux pour recréer des estrans ou des îles, milieux souvent menacés dans les estuaires par l'érosion.

Les îles artificielles sont généralement construites sur un récif existant, ou peut-être l'extension d'un îlot existant. Les îles artificielles sont traditionnellement créées par dépôt de sédiments (clapage ou refoulement).

Le principe peut être illustré par un exemple qui se situe dans l'estuaire de l'Escaut.

L'objectif de ce projet pilote de 2004 et 2006 était de déposer des sédiments non contaminés afin de protéger l'île Walsoorden de l'érosion, tout en soulageant les sites de dépôt :

- Stabiliser les matériaux déposés ;
- Améliorer la distribution des cours d'eau au niveau des rivages de l'estuaire ;
- Augmenter la vitesse du courant au sud de l'île afin d'accroître l'érosion naturelle et de limiter les efforts de dragage dans le chenal de navigation ;
- Réduire la vitesse du courant aux abords de l'île pour faciliter le dépôt sédimentaire au niveau des zones intertidales.

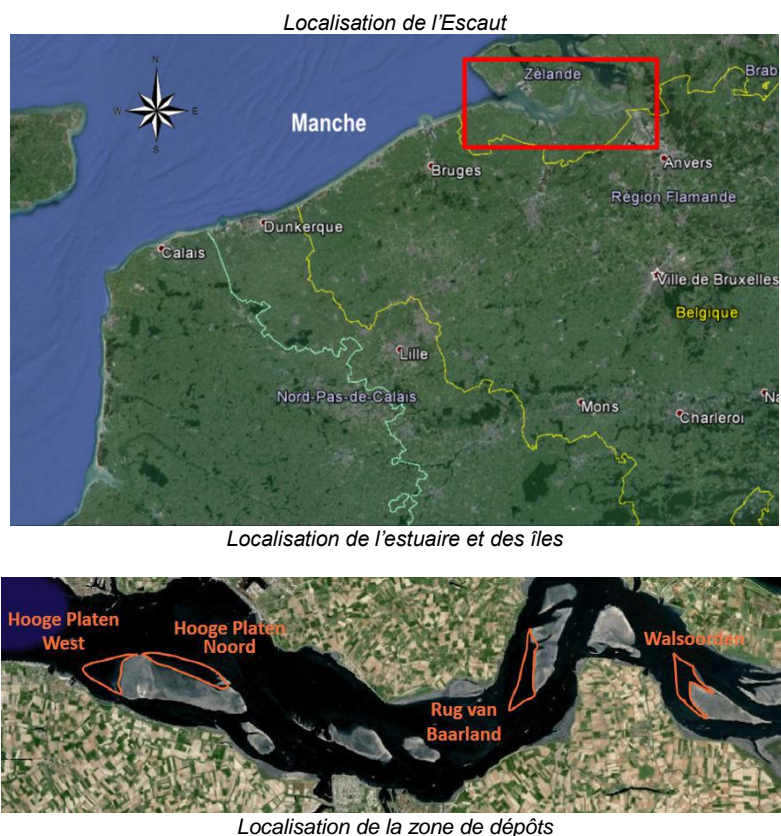
Ainsi, en 2004, 500 000 m<sup>3</sup> de sédiments dragués (majoritairement du sable fin) ont été déposés avec l'utilisation d'un ponton et d'un diffuseur.

Le suivi de l'opération a montré que les sédiments déposés sont très stables. En effet, un an après le projet, plus de 80 % de ces sédiments sont toujours présents sur le site. Une partie des sédiments déposés se déplace très lentement vers l'île.

Les suivis environnementaux n'ont pas mis en évidence de conséquences néfastes sur le milieu étudié. Une répercussion sur le milieu subtidal a néanmoins été notée. La composition du sol dans la zone de dépôt a été modifiée, résultat d'une variation granulométrique (diminution de la quantité de vase et de sable grossier, au détriment d'une augmentation de sable fin issus des zones draguées). Ce changement de composition n'a cependant pas altéré le milieu macro benthique.

Fort de ce succès, trois nouveaux emplacements dans l'Escaut, en plus de Walsoorden, ont été identifiés : Rug van Barrland, Hooge Platen Noord et Hooge Platen West. Il est envisagé de déposer environ 8 millions de sédiments sur une période de 5 ans. Un programme de surveillance intensive sera mis en place pour évaluer les conséquences du transfert. La stabilité des matériaux déposés et l'évolution des habitats existants et nouvellement créés seront également surveillés.

**Figure 10 : Projet sur l'Escaut**



### 3.7.1.3. Applicabilité au site de la Gironde

Compte tenu des éléments de contexte dans l'estuaire, l'applicabilité au site de la Gironde passe par une étude spécifique qui identifiera les sites potentiels et la faisabilité de la création ou le renforcement d'île.

Dans l'estuaire de la Gironde, plusieurs sites à l'aval des îles peuvent être envisagés :

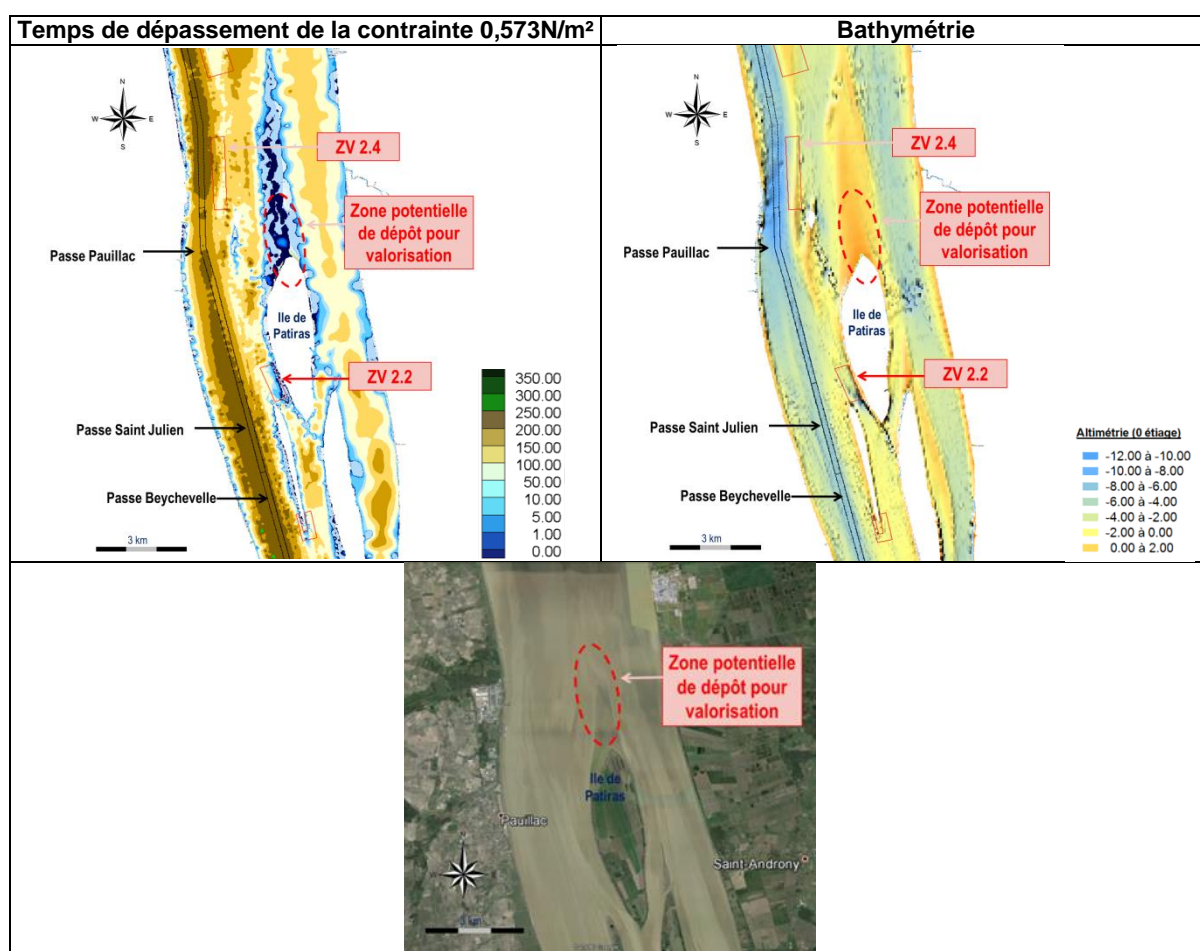
- Aval de l'île de Patiras ;
- Aval de l'île de Bouchaud ;
- Banc de Plassac.



Par exemple, si l'on considère ce type d'opération expérimentale à l'aval de l'île de Patiras :

- La zone est non dispersive (étendue : environ 1,5 km<sup>2</sup>), condition favorable au maintien pérenne des sédiments ;
- La zone est à proximité de passes fortement draguées, avec donc un volume de sédiments facilement mobilisables à « moindre coût ».

	Passes à proximité				Caractéristiques du site		
	Nom	Type de matériaux	Distance moyenne	Volume annuel	Emprise expérimentale	Cote moyenne	Accès
Aval de l'île de Patiras	Lamena / Maréchale	Sables/vases	13 km	0,045 Mm3	Max 0,5 – 1 km <sup>2</sup>	-1 et +1 m (ING69)	Ilot de Trompeloup
	Pauillac	Vases	2.2 km	2,9Mm3			
	Beychevelle	Vases	9 km	0,11 Mm3			
	Cussac	Sables	12 km	0,3 Mm3			



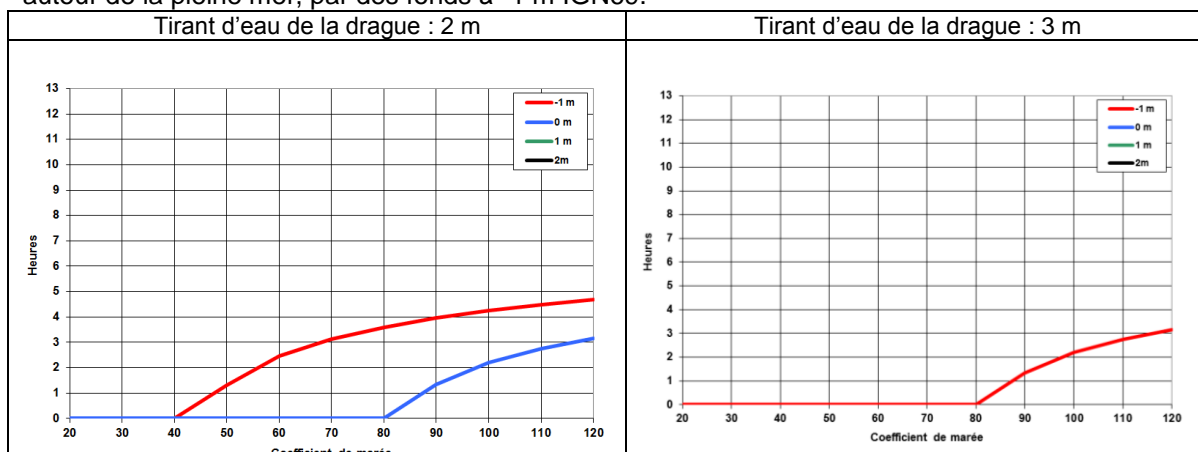
La mise en place de cet aménagement pourrait également avoir pour effet de créer une accélération des vitesses sur la section à l'aval de l'île et ainsi diminuer le dépôt des sédiments dans les passes de Pauillac.

#### **Mise en œuvre (MOA à définir)**

L'aval des îles sont des zones comprises entre -3 et + 3 m IGN69. Cette bathymétrie ne permet pas aux dragues de venir claper leur chargement (faible hauteur d'eau) sauf dans les zones les plus profondes.

Tout comme pour l'expérience décrite précédemment sur l'Escaut, les sédiments seront refoulés à travers une conduite de rejet, à proximité du fond de manière à favoriser le dépôt des sédiments.

Le tableau ci-après précise le temps d'accessibilité pour des dragues de 2 et 3 m de tirant d'eau au-dessus de fonds à 0 m IGN69. Le clapage classique du chargement pourrait donc être possible autour de la pleine mer, par des fonds à -1 m IGN69.



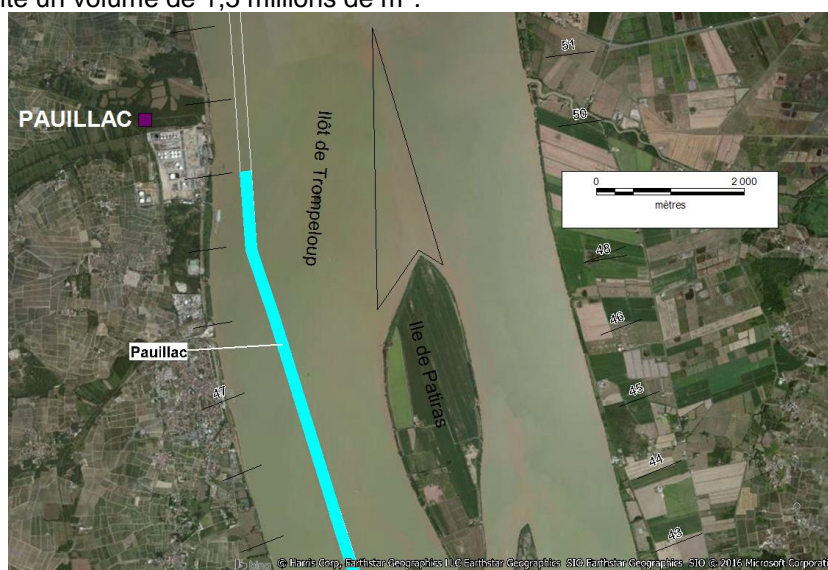
### Volume considéré

A ce stade des études, il est difficile de définir le volume potentiellement valorisable pour ces actions (cf. études complémentaires à réaliser).

Avec les hypothèses simplificatrices suivantes :

- Emprise : 1,5 km<sup>2</sup> (figure ci-dessous) ;
- Rehaussement de 1 m des fonds.

Cela représente un volume de 1,5 millions de m<sup>3</sup>.



Si ce site est retenue par une étude de prospection, une étude de faisabilité spécifique devrait être réalisée afin de finaliser le projet :

- Définition de la morphologie de la zone ;
- Description technique du projet (moyens à mettre en œuvre, phasages ...) ;
- Impact sur la dynamique hydraulique et hydrosédimentaire de l'estuaire (modélisation à réaliser), en particulier sur la prise d'eau du Blayais.



### 3.7.1.4. Avantages/ inconvénients

Le tableau présente l'évaluation des effets / incidences de l'action « création d'îles ».

**Tableau 45 : Evaluation de l'action « Création / renforcement d'îles »**

Critère		Création / renforcement d'îles	Evolution par rapport aux pratiques actuelles
<b>Opérationnel</b>		Effet hydraulique potentiel (intérêt hydrosédimentaire) Difficulté de mise en œuvre plus importante qu'un simple clapage : Nécessité d'adapter les engins de dragage, rendement plus faible... → Coût plus important que des opérations « classiques » de clapage	
<b>Environnement</b>	<b>Hydrosédimentaire / qualité de l'eau</b>	Zone de valorisation : suivant la stabilité des matériaux déposés, les concentrations en MES pourraient être importantes. Cependant effet temporaire pendant la réalisation des travaux  Autres secteurs de l'estuaire : cette action permet de « confiner » un volume notable de sédiments dont une grande partie ne sera pas remis en suspension dans l'estuaire	
	<b>Peuplement benthique</b>	Zone de valorisation : destruction des habitats en place au profit du développement d'autres habitats Cependant, mise en place d'une morphologie favorable pour le développement d'habitats : intertidaux, schorre, roselière, prairie... Autres secteurs de l'estuaire : confinement d'un volume de sédiments dragués sur un site ce qui limite la remise en suspension et les dépôts sur le reste de l'estuaire	
	<b>Ressource halieutique</b>	Remplacement d'un habitat par un autre avec une plus-value environnementale qui va dans le sens d'une amélioration pour la ressource halieutique	
	<b>Contamination</b>	Peu de remise en suspension. Les matériaux sont confinés ce qui limite la contamination de la colonne d'eau	
	<b>Usages</b>	Effet hydrosédimentaire potentiel sur la prise d'eau du Blayais	Investigations/études complémentaires
	<b>Réglementation (compatibilité avec le SDAGE, SAGE...)</b>	SAGE : Disposition Habitats Benthiques. Préserver les habitats d'esturgeons, les frayères de maigres et de soles -> Recouvrement d'habitats compensés par de nouveaux habitats potentiellement très intéressants SDAGE : orientations B43 sur la préservation et restauration des fonctionnalités des milieux et les habitats diversifiés Parc Naturel Marin : -Préserver et restaurer les milieux et les fonctionnalités écologiques, dans un équilibre durable entre la biodiversité et activités socio-économiques -Promouvoir et développer les activités maritimes portuaires et industrielles dans le respect des écosystèmes marins.	
<b>Critère économique / évaluation</b>		Première approche financière : exemple - 5.5 M€ sur Patiras (pour 0,5 Mm3) (enveloppe financière à préciser par une étude de faisabilité spécifique)	

Légende couleur :

Effet
Neutre ou négligeable
Effet positif
Effet négatif réduit
Effet négatif
Réducteur

Evolution par rapport aux pratiques actuelles
Neutre ou équivalent à la situation actuelle
Amélioration
Détérioration

### 3.7.1.5. Approche financière

La méthodologie de dépôt considérée est la même que celle mise en œuvre sur le projet de Walsoorden (2004) ; elle nécessite le déploiement de :

- Un atelier de dragage : DAM équipée d'un système de refoulement,
- Un atelier de refoulement des sédiments : conduite flottante + ponton flottant + diffuseur.

Les hypothèses considérées sont les suivantes :

- Volume de sédiment : 0,5 million de m<sup>3</sup> ; ce volume est suffisamment important pour engendrer une modification de la morphologie des fonds ;
- Cycle de dragage : 5 heures ; en considérant une drague de 3000 m<sup>3</sup> de capacité en puits, une zone de dragage située à 12-13 km (passe sableuse) et une durée de refoulement de 3 heures.

Ces hypothèses, considérées dans une première approche, devront être redéfinies dans une étude de faisabilité dédiée à cette action.

**Tableau 46 : Estimation préliminaire des coûts pour une expérimentation « Création d'îles »**

Désignation	Unité	Prix unitaire	Quantité	Total € H.T.
Amenée-repli matériel	F	350 000	1	350 k€
Mobilisation-démobilisation conduite	F	150 000	1	150 k€
Dragage et refoulement	m <sup>3</sup>	8	500 000	4 000 k€
Aléas, divers (20%)				900 k€
Total € H.T.				5,5 M€*

\* Estimation préliminaire à ce stade de l'étude réalisée à partir des données actuellement disponibles. L'enveloppe financière sera à consolider par une étude de faisabilité spécifique.

### 3.7.1.6. Bilan

#### Action : Création-renforcement d'îles

##### Description :

- Mise en place de sédiments afin de créer des zones intertidales intéressantes d'un point de vue environnementale ;
- Mise en œuvre : DAM par clapage (ou à défaut rainbowing) ;
- Localisation : par exemple, 1<sup>ère</sup> expérimentation à l'aval de l'île de Patiras ;
- Volume concerné : 0,5 millions de m<sup>3</sup> pour la 1<sup>ère</sup> expérimentation.

##### Investigations-études complémentaires :

Pour chaque site, des investigations ou études complémentaires devront être réalisées :

- Etude de faisabilité afin de préciser les principales caractéristiques des projets :
  - Définition de la morphologie de la zone ;
  - Description technique du projet (moyens à mettre en œuvre, phasages ...) ;
  - Impact sur la dynamique hydraulique de l'estuaire (modélisation à réaliser).
- Expérimentation sur site à petite échelle notamment pour valider la tenue des matériaux sur site :
  - Réalisation d'un état initial : caractéristiques des sédiments (physico-chimiques...), benthos, halieutique...
  - Réalisation de l'expérimentation à petite échelle.

**Tableau 47 : Investigations / études complémentaires concernant l'action « création d'îles »**

Thématique	Etude / Investigations
<b>Etude de faisabilité</b>	Définition de la morphologie de la zone ; Description technique du projet (moyens à mettre en œuvre, phasages ...) ; Impact sur la dynamique hydraulique de l'estuaire (modélisation à réaliser).
<b>Expérimentation</b>	Réalisation d'un état initial : caractéristiques des sédiments (physico-chimiques...), benthos, halieutique... Expérimentation à petite échelle

### 3.7.2. Renforcement de berges

#### 3.7.2.1. Objectif

L'objectif est de valoriser les sables ou sédiments sablo-vaseux pour protéger les berges en érosion et recréer des milieux de transition

Cette action ne constitue pas une solution à long terme permettant de valoriser une majeure partie des sédiments dragués annuellement dans l'estuaire. Cependant, elle constitue une solution ponctuelle profitable sur le plan environnemental.

Rappel : sur les zones érosives, les conditions hydrauliques ne sont pas favorables au maintien des vases sur site ; il conviendra d'associer aux dépôts sédimentaires des moyens de confinement/ stabilisation

#### 3.7.2.2. Description - Principes

Il s'agit d'une approche nouvelle de lutte contre l'érosion des berges en intégrant des éléments naturels qui favorise l'absorption de l'énergie des vagues (clapots ou vagues de batillage).

Les bénéfices d'une telle méthode peuvent être les suivants, suivant le design de la protection :

- Stabilisation de la berge ;
- Amélioration de la qualité de l'eau via de la filtration des eaux par la végétation ;
- Création d'habitats terrestres et aquatiques ;
- Création de zones de nourriceries et les habitats essentiels pour la vie aquatique ;
- Visuellement plus esthétique que les structures traditionnelles.

Les opérations consistent à :

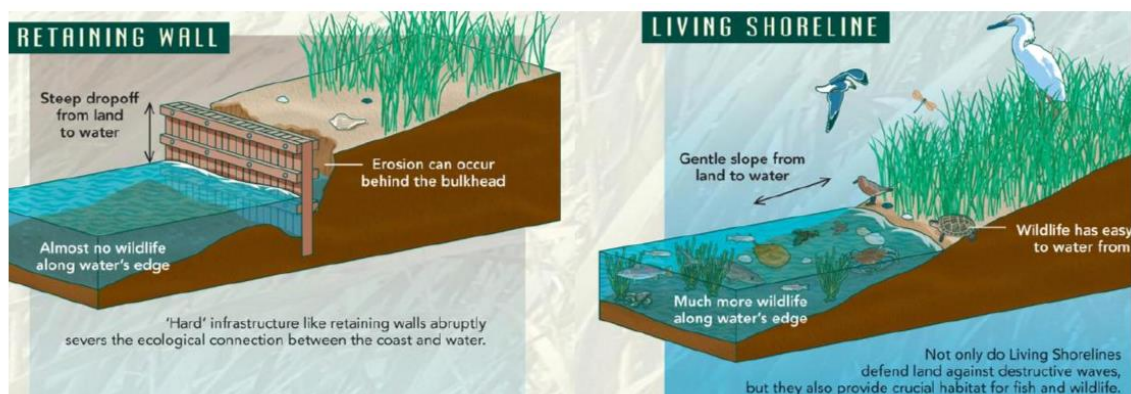
- Préparer le site avec création des protections de pied : gabions, enrochements, pieux bois...
- Rechargement des sédiments ;
- Plantation de végétation.

Ce type de valorisation permet :

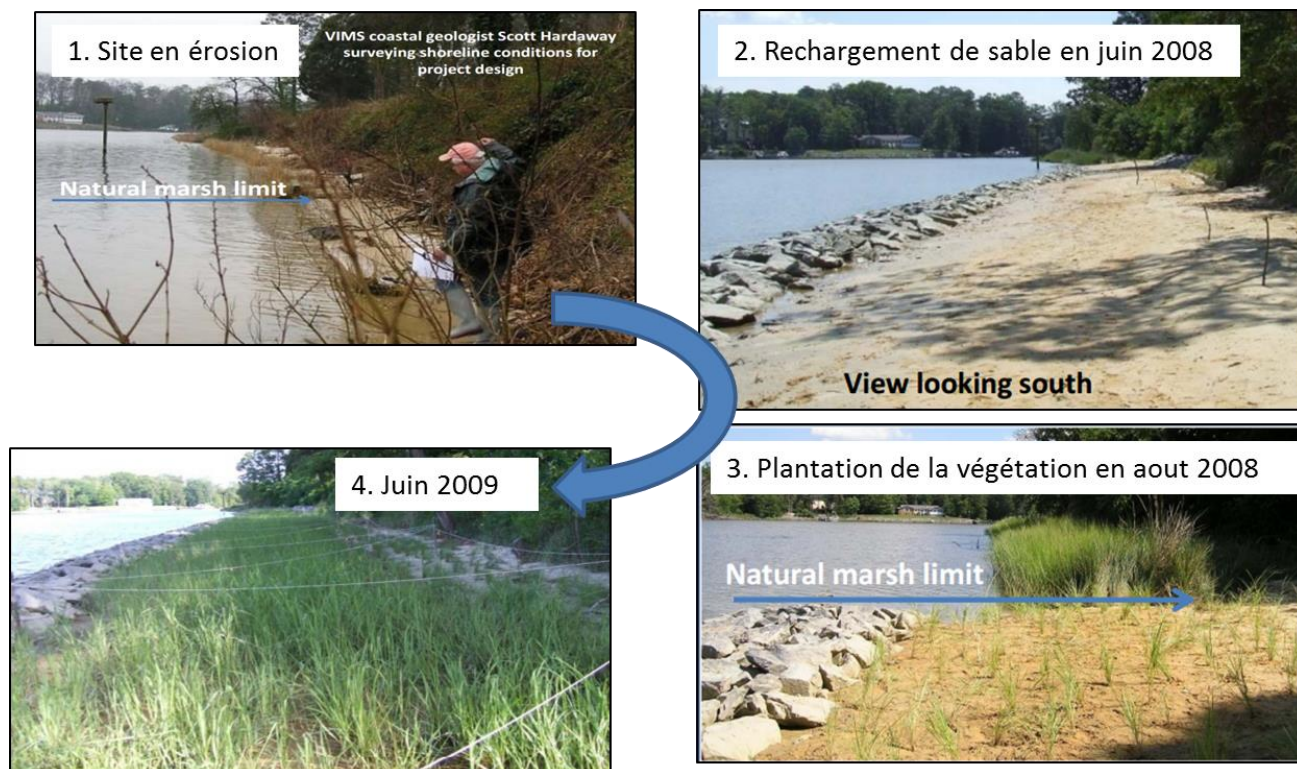
- Le développement de milieux de transition ;
- La protection des milieux arrière ;
- L'intégration paysagère et environnementale.

Quelques opérations de ce type ont pu être réalisées aux Etats- Unis dans le cadre du programme Living Shoreline (<http://ccrm.vims.edu/livingshorelines/>).

**Figure 11 : Dessin représentant le concept « Living Shorelines » à droite, par opposition au mur de protection classique, à gauche, source : Frank Mcshane**



**Figure 12 : Photographies du projet de Westmoreland (Virginie)**





### 3.7.2.3. Application au site de la Gironde

D'après l'inventaire des estrans vaseux et sablo-vaseux de l'estuaire de la Gironde (2016, GERE, SMIDDEST), plusieurs zones d'estran en érosion ont été identifiées :

- Rive gauche : secteur de St-Christoly et St-Yzans...
- Rive droite : secteurs St-Ciers à St-Sorlin de Conac, Saint-Genès-de-Blaye...

**Figure 13 : Localisation des secteurs de berges potentiellement en érosion**



Source : ARTELIA d'après GERE

Cependant, d'autres secteurs de l'estuaire pourraient être potentiellement intéressants (étude complémentaire d'identification des zones potentiellement intéressantes).

Sur les secteurs en érosion, des sables issus des dragages pourraient être déposés pour renforcer les berges. A noter que ce type de dépôts s'accompagne généralement de protections en pied pour stabiliser les sédiments déposés (et empêcher leur glissement vers le chenal).

### 3.7.2.4. Avantages / inconvénients

Le tableau présente l'évaluation des effets / incidences de l'action pour l'action « protection des berges contre l'érosion » :

**Tableau 48 : Evaluation de l'action « protection des berges contre l'érosion »**

Critère		Description	Evolution par rapport aux pratiques actuelles
Opérationnel		Solution ponctuelle Difficulté de mise en œuvre plus importante qu'un simple clapage : nécessité de faire appel à des engins spécialisés pour faire du rechargement, rendement plus faible... → Coût plus important que des opérations « classiques » de clapage	
Environnement	Hydrosédimentaire – qualité des eaux	Zone de valorisation : suivant la stabilité des matériaux déposés, les concentrations en MES pourraient être importantes. Cependant effet temporaire pendant la réalisation des travaux A moyen-long terme, action qui permet de lutter ponctuellement contre l'érosion des berges	
		Autres secteurs de l'estuaire : cette action permet de « confiner » un volume notable de sédiments dont une grande partie ne sera pas remis en suspension dans l'estuaire	
	Peuplement benthique	Destruction des habitats (qui sont de toute façon menacés par l'érosion) au droit des dépôts Cependant, mise en place d'une morphologie favorable pour le développement d'habitats stables et pérennes: intertidaux, schorre, roselière, ...	
	Ressource halieutique	Remplacement d'un habitat par un autre avec une plus-value environnementale qui va dans le sens d'une amélioration pour la ressource halieutique	
	Contamination	Pas-peu de remise en suspension. Les matériaux sont confinés ce qui limite la contamination de la colonne d'eau	
	Usages	Effet difficile à appréhender en l'absence de localisation des zones en érosion. D'une manière générale, une attention particulière sera portée pour ne pas impacter les prises d'eau, les activités de pêche...	
	Réglementation (compatibilité avec le SDAGE, SAGE...)	SAGE : Disposition Habitats Benthiques. Préserver les habitats d'esturgeons, les frayères de maigres et de soles -> Recouvrement d'habitats compensés par de nouveaux habitats potentiellement très intéressants, préserver les zones humides SDAGE : orientations B43 sur la préservation et restauration des fonctionnalités des milieux et les habitats diversifiés Parc Naturel Marin : -Préserver et restaurer les milieux et les fonctionnalités écologiques, dans un équilibre durable entre la biodiversité et activités socio-économiques -Promouvoir et développer les activités maritimes portuaires et industrielles dans le respect des écosystèmes marins.	
Critère économique / évaluation		Non chiffrable à ce stade de l'étude	

Légende couleur :

Effet
Neutre ou négligeable
Effet positif
Effet négatif réduit
Effet négatif
Réducteur

Evolution par rapport aux pratiques actuelles
Neutre ou équivalent à la situation actuelle
Amélioration
Détérioration



### 3.7.2.5. Bilan

**Action :** Protection des berges contre l'érosion

**Description :**

- Mise en place de sédiments (sables dragués) dans des systèmes de protection de berges dans les secteurs en érosion ;
- Localisation : secteurs en érosion comme St-Christoly et St-Yzans et St-Ciers à St-Sorlin de Conac. Secteurs prioritaires à définir.
- Volume concerné : à définir lors d'une étude de faisabilité.

**Investigations-études complémentaires (SMIDDEST Maître d'Ouvrage) :**

Des études spécifiques devront être réalisées pour confirmer la faisabilité de cette action, les zones prioritaires à protéger et les besoins en termes de volume de sédiments :

- Identification des secteurs en érosion et définition des secteurs prioritaires (10-20 k€) ;
- Caractérisation des secteurs : investigations bathymétriques, topographiques, prélèvements granulométrie, inventaires faune-flore... (montant dépend du linéaire concerné) ;
- Etude de faisabilité technique : accessibilité, moyens, système de confinement / rétention des sédiments, volumes et cadences (20-30 k€/site)
- Expérimentation : chantiers expérimentaux pour vérifier la stabilité des matériaux déposés.

Cette action peut être proposée dans le futur plan de gestion mais le manque de connaissances précises sur les zones à traiter ne permet pas d'approfondir cette solution à ce stade.

### 3.7.3. Création d'une zone de transit pour la valorisation des sables

#### 3.7.3.1. Objectif

L'objectif est de créer une ou plusieurs zones de transit permettant un stockage temporaire des sédiments notamment sableux en vue d'une valorisation ultérieure.

#### 3.7.3.2. Description - Principes

Cette filière repose sur l'aménagement de plateformes offrant des capacités de stockage temporaire des sédiments. Généralement, ce genre de site est constitué de plusieurs bassins qui permettent non seulement de stocker les sédiments, mais aussi d'en assurer l'égouttage ou la décantation en vue de leur valorisation ultérieure. Plusieurs autres traitements peuvent également être mis en œuvre (tri granulométrique, traitement chimique...) sur ces plateformes suivant les filières de valorisation envisagées et la qualité des sédiments apportés.

**Figure 14 : Exemples de bassins d'égouttage (IDRA)**



Une fois les matériaux égouttés, ils peuvent faire l'objet d'opérations de valorisation suivant les besoins locaux :

- Valorisation en technique routière ;
- Valorisation en matériaux de construction ;
- Valorisation en rechargement de plage / berge ;
- Valorisation en matériaux de remblais ou en substitution à des remblais pour des aménagements paysagers ;
- Valorisation en réhabilitation de gravières ;
- ...

Cette filière est dépendante d'espaces proches des zones d'extraction afin de limiter les coûts de transport, et d'une mise en œuvre discontinue avec une double reprise des sédiments déposés une première fois à l'issue du dragage et une seconde fois à l'issue du stockage temporaire avant valorisation.

Dans le cas des sites de transit impliquant une décantation, l'ordre de grandeur du foncier nécessaire est de 1 Ha pour 1000 m<sup>3</sup> pris en charge. Pour du ressuyage simple, ce ratio diminue à environ 2500 m<sup>2</sup>/1000m<sup>3</sup>.

La fréquence de rotation sur ces sites de transit est directement en lien avec l'efficacité de la décantation ou du ressuyage : pour des fines, compter environ 1 an de dépôt avec retournement dynamique pour favoriser la déshydratation des fines avant reprise ; pour des sables, 1 à 2 mois sont suffisants.

### 3.7.3.3. Application au site de la Gironde

#### 3.7.3.3.1. Volumes et type de matériaux compatibles :

Les matériaux compatibles avec ce type de filière sont les matériaux valorisables, à savoir les matériaux inertes ou non inertes non dangereux. Ainsi, l'ensemble des sédiments dragués par le GPMB peut faire l'objet d'une gestion en filière de transit avant valorisation.

Cependant, seuls les sédiments sableux peuvent faire l'objet d'une valorisation en centre de transit. En effet, du fait de leur granulométrie plus importante, ce sont les matériaux les plus facilement valorisables une fois gérés à terre. Les sédiments fins présentent une propension plus importante que les sédiments sableux à retenir des concentrations d'éléments de type chlorures ou sulfates engendrant des dépassements des seuils Inertes. Enfin, contrairement aux sédiments sableux, les sédiments fins peuvent nécessiter de lourdes étapes de traitement avant de pouvoir être valorisés (déshydratation, traitement chimique...), engendrant des coûts de gestion prohibitifs.

Les opérations du GPMB engendrent l'extraction de 1.8 millions de m<sup>3</sup> de sables par an sur 8 zones d'extraction différentes (passe Ouest, passe Chambrette, passe Richard, Passe Lamena, passe Cussac, Plassac Roque de Thau, Ile verte et passe Bec Aval).

Les principaux volumes de sables/ sablo-vases sont associés aux passes ci-après (par an) :

- Passe de l'ouest : 400 000 m<sup>3</sup> ;
- Richard : 670 000 m<sup>3</sup> ;
- Cussac : 300 000 m<sup>3</sup> ;
- Bec aval : 370 000 m<sup>3</sup>.

Il convient de noter que la teneur en sel des sédiments est problématique dans le cadre d'opérations de valorisation à terre, celui-ci pouvant générer des stress hydriques chez les végétaux dans les filières agronomiques, ou une contamination des nappes souterraines en milieu continental en général. Un prétraitement de type rinçage des sédiments sableux permet d'abattre les teneurs en chlorures, sulfates et fraction soluble, pour obtenir un matériau inerte ou proche. Cependant, l'efficacité de ce prétraitement n'est pas systématique puisque tributaire des fractions

résiduelles en fines des matériaux. A titre d'exemple, les sédiments sableux des zones considérées comme sableuses présentent néanmoins entre 0 et 7 % de matériaux fins.

Enfin, la validation des services de l'état (DREAL) reste nécessaire avant valorisation de ces matériaux, ayant acquis le statut de déchet (cf. point suivant).

Les sédiments sableux, inertes ou non inertes non dangereux peuvent prétendre à une gestion en plateforme de transit. Les filières de gestion ultimes doivent cependant être évaluées en amont de la création de ce type de site.

#### 3.7.3.3.2. Validité réglementaire

La circulaire relative aux modalités d'application des décrets n° 2009-1341, 2010-369 et 2010-875 modifie la nomenclature des installations classées exerçant une activité de traitement de déchets.

Suivant cette circulaire, le classement **des différentes formes de stockage des sédiments** comme les bassins de décantation ou les sites spécifiques dédiés est modifié pour les intégrer dans le cadre du régime des ICPE.

Ainsi, suivant le type de plateforme de transit, plusieurs rubriques ICPE peuvent être concernées.

Les rubriques associées au transit des sédiments sont les suivantes :

- **Rubrique 2517 : Station de transit** de produits minéraux ou de déchets non dangereux inertes autres que ceux visés par d'autres rubriques.
  - La superficie de l'aire de transit étant :
    - > 30 000 m<sup>2</sup> : Autorisation ;
    - > 10 000 m<sup>2</sup>, mais ≤ 30 000 m<sup>2</sup> : Enregistrement ;
    - > 5 000 m<sup>2</sup>, mais ≤ 10 000 m<sup>2</sup> : Déclaration ;
- **Rubrique 2716 : Installation de transit**, regroupement ou tri de déchets non dangereux non inertes à l'exclusion des installations visées aux rubriques 2710, 2711, 2712, 2713, 2714, 2715 et 2719.
  - Le volume susceptible d'être présent dans l'installation étant :
    - ≥ 1 000 m<sup>3</sup> : Autorisation ;
    - ≥ 100 m<sup>3</sup>, mais < 1 000 m<sup>3</sup> : Déclaration ;

**Note** : Pour mémoire, la circulaire du 24 décembre 2010 impose pour les aires de transit (rubrique 2716 : Installation de transit, regroupement ou tri de déchets non dangereux non inertes à l'exclusion des installations visées aux rubriques 2710, 2711, 2712, 2713, 2714, 2715 et 2719) :

*« La durée d'entreposage des déchets sur le site de transit **ne peut en aucun cas excéder 1 an** si les déchets sont destinés à être éliminés ou **3 ans s'ils sont destinés à être valorisés**. Ces délais résultent de la directive n°1999/31/CE relative aux décharges transposée en droit national par l'arrêté ministériel du 9 septembre 1997. Dans le cas contraire, les installations devront être classées sous la rubrique 2760 ».*

#### 3.7.3.3.3. Contexte géographique

L'implantation d'une plateforme de transit est conditionnée non seulement par la distance aux zones d'extraction et aux éventuels projets de valorisation des matériaux mais aussi par les contraintes environnementales (traitement des eaux, périmètres de protection de l'eau potable...) et économiques qu'elle engendre (emprise au sol par rapport aux PPRI, occupation de terrains d'exploitations agricoles...).

A l'échelle du projet de dragage du GPMB, il apparaît que deux grandes zones d'extraction de sables se dégagent :

- **Zone Nord** : Passe Ouest + passe Richard : 1 070 000 m<sup>3</sup> ;
- **Zone Sud** : Passe Cussac + passe Bec Aval : 670 000 m<sup>3</sup>

Du fait de la proximité de ces zones vis-à-vis des agglomérations, qui peuvent représenter des débouchés non négligeables pour la valorisation des sables, il semble être intéressant d'envisager la mise en œuvre de deux plateformes principales de transit :

- **Zone Nord** : Dans le secteur au Sud-Est de Royan ;
- **Zone Sud** : Dans le secteur au Nord-Ouest de Bordeaux ;

Ces secteurs sont proposés en fonction de la zone d'extraction. Suivant les modalités de gestion, il pourrait être intéressant de mettre en place une plateforme plus éloignée de la zone Nord de façon à la rapprocher de potentiels sites de valorisation, quitte à augmenter le transport maritime.

### Approche financière :

La mise en œuvre d'une plateforme de transit des sédiments est techniquement relativement simple à réaliser (excavation de 0.5 à 1m pour réaliser le merlonnage périphérique des lagunes/bassins). Cependant, dans le cadre des opérations de dragage du GPMB des difficultés techniques pourront engendrer des coûts de mise en œuvre potentiellement conséquents :

- Teneur en sel de l'eau d'égouttage : collecte / traitement de l'eau d'égouttage ;
- Volume de sédiments : Forte emprise foncière nécessaire pour gérer les matériaux des différentes zones d'extraction ;

Il convient de rappeler ici que la plateforme de transit peut stocker les sédiments pendant une période de 3 ans maximum, il faut donc prendre en compte les volumes cumulés à stocker que cela représente. Il apparaît ainsi difficilement envisageable de mettre en œuvre des plateformes permettant de stocker jusqu'à 3 400 000 m<sup>3</sup> de sédiments. A titre indicatif, le GPM de Dunkerque gère aujourd'hui 2 stations de transit de sable sur son territoire (5 Ha + 2,5 Ha), lui permettant de prendre en charge, en capacité instantanée jusqu'à 280 000 m<sup>3</sup> de sable, et annuellement 500 000 m<sup>3</sup> de matériaux. Les capacités mises en œuvre sont de comprises entre 32 000 et 40 000 m<sup>3</sup>/ha.

Par retour d'expérience, on peut estimer que la mise en place d'une plateforme de transit, sans étanchéification des fonds de bassin, revient entre 6 et 10 € / m<sup>2</sup> soit environ 3 à 5 € / m<sup>3</sup> gérés annuellement. Noter que dans ce cas et afin de s'affranchir de la contrainte de salinité et d'imperméabilisation des sites, une proximité immédiate de la station au milieu maritime est nécessaire.

Concernant le transport par camion des sédiments, il faut prévoir des coûts compris autour de **1 € / m<sup>3</sup> / km**. Au regard des volumes à transporter, l'intérêt d'avoir des plateformes à proximité des zones d'extraction et de valoriser les sédiments à proximité prend ici tout son sens.

Le tableau ci-dessous présente une approche financière des coûts selon différents scénarios (hors coûts de dragage, transports maritimes des sédiments). A ce stade des études, il s'agit de ratio qu'il conviendra de confirmer/valider/préciser par des études de faisabilité intégrant notamment les mesures éventuellement compensatoires liées à la destruction de zones humides :

Secteur	% volume total sédiments sableux	Volumes à gérer en plateforme de transit**	Coût moyen d'aménagement***	Surface nécessaire	Coût de transport annuel vers plateforme de transit (***, ****)
<b>Zone Nord</b>	20 %	220 000 m <sup>3</sup>	800 000 €	13 ha	220 000 €
<b>Zone Sud*</b>	50 %	335 000 m <sup>3</sup>	1 200 000 €	20 ha	335 000 €

Hypothèses :

- \* : Les capacités de valorisation étant plus importantes sur la zone Sud du fait de la proximité de l'agglomération Bordelaise et de ses pôles urbains, un taux de gestion à terre plus important a été ici considéré ;
- \*\* : les volumes en transit sont évacués de la plateforme au bout de 6 mois (évacuation rapide) ;
- \*\*\* : En prenant en compte 10 % de réduction des coûts unitaire du fait des volumes
- \*\*\*\* : La plateforme est aménagée à 20 km de la zone de reprise des sédiments sur l'estuaire

Nota : Les modalités de mise en œuvre d'une filière de commercialisation de sables égouttés, filière envisageable dans le cas du projet de dragage du GPMB, sont encadrée par la circulaire dragage de juillet 2008 :

*« Dans certains cas, les dragages produisent des matériaux aisément commercialisables et, généralement, de par leur nature, peu susceptibles d'être contaminés tels que les sables, graviers, galets et autres produits minéraux solides.*

*Sous réserve que ces matériaux ne soient effectivement pas contaminés et qu'ils se limitent aux matériaux excédentaires provenant d'extractions strictement limitées aux besoins des travaux maritimes ou fluviaux (y compris les travaux neufs) ou aux opérations d'entretien, ils peuvent être commercialisés, sans que soit nécessaire un titre minier (à l'aval de la limite transversale de la mer) ou une autorisation de carrière (à l'amont de la limite transversale de la mer pour les cours d'eau). »*

Ainsi, avant toute possibilité de commercialisation, il convient de démontrer :

- Que les opérations d'extraction se limitent aux besoins des travaux maritimes (maintien du tirant d'eau, édification d'ouvrages maritimes ou portuaires...) ;
- Qu'aucune autre modalité de gestion en reconstitution de domaine public maritime n'est envisageable (rechargement de plage, restauration de transit littoral, by-pass, création ou restauration de cordon dunaire) ;
- Que les matériaux envisagés pour la commercialisation sont en surplus ;
- Que la mise en œuvre d'une telle filière ne perturbe pas de façon significative les filières économiques actuellement en place. Ce dernier point apparaît ici capital au regard des volumes en jeux et sa démonstration dans le cas présent ne semble pas acquise.

### 3.7.3.4. Avantages / inconvénients

Le tableau présente l'évaluation des effets / incidences de l'action pour l'action « Création d'une zone de transit pour la valorisation des sables » :

**Tableau 49 : Evaluation de l'action « création d'une zone de transit pour la valorisation des sables »**

Critère		Action « Création d'une zone de transit pour la valorisation des sables »	Evolution par rapport aux pratiques actuelles
Opérationnel		<b>Solution transitoire</b> Difficulté de mise en œuvre du fait des volumes à gérer et de la présence d'eau salée → surcoût important	
Environnement	Hydrosédimentaire – qualité des eaux	Valorisation à terre ce qui va dans le sens de la réduction des MES Gestion des eaux de ruissellement	
	Peuplement benthique	Pas d'incidence sur les peuplements benthiques (opération de gestion uniquement)	
	Ressource halieutique	Pas d'incidence sur les peuplements halieutiques (opération de gestion uniquement)	
	Contamination	Valorisation à terre qui limite donc, pour l'estuaire, les risques de désorption des contaminants Efficacité du rinçage des sédiments sableux à attester. Présence de sel dans les eaux d'égouttage à considérer suivant la localisation de la plateforme.	
	Usages	Zone de transit : usages des sites à prendre en compte	
	Réglementation (compatibilité avec le SDAGE, SAGE...)	SAGE : Disposition Habitats Benthiques. Préserver les habitats d'esturgeons, les frayères de maigres et de soles Parc Naturel Marin : -Préserver et restaurer les milieux et les fonctionnalités écologiques, dans un équilibre durable entre la biodiversité et activités socio-économiques -Promouvoir et développer les activités maritimes portuaires et industrielles dans le respect des écosystèmes marins. Des mesures ERC (Eviter, Réduire, Compenser) pourraient être mises en place en lien avec les espèces protégées, zones Humides..... (ex-Loi sur l'eau, SAGE...)	
Critère économique / évaluation*		Plateforme : 3 à 5 € / m3 gérés annuellement Transport terrestre : 1€/m3/km	

\* Enveloppe moyenne préliminaire basée sur des ratios. L'enveloppe financière sera à consolider par une étude de faisabilité spécifique.

Légende couleur :

Effet
Neutre ou négligeable
Effet positif
Effet négatif réduit
Effet négatif
Rédhibitoire

Evolution par rapport aux pratiques actuelles
Neutre ou équivalent à la situation actuelle
Amélioration
Détérioration

Ce type de gestion permet :

- La préservation des zones de clapage habituelles des sédiments ;
- De fournir un délai « tampon » de gestion des matériaux pour favoriser les synergies entre projets et augmenter le spectre possible des valorisations;
- De fournir une zone de prétraitement (égouttage, rinçage...) des sédiments sableux ;
- D'augmenter la part de matériaux valorisables.



### 3.7.3.5. Bilan

#### Description :

- Stockage temporaire avant valorisation de sédiments sableux non dangereux au sein de plateformes de transit ;
- Réalisation d'un traitement envisageable (tri-granulométrique, déshydratation...) ;
- Localisation : à définir selon les besoins ;
- Volumes concernés : suivant les aménagements, entre 200 et 400 000 m<sup>3</sup> par plateforme et par an (à valider par étude complémentaire de faisabilité) ;

#### Etudes complémentaires

- Etude préliminaire d'identification des sites qui pourraient potentiellement être potentiellement utilisés comme zone de transit (notamment analyse des filières de valorisation...).
- Analyses physico-chimiques sur les sédiments :
  - Analyse granulométrique ;
  - Test de lixiviation (caractère inerte ou non des matériaux) ;
  - Test HP 14 (caractère dangereux ou non des matériaux) ;
- Aménagement d'une plateforme :
  - Etude de faisabilité technique : accessibilité, moyens, méthode d'imperméabilisation, gestion des eaux, méthodes de traitement ;
  - Caractérisation du milieu : études géotechniques, topographiques, hydrologiques, inventaires biologiques...
  - Dossier ICPE (avec éventuellement étude d'impacts) ;
- Recherches de filières de valorisation ;

Nota : Suivant les sites de transit retenus, des mesures Eviter / Compenser / Réduire pourraient probablement être mises en place (enveloppe financière supplémentaire à prévoir).

### 3.7.4. Remblaiement de terrain (ouvrages portuaires ou autres)

#### 3.7.4.1. Objectif

L'objectif de cette filière de gestion des sédiments est de les valoriser en matériaux de remblais en les intégrant dans la réalisation d'ouvrages (aménagements portuaires, routiers, paysagers...) à proximité de la zone d'extraction ou de prétraitement.

#### 3.7.4.2. Description - Principes

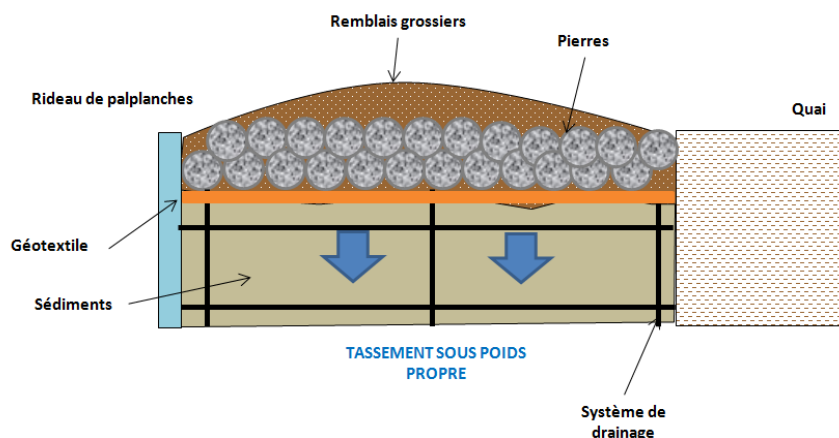
Dans le cadre du projet du GPMB, une filière de gestion des sédiments en matériaux de remblais est notamment envisagée : « remblais de quai ou d'ouvrages portuaires ». Cette technique est décrite ci-dessous, cependant d'autres solutions de gestion des sédiments en matériaux de remblais existent, elles sont rappelées ci-après.

##### 3.7.4.2.1. Remblais de quai ou d'ouvrages portuaires

Les sédiments de dragage, à condition d'être suffisamment égouttés et manipulables, peuvent être réutilisés sur site pour constituer des ouvrages d'extension (quais ou autres ouvrages portuaires). Ces pratiques permettent de réutiliser *in situ* ou à proximité immédiate de la zone d'extraction les

produits en minimisant les transports, ce qui constitue un intérêt économique et environnemental majeur. Il n'existe pas de réglementation spécifique à cette filière de gestion.

**Figure 15 : Exemple de schéma d'aménagement d'un quai (IDRA)**



La réalisation de remblais pour des quais à l'aide de sédiments présente de forts avantages économiques : en effet, la création de remblai ne nécessite pas des matériaux à forte valeur ajoutée, et les matériaux dragués sont directement disponibles sur site ; les frais liés au transport sont donc largement diminués. Cependant, il faut également prendre en compte les coûts potentiellement élevés liés à l'utilisation de géotubes. De plus, cette filière est conditionnée par la disponibilité des ouvrages à proximité (quais...) qui nécessitent d'être réalisés ou entretenus.

Concernant la faisabilité environnementale, il est bon de peser le pour et le contre. En effet, les sédiments restent au contact du milieu dont ils proviennent, limitant ainsi les apports de matériau extérieur et potentiellement porteur d'autres substances polluantes ou espèces invasives. D'un autre côté, les sédiments utilisés peuvent être pollués par certains contaminants, il n'y a donc pas d'amélioration de la qualité du milieu marin.

#### 3.7.4.2.2. Autres types de valorisation de sédiments en matériaux de remblais :

- **Remblais en digues et ouvrages de protection du littoral** : Cette filière consiste à utiliser des sédiments préalablement traités et égouttés pour la création de digue de retrait et/ou pour le renforcement de digues actuelles.
- **Valorisation en technique routière** : Les produits de dragage, nécessairement égouttés, peuvent être intégrés dans des opérations de génie civil de toutes sortes telles que la création de routes ou de remblais. D'autres matériaux plus nobles ou plus structurants, pourront être incorporés aux sédiments.
- **Remblai en aménagements paysagers** : Les sédiments inertes, nécessairement égouttés, peuvent intégrer des opérations de génie civil telles que : la constitution de talus ou merlons anti-bruit, des aménagements paysagers divers (rond-point...), remblais pour la stabilisation et la fertilisation des friches, la régénération de terrains vagues.

#### 3.7.4.3. Application au site de la Gironde

##### 3.7.4.3.1. Volumes et type de matériaux compatibles :

Généralement, l'ensemble des sédiments, fins ou sableux, inertes ou non inertes non dangereux peuvent faire l'objet d'une valorisation en matériaux de remblais.

Cependant, dans le cas des sédiments de l'estuaire de la Gironde, il convient de préciser que la majorité des dépassements des seuils inertes sont liés à la nature marine des sédiments. Ainsi, même si ces matériaux peuvent être considérés comme Non Dangereux, ces filières de valorisation devront au préalable être validées par les services de l'état à travers des documents d'incidences spécifiques.

Trois projets d'aménagements portuaires sont prévus dans le plan stratégique qui représentent des opportunités de gestion des sédiments sableux de l'estuaire en matériaux de remblais à hauteur de 640 000 m<sup>3</sup> :

- Terminal du Verdon (48 ha) : 480 000 m<sup>3</sup>
- Terminal de Grattequina (10 ha) : 100 000 m<sup>3</sup>
- Terminal de Bassens, site de Sabarèges (6 ha) : 60 000 m<sup>3</sup>

Les autres filières peuvent également représenter des opportunités de gestion des sédiments en matériaux de remblais qu'il conviendra d'étudier au cas par cas suivant l'émergence de projet sur le territoire.

#### **3.7.4.3.2. Validité réglementaire**

L'arrêté du 14 décembre 2014 relatif aux installations de stockages de déchets inertes fixe les seuils définissant le caractère inerte ou non des sédiments.

Concernant le caractère dangereux, il convient de réaliser le test HP14 selon le protocole proposé par le groupe de travail "dangerosité des sédiments" du MEEDDM (4 février 2016).

Chaque projet présentera des contraintes et des enjeux particuliers qu'il conviendra de prendre en compte lors de la réalisation des travaux (gestion des eaux, modalités de réalisation...).

#### **3.7.4.3.3. Contexte géographique**

Les sédiments peuvent être utilisés dans la plupart des aménagements décrits ci-dessous. Du fait des contraintes financières associées au transport des sédiments, il est pertinent de privilégier les aménagements à proximité des zones d'extraction, de traitement ou de stockage temporaire des sédiments.

Généralement, on considère que les sédiments peuvent faire l'objet d'une valorisation dans un rayon de 30 km de leur zone de reprise.

#### **3.7.4.3.4. Approche financière**

Du fait de la diversité des opérations de valorisation en matériaux de remblais, il est difficile de proposer des coûts de mise en œuvre.

En prenant en compte un pré-traitement préalable (tri-granulométrique, égouttage, traitement chimique...), souvent nécessaire dans le cas de ce type de gestion, on considère que cette filière revient **entre 10 et 50 € du m<sup>3</sup>** (hors transport).

Rappel : A ce stade des études, il s'agit de ratio qu'il conviendra de confirmer/valider/préciser par des études de faisabilité.

#### 3.7.4.4. Avantages / inconvénients

Le tableau présente l'évaluation des effets / incidences de l'action pour l'action « Remblaiement de terrain (ouvrages portuaires ou autres) » :

**Tableau 50 : Evaluation de l'action « remblaiement de terrain (ouvrages portuaires ou autres) »**

Critère		Remblaiement de terrain (ouvrages portuaires ou autres)	Evolution par rapport aux pratiques actuelles
Environnement	Opérationnel	Solution ponctuelle Difficulté potentielle de mise en œuvre du fait des volumes à gérer, de la synergie nécessaire entre opération de dragage et travaux de mise en œuvre et de la présence d'eau salée ; → Coût important (à examiner au cas par cas dans le cadre des opérations de remblaiement et besoins en matériaux associés)	
	Hydrosédimentaire – qualité des eaux	Valorisation à terre ce qui va dans le sens de la réduction des MES Gestion des eaux de ruissellement	
	Peuplement benthique	Pas d'incidence sur les peuplements benthique (opération de gestion uniquement)	
	Ressource halieutique	Pas d'incidence sur les peuplements halieutiques (opération de gestion uniquement)	
	Contamination	Valorisation à terre qui limite donc, pour l'estuaire, les risques de désorption des contaminants Efficacité du rinçage des sédiments sableux restant à attester. Dans le cas de la présence de polluant dans les sédiments, il convient de prendre les mesures adéquates (prétraitement, méthode de mise en œuvre, méthodologie de suivi...).	
	Usages	-	
	Réglementation (compatibilité avec le SDAGE, SAGE...)	SAGE : Disposition Habitats Benthiques. Préserver les habitats d'esturgeons, les frayères de maigres et de soles Parc Naturel Marin : -Préserver et restaurer les milieux et les fonctionnalités écologiques, dans un équilibre durable entre la biodiversité et activités socio-économiques -Promouvoir et développer les activités maritimes portuaires et industrielles dans le respect des écosystèmes marins.	
Critère éco. / évaluation		<b>10 et 50 € du m<sup>3</sup></b> (hors dragage et transport terrestre/maritime)	

Légende couleur :

Effet
Neutre ou négligeable
Effet positif
Effet négatif réduit
Effet négatif
Rédhibitoire

Evolution par rapport aux pratiques actuelles
Neutre ou équivalent à la situation actuelle
Amélioration
Détérioration

Ce type de gestion permet :

- La préservation des zones de clapage habituelle des sédiments ;
- De fournir des solutions de gestion diversifiées au GPMB ;
- D'augmenter la part de matériaux valorisés.

#### 3.7.4.5. Bilan

##### Description :

- Valorisation des sédiments en matériaux de remblais lors de la réalisation d'ouvrages portuaires ou autres ;
- Localisation : Au niveau des zones de dragage ou à proximité ;
- Volumes concernés : Actuellement environ 640 000 m<sup>3</sup> (Verdon, Grattequina, Sabarèges). Les volumes valorisables sont dépendants de la réalisation de projet d'aménagements portuaires.

##### Etudes complémentaires

- Analyses physico-chimiques sur les sédiments :
  - Analyse granulométrique ;
  - Test de lixiviation (caractère inerte ou non des matériaux) ;
  - Test HP 14 (caractère dangereux ou non des matériaux) ;
  - Test de percolation ;
  - Essais géotechniques (type PROCTOR / IPI / Essais de sacs type Géotubes...) ;
- Réalisation de l'ouvrage portuaire :
  - Etude de faisabilité technique : Calculs de stabilité des quais / de la zone d'accueil, moyens, méthode d'imperméabilisation éventuel, gestion des eaux, méthodes de prétraitement ;
  - Essai de plaques

Nota : des mesures Eviter / Compenser / Réduire devront probablement être mises en place avec des coûts importants.

### 3.7.5. Comblement d'anciennes gravières

#### 3.7.5.1. Objectif

L'objectif est de valoriser les sédiments dragués en matériaux de comblement d'anciennes gravières.

#### 3.7.5.2. Description - Principes

La circulaire du 4 juillet 2008 est relative à la procédure concernant la gestion des sédiments lors de travaux ou d'opération impliquant des dragages ou curages maritimes et fluviaux. Cette circulaire stipule que le remblaiement de gravières, **lorsque les sédiments peuvent être considérés comme inertes**, est une voie de gestion potentielle.

La mise en œuvre de cette filière de gestion pourra également respecter les préconisations du guide méthodologique pour l'évaluation des risques écologiques liés à la restauration de gravières de la zone littorale à l'aide de sédiments de dragage portuaires prétraités édité par l'ENTPE en 2012.

##### Gravières en activité :

Ce mode de gestion comporte des contraintes réglementaires : l'arrêté préfectoral d'autorisation d'exploiter la gravière doit explicitement prévoir la possibilité d'accueillir des matériaux externes au site dans le cadre de sa réhabilitation.

Dans le cas où l'arrêté préfectoral d'autorisation du site ne le prévoit pas, il est nécessaire de passer par un Arrêté Préfectoral Modificatif. S'il est peu probable que des carrières actuellement non explicitement autorisés à remblayer leur site par des matériaux exogènes engagent une telle procédure, la recherche d'intérêts communs (besoin de volume conséquent en matériaux de comblement) devra s'étudier au cas par cas.

##### Gravières abandonnées :

Cette filière, potentiellement intéressante, nécessite toutefois une étude préalable quant à la nature des biocénoses présentes car les sites sont parfois recolonisés de longue date par une végétation dense et des habitats ou espèces d'intérêt.

#### 3.7.5.3. Application au site de la Gironde

##### Volumes et type de matériaux compatibles :

Les volumes compatibles avec cette filière de gestion sont entièrement dépendants des besoins des gravières à proximité. La réalisation d'un centre de transit permettrait de mieux coordonner les besoins en gestion et les besoins en matériaux de remblaiement des gravières. Du fait des contraintes réglementaires (voir ci-dessous), seuls les matériaux inertes peuvent faire l'objet d'une valorisation en remblaiement de gravières.

Dans le cadre des opérations de dragage, cette filière de gestion, théoriquement envisageable, présente plusieurs difficultés, qui remettent fortement en cause la faisabilité d'une telle valorisation :

- L'ensemble des matériaux extraits par le GPMB présente des dépassements des seuils Inertes du fait de leur nature marine.
- Les matériaux sableux, du fait de leur granulométrie plus importante, peuvent faire l'objet d'opérations de lessivage visant à réduire leur teneur en chlorures et en sulfates. Ce prétraitement est cependant long et nécessitera une immobilisation des sédiments, engendrant au final des coûts prohibitifs. Le traitement des sédiments fins est encore plus complexe (déshydratation plus poussée, traitement physico-chimique...), les coûts de prétraitement seront plus élevés encore ;



- Aucune gravière n'est située directement à proximité de l'estuaire ni dans une zone d'influence maritime. Ainsi, au delà des aspects qualitatifs, valoriser les sédiments dans cette filière engendrera des coûts de transports potentiellement importants ;
- Les carriers peuvent refuser des matériaux qu'ils ne considèrent pas adaptés à leurs besoins. Du fait du risque potentiel engendré, les matériaux alternatifs peuvent être privilégiés aux sédiments, même lorsque cela représente des coûts plus importants pour les carriers ;

C'est pourquoi cette solution, à ce stade des études et des connaissances, semble très difficile à mettre en place.

#### **Validité réglementaire :**

La réglementation applicable est celle de l'arrêté du 22 septembre 1994 relatif aux exploitations de gravières (Article 12.3) ; les conditions d'admission de matériaux pour ces opérations de réhabilitation prévoient l'acceptation de matériaux répondant aux critères d'inertes.

L'arrêté du 14 décembre 2014 relatif aux installations de stockages de déchets inertes fixe les seuils définissant le caractère inerte ou non des sédiments.

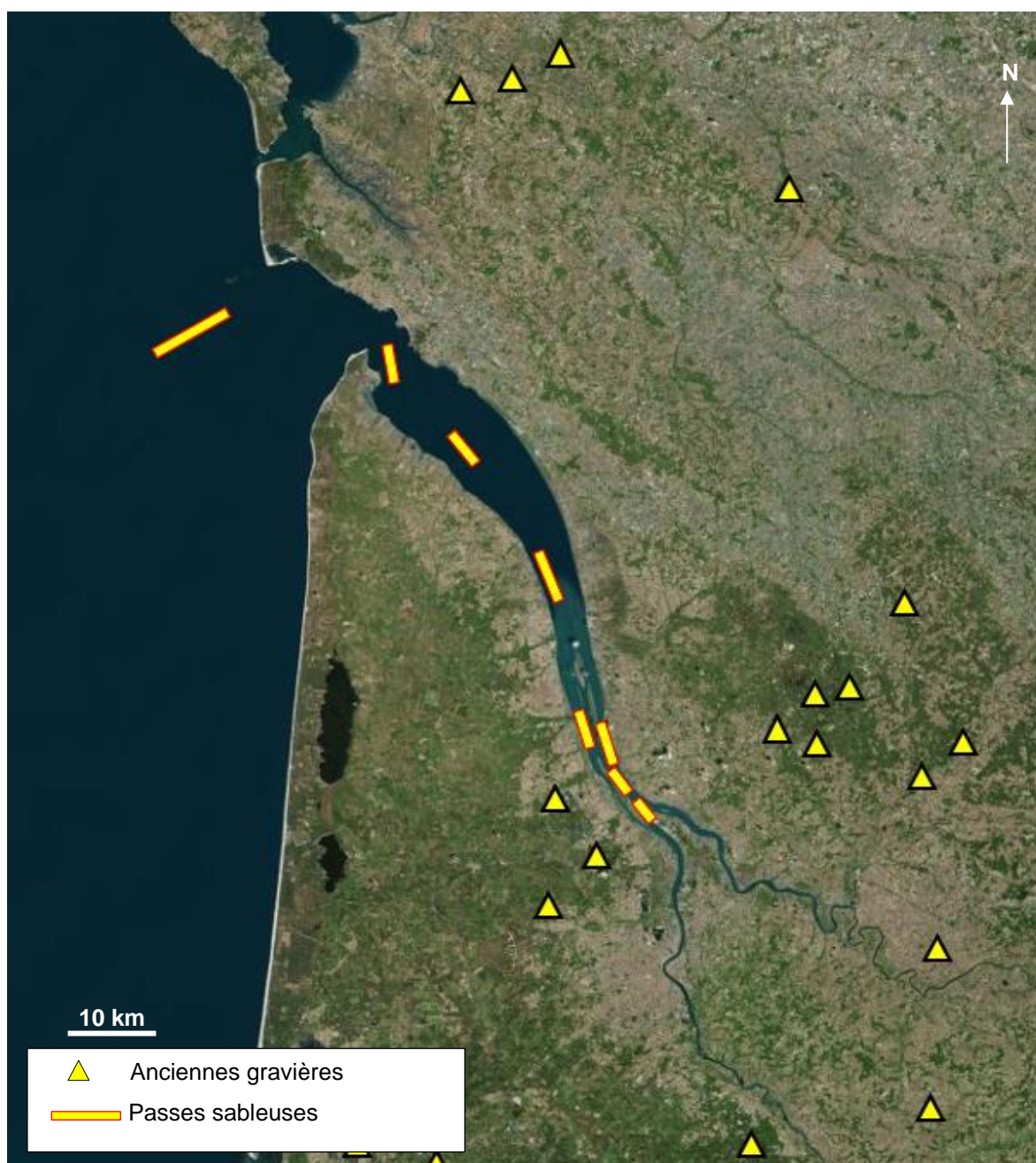
**Nota :** Dans le cas de matériaux non inertes non dangereux, le dépôt peut cependant être assimilé à un site de stockage mono-spécifique, impliquant une demande d'Autorisation ICPE, pour laquelle une concertation avec la DREAL du département concerné permettra de statuer sur la nécessité d'équiper ou non le stockage d'une étanchéité de type géomembrane. La réglementation associée est alors celle de l'arrêté du 15 février 2016.

#### **Contexte géographique :**

La figure ci-après présente la localisation des gravières en cessation d'activité sur les départements de Gironde et de Charente-Maritime ainsi que la localisation des 8 zones d'extraction des sédiments sableux de l'estuaire de la Gironde.

Du fait de la proximité de certains sites avec les zones de dragage, cette méthode de gestion peut représenter une filière de valorisation des sédiments pour le GPMB.

**Figure 16 : Localisation des passes sableuses et les anciennes gravières**



**Approche financière :**

La valorisation en remblais des sédiments inertes n'engendre pas de coût d'acceptation, seulement des coûts de mise en œuvre. Dans le cas du projet du GPMB, il convient de prendre en compte le prétraitement en lui-même mais aussi l'aménagement des sites de traitement nécessaires pour obtenir des sédiments inertes acceptables en gravières (tri-granulométrique, lessivage, déshydratation, traitement chimique...). Ces traitements, poussés dans le cas des sédiments fins, engendreraient des coûts de gestion importants sans garantir l'acceptabilité des matériaux par les carriers.

**Nota :** Dans le cas où cette filière de gestion est considérée comme un stockage mono-spécifique (sédiments non inertes), il convient de considérer en plus la TGAP dans les coûts de mise en œuvre.

### 3.7.5.4. Avantages / inconvénients

Le tableau présente l'évaluation de l'action « Comblement d'anciennes gravières » :

**Tableau 51 : Evaluation de l'action « comblement d'anciennes gravières »**

Critère		Action « Comblement d'anciennes gravières »	Evolution par rapport aux pratiques actuelles
<b>Opérationnel</b>		Solution définitive Difficulté de mise en œuvre du fait des volumes à gérer et de la présence de sédiments non inertes (origine marine) ; Mise en œuvre recommandée d'une plateforme de transit Mise en œuvre nécessaire de plateforme de traitement Réalisation de pré-traitements potentiellement poussés <b>Acceptabilité par les carriers non garantie</b> Absence de gravière en milieu littoral (qualité des nappes phréatiques à prendre en compte) <b>Distance des gravières / zones d'extraction</b> Coût potentiellement très important <b>→ Action très probablement non réalisable</b>	
<b>Environnement</b>	<b>Hydrosédimentaire – qualité des eaux</b>	Valorisation à terre ce qui va dans le sens de la réduction des MES <b>Gestion de la salinité des sédiments dragués</b>	
	<b>Peuplement benthique</b>	Pas d'incidence sur les peuplements benthiques (opération de gestion uniquement)	
	<b>Ressource halieutique</b>	Pas d'incidence sur les peuplements halieutiques (opération de gestion uniquement)	
	<b>Contamination</b>	Valorisation à terre qui limite donc, pour l'estuaire, les risques de désorption des contaminants Efficacité du rinçage des sédiments sableux restant à attester Efficacité du traitement des sédiments fins Sédiments inertes uniquement	
	<b>Usages</b>	-	
	<b>Réglementation (compatibilité avec le SDAGE, SAGE...)</b>	SAGE : Disposition Habitats Benthiques. Préserver les habitats d'esturgeons, les frayères de maigres et de soles Parc Naturel Marin : -Préserver et restaurer les milieux et les fonctionnalités écologiques, dans un équilibre durable entre la biodiversité et activités socio-économiques -Promouvoir et développer les activités maritimes portuaires et industrielles dans le respect des écosystèmes marins. <b>Gestion de sédiments chlorés difficilement compatibles réglementairement avec le comblement de gravières.</b>	
<b>Critère économique / évaluation</b>		Non chiffrable à ce stade de l'étude	

Légende couleur :

Effet
Neutre ou négligeable
Effet positif
Effet négatif réduit
Effet négatif
Réducteur

Evolution par rapport aux pratiques actuelles
Neutre ou équivalent à la situation actuelle
Amélioration
Détérioration

Au vue des différentes contraintes (techniques, réglementaires, économiques), cette action semble très probablement non réalisable.

### 3.8. RECHERCHE ET DEVELOPPEMENT : BIO-DRAGAGE

Une action de recherche et développement a été retenue : le bio-dragage dans les bassins à flot. Il s'agit d'une action de R&D car la mise en œuvre et l'efficacité d'une telle action ne sont pas certains.

#### 3.8.1. Objectif

Cette technique se base sur la destruction de la matière organique contenue dans les sédiments pour diminuer le volume du dépôt et gagner ainsi en profondeur. Le process utilise des micro-organismes naturels (bactéries) qui sont dispersés à la surface ou injecter dans les sédiments et qui décomposent la matière organique.

Le bio-dragage n'est perceptible que sur les sédiments **très riches en matière organique** et tous les polluants organiques ne sont pas dégradés. Certains experts craignent même une remise en suspension des polluants lors de la dégradation de la matière organique. Par ailleurs, la diminution de la matière organique peut entraîner, en contrepartie, un enrichissement de la teneur en métaux dans le sédiment résiduel. Ainsi, malgré sa dénomination, le bio-dragage n'est pas à proprement parlé une technique de dragage.

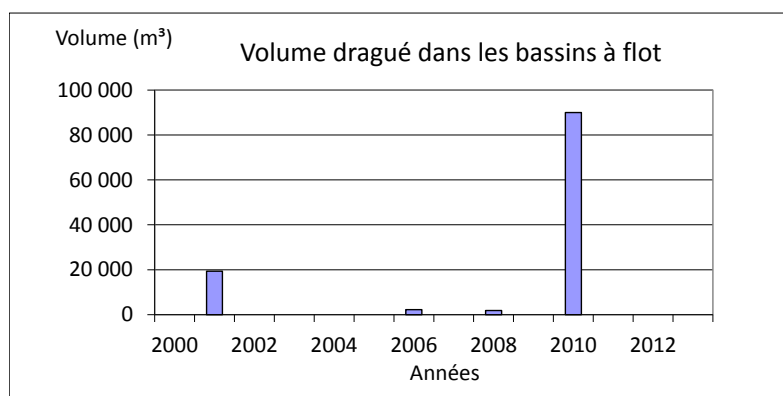
#### 3.8.2. Description – retour d'expérience

Peu de données expérimentales sont disponibles quant à l'efficacité et à l'impact de cette pratique qui, bien qu'utilisée dans certains milieux d'eau douce, a fait l'objet de très peu de réelles applications en milieu marin : port de Golfe-Juan, Port Galice (Juan-les-Pins), port Carnon... avec une efficacité très variable (exemple : port Carnon : réduction de l'épaisseur de seulement 9 cm/an).

D'après un article du journal *Le Marin*, la première expérimentation détaillée a été réalisée dans le port de Golfe-Juan. Cette expérimentation, à laquelle s'est associé l'Etat, a pour objectif d'enrichir la réflexion nationale aux plans scientifique et administratif. C'est pourquoi un dispositif associant expériences *in-vitro* et *in-situ* a été mené par une équipe constituée de chercheurs de l'université de Nice et du Bureau de recherches géologiques et minières. Application au site de la Gironde

Une expérience similaire pourrait être envisagée sur les sédiments présents dans des bassins portuaires fermés. Les bassins à flot seraient un lieu potentiel d'expérimentation.

Figure 17 : Volume dragué sur les BAF



Rappel : les sédiments des BAF sont essentiellement vaseux. En 2010, des dépassements du seuil N1 GEODE étaient observés pour le Cadmium, le Cuivre et le Nickel.

Avant de se lancer dans la mise au point d'un protocole d'expérimentation en laboratoire (1<sup>ère</sup> étape), des prélèvements et analyses de la matière organique contenue dans les sédiments devront être réalisés.

### 3.8.3. Avantages/ inconvénients

Le tableau présente l'évaluation de l'action « bio-dragage des bassins à flot » (action à caractère expérimental) :

**Tableau 52 : Evaluation de l'action « bio-dragage des bassins à flots »**

Critère		Bio-dragage des bassins à flot	Evolution par rapport aux pratiques actuelles
<b>Opérationnel</b>		<p>Etape préliminaire de caractérisation des sédiments pour quantifier le pourcentage de matière organique contenue. Si faible, l'efficacité du bio-dragage sera nulle.</p> <p>Phase d'expérimentation obligatoire avant le passage à l'opérationnel</p> <p>Mise en place d'un protocole, de partenaires et d'un comité de suivi</p> <p>→ Modalités de mise en œuvre à déterminer à l'issue de l'expérimentation</p> <p>→ Rapports coût / rendement / efficacité à déterminer à l'issue de l'expérimentation</p>	
<b>Environnement</b>	<b>Hydrosédimentaire – qualité des eaux</b>	<p>Réduction très faible du volume de sédiments à évacuer</p> <p>Ne permet pas d'éliminer les polluants</p>	
	<b>Peuplement benthique</b>	<p>Faible enjeu dans les bassins à flot.</p> <p>Effet non évaluable :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- dépend de l'état actuel (investigations à mener si expérimentation)</li> <li>- le process aura une incidence sur le substrat (consommation O2, augmentation des conditions réductrices du sédiment, ...) qui se répercutera sur les espèces présentes (tolérantes ou non aux nouvelles conditions)</li> </ul>	
	<b>Ressource halieutique</b>	<p>Faible enjeu dans les bassins à flot.</p> <p>Effet non évaluable :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- dépend de l'état actuel (investigations à mener si expérimentation)</li> </ul>	
	<b>Contamination</b>	<p>Dégradation des contaminants organiques.</p> <p>L'action des micro-organismes peut aller dans le sens de la solubilisation ou de l'insolubilisation des métaux lourds (ex. les bactéries qui en consommant le nitrate favorisent le relargage du cadmium sous forme dissoute) → processus complexes.</p>	
	<b>Usages</b>	Peu d'incidence	
	<b>Réglementation (compatibilité avec le SDAGE, SAGE...)</b>	Si efficace : diminution du volume à draguer et donc des rejets en Garonne. Faible enjeu car le volume reste faible.	
<b>Critère économique - évaluation</b>		Action de R&D : non chiffrable à ce stade des études	

Légende couleur :

Effet
Neutre ou négligeable
Effet positif
Effet négatif réduit
Effet négatif
Réhibitioire

Evolution par rapport aux pratiques actuelles
Neutre ou équivalent à la situation actuelle
Amélioration
Détérioration

Le bio-dragage correspond à une action de recherche et développement. Si les volumes concernés semblent très faibles pour les bassins à flots, des études complémentaires pourraient néanmoins être mises en place pour déterminer la pertinence de mise en place d'une telle action.

### 3.9. BILAN DES ACTIONS RETENUES

Le tableau ci-après récapitule l'ensemble des actions analysées ci-avant. Sont mentionnées :

- Les principales caractéristiques de l'action ;
- Les critères techniques et opérationnels ;
- Les principaux effets sur l'environnement (hydrosédimentaire, qualité des eaux, peuplement benthique, ressource halieutique, contamination, usage, réglementation)
- Le critère économique (première évaluation) quand cela est possible.

Légende couleur :

<i>Effet</i>
<i>Neutre ou négligeable</i>
<i>Effet positif</i>
<i>Effet négatif réduit</i>
<i>Effet négatif</i>
<i>Réhibitore</i>

Son objectif est de disposer d'une vision globale des actions précédemment retenues afin d'aider à la définition et choix de celles-ci à incorporer dans les scénarios.



	Actions retenues	Caractéristiques	Critères opérationnels	Environnement					Critère économique - évaluation	
				Hydrosédimentaire – qualité des eaux	Peuplement benthique	Ressource halieutique	Contamination	Usages	Réglementation	
Mode de dragage	Dragage des bassins à flots en fonction du débit (pratique actuelle)	Dragage par DAS et rejet, en fonction du débit, dans la Garonne via une conduite Volume ≈0,01 Mm3/an	Absence d'opérations de sassements	Technique : forte remise en suspension des sédiments Gestion hydrologique permet d'en limiter les effets	Forte remise en suspension, non favorable à l'ensemble de la chaîne alimentaire		-	Absence de sassements ce qui limite les effets sur le trafic	SAGE, SDAGE, Parc Naturel Marin : compatible	Réduction des temps de transport liés aux sassements
	Intervention du dragage en fonction de l'hydrologie (en fonction de la position du bouchon vaseux) (pratique actuelle)	Pas de dragage sur les passes lorsque le bouchon vaseux est présent	Améliore l'efficacité des dragages	Technique de dragage : remise en suspension Période de dragage : limite l'augmentation des MES en présence du bouchon vaseux, (risques d'hypoxie)	Vise à limiter les effets du dragage sur la qualité des eaux donc favorable à toute la chaîne alimentaire (peuplements benthiques, ressource halieutique...)		-	-	SAGE, SDAGE, Parc Naturel Marin : compatible	Réduction des coûts car dragage plus efficace
	Utilisation du DIE seule en Garonne en fonction O2 dissous et \ ou débit	Volume ≈1,2 Mm3/an Utilisation du DIE quand les débits sont importants (par exemple : 250/300m3/s)	Contrainte d'intervention : préjudiciable en cas de nécessité d'intervention urgente	Période d'intervention : vise à améliorer la qualité des eaux Engin (DIE) : MES localisées au droit du fond	Action qui vise à améliorer la qualité des eaux et limiter les risques (oxygène dissous) donc favorable à toute la chaîne alimentaire (peuplements benthiques, ressource halieutique...)		Suivis/test sur le fond : augmentation des métaux lourds sur le fond (sans distonction des phases particulières et dissoutes), puis retour à la normale	-	SAGE, SDAGE, Parc Naturel Marin : compatible	Technique : Equivalent à la pratique actuelle
	Utilisation du DIE après intervention de la DAM	Ecrêtage des sillons Volume concerné par le dragage DAM/DIE: ≈ 8,6Mm3/an	Réduction des volumes de sédiments transportés et clapés	MES localisées pour l'essentiel dans le chenal et au droit du fond	MES localisées pour l'essentiel dans le chenal et au droit du fond (courant de densité). Attention particulière dans les zones confinées (bec d'Ambes) : risque d'hypoxie		Suivis/test sur le fond : augmentation des métaux lourds sur le fond (sans distonction des phases particulières et dissoutes), puis retour à la normale	Incidences potentielles sur la prise d'eau du Blayais	SAGE, SDAGE, Parc Naturel Marin : pas d'incompatibilité majeure.	Réduction de 8 à 10 % du travail de la drague Anita Conti
	Dragage "à l'Américaine" : dragage et rejet en continu au fil de l'eau en cas de conditions exceptionnelles (débits élevés)	Rejet au cours des opérations de dragage (rejet dans le chenal)	Permet de limiter les temps de transport	Forte remise en suspension des matériaux dragués	Forte remise en suspension des matériaux. Elle n'est quasiment plus mise en pratique du fait des effets environnementaux qu'elles engendrent		Rejet au fil de l'eau ce qui favorise la désorption	Incidences potentielles sur la prise d'eau du Blayais	Compatibilité à démontrer d'autant que cette technique va à l'encontre des bonnes pratiques actuelles.	Réduction des temps de transport
Outils	Intégration plus systématique du DIE en lieu et place de la Maqueline	Volume ≈ 0,6 Mm3/an	Réduction des volumes de sédiments transportés et clapés par la DAB	MES localisées pour l'essentiel dans le chenal et au droit du fond	MES localisées pour l'essentiel dans le chenal et au droit du fond (courant de densité). Attention particulière dans les zones confinées (bec d'Ambes) : risque d'hypoxie		Suivis/test sur le fond : augmentation des métaux lourds sur le fond (sans distonction des phases particulières et dissoutes), puis retour à la normale	Incidences potentielles sur la prise d'eau du Blayais	SAGE, SDAGE, Parc Naturel Marin : pas d'incompatibilité majeure.	Coût équivalent
Zone d'immersion	Maintien des zones d'immersion actuelles	Maintien des 17 zones de vidage actuelles	Bonne optimisation du nombre et de la localisation des zones de vidage : permet une réduction des distances de transport et des durées associées de cycles de dragage	Dragage : effets potentiels sur le milieu physique et qualité des eaux. Clapage des sédiments dragués sur des zones dispersives permet de : - Limiter très fortement les épaisseurs de dépôts sur les zones de vidage ; - Une dispersion rapide des MES	Zones de vidage très dispersives, ce qui limite fortement les incidences sur les peuplements benthiques et donc la ressource halieutique		Clapage réalisé à proxiité des zones de dragage ce qui permet de limiter la désorption	-	SAGE, SDAGE, Parc Naturel Marin : compatible	Budget actuel des dragages
	Maintien de la non-immersion sur les zones intertidales (estran)	-	Zone difficilement accessible par la DAM	Limiter les incidences hydrosédimentaires (concentration MES, dépôts...) sur ces zones sensibles	L'absence de rejet sur ces zones favorise la préservation de l'intérêt de ces sites.		-	Limiter les incidences potentielles (MES, dépôts) sur les zones balnéaires	SAGE, SDAGE, Parc Naturel Marin : compatible	-
	Suppression de certaines zones d'immersion en Garonne	Suppression des zones 1.1, 1.2 et 1.3 Répartition de ces sédiments sur les autres zones de vidage	Augmentation des distances de transport Suppression de zones « de réserve » en cas de situations particulières.	Vise à améliorer la qualité des eaux (MES) au niveau des zones d'immersion supprimées (partie amont de la Garonne)	Diminution des zones de vidage implique une réduction de la superficie impactée.		-	-	SAGE, SDAGE, Parc Naturel Marin : pas d'incompatibilité majeure	Augmentation de la distance à parcourir entre la zone de dragage et la zone de vidage et coûts associés.
	Immersion dans les fosses naturelles du chenal	3 fosses identifiées à proximité des zones de dragage : La chambrette, la Maréchale, Pauillac-Saint Julien Volume dragué sur ces passes : près de 3 Mm3/an	Offre d'autres zones potentielles de vidage en complément de celles existantes à proximité	Technique de dragage : effets potentiels sur le milieu physique et qualité des eaux. Clapage des sédiments dragués sur des zones très dispersives ce qui permet de : - Limiter fortement les épaisseurs de dépôts sur ces zones ; - Une dispersion rapide des MES	Zones de vidage très dispersives, ce qui limite fortement les incidences sur les peuplements benthiques et donc la ressource halieutique		Pas de modification importante de la désorption des matériaux	Fosses situées à proximité/dans le chenal de navigation : stratégie et protocole à mettre en place pour limiter les perturbations du trafic	Pas d'incompatibilité majeure	Diminution de la distance à parcourir, et des coûts associés
	Immersion dans d'anciennes zones d'extraction de granulats marins	Anciennes zones d'extraction des granulats utilisées comme zones d'immersion	Offre d'autres zones potentielles de vidage en complément de celles existantes à proximité	Technique de dragage : effets potentiels sur le milieu physique et qualité des eaux.	Si zones de vidage très dispersives : limite fortement les incidences sur les peuplements benthiques et donc la ressource halieutique		Dépend de la localisation de ces nouvelles zones de vidage par rapport aux zones draguées		Pas d'incompatibilité majeur – Code minier à vérifier	
	Immersion partielle des sédiments en mer	Immersion en mer d'une partie des sédiments sur une zone à l'extérieur de l'estuaire (20-25 km environ)	Augmentation des temps de transports – difficulté potentielle de mise en œuvre avec le parc actuel de dragage	Zone de l'estuaire, pertuis : limite les MES  Zone de clapage à l'extérieur de l'estuaire : augmentation des MES/dépôts	Zone de l'estuaire, pertuis : limite les effets sur les peuplements benthiques  Zone de clapage : augmentation des MES et des dépôts non favorables à l'ensemble de la chaîne alimentaire		Action qui va dans le sens de la réduction des contaminations dans la colonne  Désorption en mer, à l'extérieur de l'estuaire	Usages potentiels sur cette zone (notamment la pêche professionnelle)	Estuaire : compatible  Hors estuaire : peu compatible	Coût supplémentaire lié à l'augmentation des temps de transport (environ6-8 M€ pour 200 000m3)

	Actions retenues	Caractéristiques	Critères opérationnels	Environnement						Critère économique - évaluation
				Hydrosédimentaire – qualité des eaux	Peuplement benthique	Ressource halieutique	Contamination	Usages	Réglementation	
Stratégie d'immersion	Arrêt partiel et localisé des immersions	Arrêt des immersion sur les zones 3.2 à 3.7 pendant la période de du 15 mai au 15 juillet	Arrêt des immersions dans l'estuaire pendant la période hivernale -> difficulté technique de mise en œuvre et risque de sécurité de non maintien des accès	Vise l'amélioration de la qualité des eaux	Bénéfique probable pour l'ensemble de la chaîne alimentaire du fait de la réduction potentielle des dépôts pendant la saison estivale (sensible)		Pas de modification	Pendant la fenêtre biologique, action qui implique des temps de transport supplémentaires, soit des gênes potentielles sur le trafic	SAGE, SDAGE, Parc Naturel Marin : compatible	Augmentation des temps de transport -> augmentation des coûts
	Répartition des sédiments sur l'ensemble de la zone d'immersion pour favoriser un dépôt homogène	-	Stratégie à mettre en place peu contraignante	Action qui va dans le sens de la réduction des épaisseurs de dépôts	Action qui va dans le sens de la réduction des épaisseurs de dépôts, ce qui est favorable à l'ensemble de la chaîne alimentaire		-	-	Pas d'incompatibilité majeure	Modification faible, difficilement chiffrable à ce stade
	Privilégier les zones d'immersion au droit ou en aval des opérations de dragage	-	Pas de modification importante des temps de transport	Facilite l'expulsion et les dépôts vers l'aval de l'estuaire Action qui vise donc à moyen-long terme à diminuer la présence dans l'estuaire des particules rejetées.	Actions qui vise (MES, dépôts) à limiter les effets sur l'ensemble de la chaîne alimentaire		Pas de modification importante de la désorption des matériaux	-	Pas d'incompatibilité majeure	-
Valorisation	Création d'îles - Rechargement et/ou création de zones intertidales	Exemple de site potentiel expérimental : aval de l'île de Patiras Volume potentiel : 1,5 Mm3	Effet hydraulique potentiel (intérêt hydrosédimentaire) Difficulté de mise en œuvre plus importante qu'un simple clapage	Zone de valorisation : augmentation potentielle temporaire des MES pendant les travaux  Autres secteurs de l'estuaire : confinement des matériaux qui vise à diminuer les MES dans l'estuaire	Zone de valorisation : destruction des habitats en place au profit du développement d'autres habitats Cependant, mise en place d'une morphologie favorable pour le développement d'habitats: intertidaux, schorre, roselière, prairie...  Autres secteurs de l'estuaire : confinement d'un volume de sédiments dragués sur un site ce qui limite la remise en suspension et les dépôts sur le reste de l'estuaire	Remplacement d'un habitat par un autre avec une plus-value environnementale qui va dans le sens d'une amélioration pour la ressource halieutique	Confinement qui limite la contamination dans la colonne d'eau	Effet hydrosédimentaire potentiel sur la prise d'eau du Blayais (cas de Patiras)	Pas d'incompatibilité majeure	Première approche financière : 5,5 M€ (pour 1,5 Mm3 à Patiras)
	Renforcement de berges	Valorisation des sables / sédiments sablo-vaseux sur les berges en érosion Sites (potentiellement : St Christoly, Saint Genès de Blaye, St Ciers à St Sorlin...) et volumes valorisables à déterminer	Solution ponctuelle Difficulté de mise en œuvre plus importante qu'un simple clapage	Zone de valorisation : augmentation potentielle temporaire des MES pendant les travaux A moyen-long terme, action qui permet de lutter ponctuellement contre l'érosion des berges  Autres secteurs de l'estuaire : confinement des matériaux qui vise à diminuer les MES dans l'estuaire	Zone de valorisation : destruction des habitats en place au profit du développement d'autres habitats Cependant, mise en place d'une morphologie favorable pour le développement d'habitats: intertidaux, schorre, roselière, prairie...  Autres secteurs de l'estuaire : confinement d'un volume de sédiments dragués sur un site ce qui limite la remise en suspension et les dépôts sur le reste de l'estuaire	Remplacement d'un habitat par un autre avec une plus-value environnementale qui va dans le sens d'une amélioration pour la ressource halieutique	Confinement qui limite la contamination dans la colonne d'eau	Dépend de la localisation du site d'érosion	Pas d'incompatibilité majeure	Non chiffrable à ce stade de l'étude
	Création d'une zone de transit pour la valorisation des sables	Stockage temporaire des sédiments avant valorisation Localisation : à déterminer suivant les besoins	Difficulté de mise en œuvre du fait des volumes à gérer et de la présence d'eau salée	Valorisation à terre ce qui va dans le sens de la réduction des MES <b>Nota : pour comblement des gravières : gestion de la salinité des sédiments dragués</b>	Pas d'incidence directe	Pas d'incidence directe	Valorisation à terre qui limite les risques de désorption des contaminants Présence de sel dans les eaux d'égouttage à considérer	Zone de transit : usages des sites à prendre en compte	Pas d'incompatibilité majeure	Coût supplémentaire important
	Remblaiement de terrain (port ou autres)	Valorisation des sédiments en matériaux de remblais lors de la réalisation d'ouvrages portuaires Localisation : à proximité es zones de dragage Volume concernés : 0,6 Mm3 (Verdon, Grattequina, Sabarèges)	Difficulté de mise en œuvre et de la concomitance ou non des opérations					-	Pas d'incompatibilité majeure	Coût supplémentaire important
	Comblement d'anciennes gravières	Contraintes réglementaires fortes liées à la présence des chlorures dans les sédiments	Difficulté de mise en œuvre et problématique de sels					-	<b>Sédiments contenant des chlorures</b>	Coût supplémentaire important
	Bio-dragage pour les BAF	Destruction de la matière organique contenue dans les sédiments	Etape préliminaire de caractérisation des sédiments. Phase d'expérimentation obligatoire avant le passage à l'opérationnel	Réduction très faible du volume de sédiments à évacuer	Difficilement évaluable	Difficilement évaluable	Dégradation des contaminants organiques.	-	-	Non chiffrable à ce stade de l'étude

## 4. SCENARIOS DE DRAGAGE ET DE GESTION DES SEDIMENTS DRAGUES

Les différentes actions ont été décrites et analysées dans les paragraphes précédents. Les scénarios de gestion des sédiments dragués de l'estuaire de la Gironde sont définis comme la combinaison de ces différentes actions.

Deux scénarios ont été retenus :

- Scénario 1 « Maintien des pratiques actuelles » ;
- Scénario 2 « Optimisation des pratiques », dans laquelle les nouvelles actions sont intégrées.

### 4.1. SCENARIO 1 « MAINTIEN DES PRATIQUES ACTUELLES »

Le diagnostic réalisé au cours des étapes 1 et 2 a montré l'intérêt des pratiques actuelles sur le plan technique et économique ainsi que leurs effets « relativement » limités sur l'environnement de l'estuaire et les usages associés. Il est donc proposé un scénario 1 correspondant la poursuite ou maintien des actions de dragage et immersion actuellement en place.

Les principales actions sont rappelées dans le tableau ci-après.

**Tableau 53 : Récapitulatif des principales actions pour le scénario 1**

Thématique	Actions retenues
Mode de dragage	Dragage des bassins à flots en fonction du débit (pratique actuelle)
	Intervention du dragage en fonction de l'hydrologie (en fonction de la position du bouchon vaseux) (pratique actuelle)
Outils	DAM-DIE à l'exception des souilles portuaires (DAB-DIE) et des bassins à flots (DAS)
Zone d'immersion	Maintien des zones d'immersion actuelles
	Non-immersion sur les zones intertidales (estran)
Stratégie d'immersion	Privilégier les zones d'immersion au droit ou en aval du chantier de dragage
	Pas de stratégie d'immersion à l'intérieur d'une zone de vidage

#### 4.1.1. Stratégie actuelle de dragage/immersion

##### 4.1.1.1. Mode de dragage et outils de dragage

Les outils envisagés pour ce scénario « maintien des pratiques actuelles » correspondent à :

- Dragage aspiratrice en marche (*Anita Conti*) : elle est utilisée pour le dragage des chenaux (passes) et des zones d'accès aux ouvrages. Le volume dragué est d'environ 8,6Mm3/an (moyenne sur les 10 dernières années) ;
- Dragage mécanique (*La Maqueline*) : elle est employée pour l'entretien des souilles et postes à quai, non accessibles aux dragues aspiratrices en marche. Le volume dragué est d'environ 0,6Mm3/an (moyenne sur les 10 dernières années) ;
- Dragage aspiratrice stationnaire pour le dragage des bassins à flot (environ 10 000m3/an)
- Dragage à injection d'eau employée pour le chenal, souille et points singuliers (entrée des bafs, slipway, forme 3...)

**Tableau 54 : Volume dragué annuel (moyenne sur 2005-2014)**

Zones draguées		Technique de dragage actuelle	Volume dragué/an
Zone 1 – Passe de l'ouest, passe d'entrée en Gironde.	Passe de l'Ouest	DAM	400 000
Zone 2 – Verdon : passe de la Chambrette, accès et postes.	Passe de la Chambrette	DAM	8 500
	Ouvrages portuaires du Verdon	DAM	65 000
	Accès ouvrages portuaires du Verdon	Drague mécanique	38 500
Zone 3 – Passes « aval » entre Pauillac et Le Verdon.	Richard	DAM	670 000
	Goulée	DAM	1 600 000
	By	DAM	845 000
	Laména	DAM	6 500
	La Maréchale	DAM	37 000
	Ouvrages portuaires de Pauillac	Drague mécanique	5 000
Zone 4 – Passes « intermédiaire » entre le Bec d'Ambès et Pauillac.	Saint-Julien Pauillac	DAM	2 900 000
	Beychevelle	DAM	110 000
	Cussac	DAM	300 000
	Ile Verte	DAM	9 000
	Ouvrages portuaires de Blaye	Drague mécanique	15 000
Zone 5 – Passes « amont », de Bordeaux au Bec d'Ambès.	Bec aval	DAM	370 000
	Bec amont	DAM	13 500
	Passe d'accès en Dordogne	DAM	10 000
	Bellerive	DAM	635 000
	Pachan	DAM	370 000
	Caillou	DAM	170 000
	Grattequina	DAM	13 500
	Bassens	DAM	91 000
	Bacalan	DAM	300
	Bassins à flot	DAS	9 500
	Ouvrages portuaires de Bx RG	Drague mécanique	1 500
	Ouvrages des Ateliers Généraux	Drague mécanique	19 000
	Ouvrages portuaires de Queyries	Drague mécanique	1 300
	Ouvrages portuaires de Bassens	Drague mécanique	370 000
	Ouvrages portuaires d'Ambès	Drague mécanique	140 000
	Accès ouvrages portuaires de Bassens Aval	Drague mécanique	3 000
	Accès ouvrages portuaires d'Ambès	Drague mécanique	10 500

#### 4.1.1.2. Immersion : pratiques et zones

##### 4.1.1.2.1. Pratiques d'immersion

La planification annuelle des dragages d'entretien est la suivante :

- Pas de dragage sur les passes lorsque le bouchon vaseux est présent : en effet l'efficacité des dragages d'entretien est limitée par la poursuite de l'envasement naturel ;
- Effort de dragage concentré sur les passes lorsque la crème de vase se consolide sur les fonds ; cette période est favorable car le mécanisme d'envasement naturel n'intervient plus ou faiblement ;
- Dragages par anticipation (réalisation de surprofondeurs) sur les zones sujettes à l'envasement lorsqu'elles sont plutôt soumises à l'érosion ; les périodes d'érosion sont les plus appropriées pour effectuer le dragage préventif qui doit permettre de minimiser les conséquences des apports sédimentaires futurs ;
- Si dégradation des accès ponctuels, dragages curatifs pour assurer la sécurité de la navigation ; l'objectif est de satisfaire les objectifs de navigation du moment.



**Tableau 55 : Programme théorique de dragage d'entretien sur une année**

Processus sédimentaires naturels, saisonniers	Objectifs dragages associés
Bouchon vaseux - crème de vase	Pas de dragages
Crème de vase liquide - crème de vase consolidée	Dragages intensifs
Erosion, évacuation naturelle des lentilles de vase	Dragages par anticipation "surprofondeurs"
Apports sédimentaires réduits, transitoires	Dragages "curatifs" sur secteurs critiques

Secteur	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Aval							Congé					
Intermédiaire							Congé					
Amont							Congé					

Nota : la période de congés est juillet jusqu'en 2016. A partir de 2017, celle-ci sera en mai/juin.

#### 4.1.1.2.2. Zones d'immersion

18 zones de dépôt sont autorisées dans l'estuaire avec 4 sites qui reçoivent près de 80% des volumes dragués (1.8, 2.4, 3.4 et 3.7) (ceci en lien avec les volumes dragués sur les secteurs proches).

Ces zones sont :

- Dispersives ce qui limite les dépôts ;
- Hors zones intertidales ce qui est favorable au maintien de la biodiversité de ces zones sensibles.

L'organisation des opérations d'immersion suit naturellement la planification annuelle et géographique des dragages (cf. paragraphe précédent). Elle obéit également à plusieurs principes précisant la localisation de la zone de vidage par rapport à la zone de dragage :

- 1<sup>er</sup> principe : clapage en aval de la zone draguée ;
- 2<sup>nd</sup> principe : clapage sur la zone aval la plus proche de la zone draguée (même secteur géographique de l'estuaire).
- 3<sup>ème</sup> principe : pas de clapage de la DAM *Anita Conti* dans la Garonne ; la Maqueline est autorisée à claper dans la Garonne

#### 4.1.2. Analyse du scénario

Le tableau ci-après reprend les actions retenues pour ce scénario et décrites dans les paragraphes précédents (pour plus de détails, se reporter à la description des actions).

Thématique	Actions retenues	Caractéristiques	Critères opérationnels	Environnement						Critère économique - évaluation
				Hydrosédimentaire – qualité des eaux	Peuplement benthique	Ressource halieutique	Contamination	Usages	Réglementation	
Mode de dragage	Dragage des bassins à flots en fonction du débit (pratique actuelle)	Dragage par DAS et rejet, en fonction du débit, dans la Garonne via une conduite Volume ≈0,01 Mm3/an	Absence d'opérations de sassements	Technique : forte remise en suspension des sédiments Gestion hydrologique permet d'en limiter les effets	Forte remise en suspension, non favorable à l'ensemble de la chaîne alimentaire		-	Absence de sassements ce qui limite les effets sur le trafic	SAGE, SDAGE, Parc Naturel Marin : compatible	Réduction des temps de transport liés aux sassements
	Intervention du dragage en fonction de l'hydrologie (en fonction de la position du bouchon vaseux) (pratique actuelle)	Pas de dragage sur les passes lorsque le bouchon vaseux est présent	Améliore l'efficacité des dragages	Technique de dragage : remise en suspension Période de dragage : limite l'augmentation des MES en présence du bouchon vaseux, (risques d'hypoxie)	Vise à limiter les effets du dragage sur la qualité des eaux donc favorable à toute la chaîne alimentaire (peuplements benthiques, ressource halieutique...)		-	-	SAGE, SDAGE, Parc Naturel Marin : compatible	Réduction des coûts car dragage plus efficace
Zone d'immersion	Maintien des zones d'immersion actuelles	Maintien des 17 zones de vidage actuelles	Bonne optimisation du nombre et de la localisation des zones de vidage : permet une réduction des distances de transport et des durées associées de cycles de dragage	Dragage : effets potentiels sur le milieu physique et qualité des eaux. Clapage des sédiments dragués sur des zones dispersives permet de : - Limiter très fortement les épaisseurs de dépôts sur les zones de vidage ; - Une dispersion rapide des MES	Zones de vidage très dispersives, ce qui limite fortement les incidences sur les peuplements benthiques et donc la ressource halieutique		Clapage réalisé à proximité des zones de dragage ce qui permet de limiter la désorption	-	SAGE, SDAGE, Parc Naturel Marin : compatible	Budget actuel des dragages
	Conserver l'absence d'immersion sur les zones intertidales (estran)	-	Zone difficilement accessible par la DAM	Limiter les incidences hydrosédimentaires (concentration MES, dépôts...) sur ces zones sensibles	L'absence de rejet sur ces zones favorise la préservation de l'intérêt de ces sites.		-	Limiter les incidences potentielles (MES, dépôts) sur les zones balnéaires	SAGE, SDAGE, Parc Naturel Marin : compatible	-
Stratégie d'immersion	Privilégier les zones d'immersion au droit ou en aval des opérations de dragage	-	Pas de modification importante des temps de transport	Facilite l'expulsion et les dépôts vers l'aval de l'estuaire Action qui vise donc à moyen-long terme à diminuer la présence dans l'estuaire des particules rejetées.	Actions qui vise (MES, dépôts) à limiter les effets sur l'ensemble de la chaîne alimentaire		Pas de modification importante de la désorption des matériaux	-	Pas d'incompatibilité majeure	-

Légende couleur :

Effet
Neutre ou négligeable
Effet positif
Effet négatif réduit
Effet négatif
Réducteur



L'analyse réalisée au cours des étapes 1 et 2 de la présente mission a montré une bonne efficacité des dragage/immersions, tout en limitant les effets de ces opérations sur l'environnement :

- Dragage et immersions

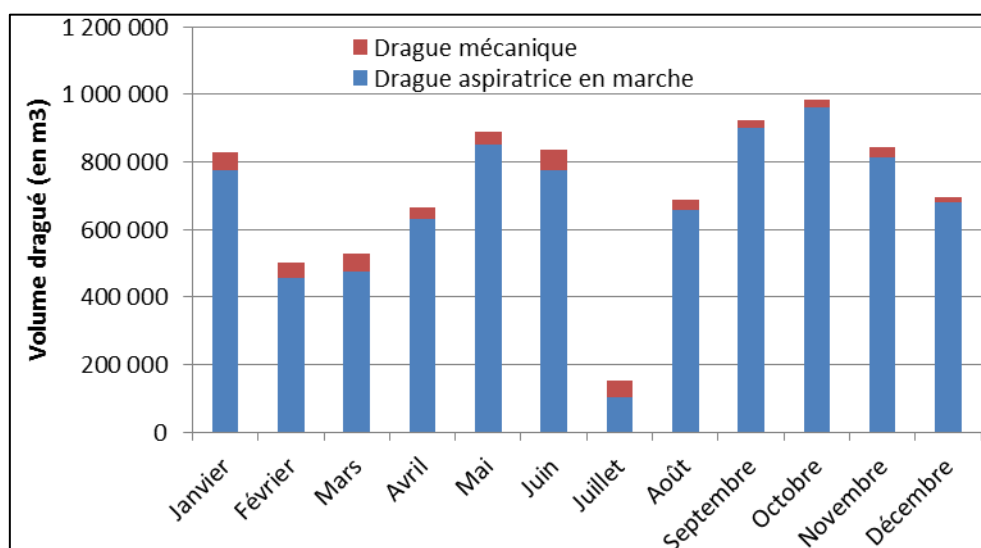
Selon les hypothèses considérées dans la modélisation hydrosédimentaire, la masse en suspension générée par les opérations de dragage/immersion (0,1 – 0,4 Mt -rappel : Mt = millions de tonnes- pour 5,7 Mt vase clapée) représente entre 5 et 15% de la masse totale estimée du bouchon vaseux (1,7 – 2,3 Mt) (hors considération de la crème de vase, source : Jouanneau-1979).

Le retour des matériaux dragués vers les zones draguées et le chenal est très faible (environ 2%) ; ce qui montre une bonne efficacité de ces opérations d'un point de vue technique et économique.

Les zones de vidage sont très dispersives ce qui limite fortement les dépôts. Ainsi, l'impact est localisé et temporaire (dispersion rapide et recolonisation en dehors des périodes d'immersion) :

- A court terme, les dépôts sont principalement localisés sur et autour des zones de vidage.
- A moyen terme (quelques semaines ou mois), les matériaux sont dispersés vers les zones intertidales de l'estuaire : cependant, les dépôts résiduels restent faibles (quelques millimètres). La stratégie de ne pas claper sur les zones intertidales permet de limiter ainsi les effets sur ces zones très sensibles.
- Période de rejet :
  - Saison : les dragages étant nécessaires au fonctionnement du port toute l'année, il est difficile de déterminer une saisonnalité réaliste des opérations. Les dragages sont ainsi réalisés toute l'année, à l'exception de la période de congés –stand-by opérationnel. Cette réduction du volume dragué à cette période tend à limiter les effets du dragage/immersion à cette période :
    - Cette période est sensible pour le milieu vivant : reproduction, alimentation, croissance...
    - Cette période se caractérise par des faibles débits ce qui n'est pas propice à l'expulsion des sédiments vers l'aval.

**Figure 18 : Volume mensuel moyen dragué entre 2000 et 2013**



- Marée :
  - Période de la marée :

Les opérations sont réalisées indifféremment au flot et au jusant sauf pour le dragage à injection d'eau. A l'échelle de l'estuaire ou des zones d'immersion, la différence d'impact entre le clapage au flot ou au jusant ne peut se mesurer qu'à une échelle temporelle très limitée (< 6 heures).
  - VE – ME : les zones de vidage actuellement utilisées sont des zones dispersives. Par conséquent :
    - à moyen terme, aucune différence importante n'a été observée entre un clapage en ME ou en VE.
    - A court terme : les ME favorisent le dépôt (peu de suspension) et les VE, à contrario, la suspension. Cependant, à la ME ou VE suivante, les processus sont inversés (simple décalage temporel de quelques jours).

Ainsi, il a été convenu que la stratégie actuelle de clapage est peu défavorable vis-à-vis du benthos et par voie de conséquence limite les effets sur la ressource halieutique.

#### **4.1.3. Bilan**

Le scénario « Maintien des pratiques actuelles » est issu essentiellement des actions d'optimisation technico-économiques (période de dragage, réduction des distances et donc des transports entre la zone dragage et de vidage...).

Néanmoins, ce scénario présente de nombreux intérêts d'un point de vue environnemental :

- Zones d'immersion : zone dispersive ce qui limite les dépôts et donc potentiellement les effets sur les peuplements benthiques ; de plus, ces zones sont hors zones intertidales.
- Période d'intervention : les opérations de dragage et d'immersion sont théoriquement programmées en l'absence du bouchon vaseux, ce qui limite les risques d'hypoxie.

Cependant, les volumes immergés restent conséquents avec les enjeux associés : MES, contamination, peuplements benthiques, ressources halieutiques...

## 4.2. SCENARIO 2 « OPTIMISATION DES PRATIQUES »

Ce scénario correspond à l'optimisation des pratiques actuelles. Ces dernières ayant démontré leur intérêt, il est recherché, à travers ce scénario, une optimisation des pratiques actuelles afin d'augmenter leur efficacité sur le plan opérationnel et technique tout en réduisant davantage leurs impacts potentiels sur l'environnement estuarien. Il intègre également l'injection de nouvelles actions ou pratiques dont l'objectif est l'amélioration de l'efficacité sur le plan technico-économiques et la réduction de l'effet des opérations sur l'environnement. Les principales actions sont rappelées dans le tableau ci-après.

**Tableau 56 : Récapitulatif des principales actions pour le scénario 2**

Thématique	Actions retenues
Mode de dragage	<i>Dragage des bassins à flots en fonction du débit (pratique actuelle)</i>
	<i>Intervention du dragage en fonction de l'hydrologie (en fonction de la position du bouchon vaseux) (pratique actuelle)</i>
	Utilisation du DIE seule en Garonne en fonction O2 dissous et \ ou débit
	Utilisation du DIE après intervention de la DAM
	Dragage "à l'américaine" : dragage et rejet en continu au fil de l'eau pour des débits élevés (conditions exceptionnelles)
	Harmoniser les procédures et les suivis des activités de dragage des petits ports
Outils	Intégration plus systématique du DIE en lieu et place de la Maqueline
Zone d'immersion	<i>Maintien des zones d'immersion actuelles (pratique actuelle)</i>
	<i>Non-immersion sur les zones intertidales (estran) (pratique actuelle)</i>
	Privilégier les zones d'immersion au droit ou en amont du chantier
	Suppression de certaines zones d'immersion en Garonne (3/5)
	Immersion dans les fosses naturelles du chenal (à étudier)
	Immersion partielle des sédiments en mer (à étudier)
Pratiques d'immersion	Arrêt partiel localisé des immersions (fenêtre bio)
	Répartition des sédiments sur la zone d'immersion pour favoriser un dépôt homogène
Valorisation	Création d'îles - Rechargement et/ou création de zones intertidales
	Renforcement de berges
	Création d'une zone de transit pour la valorisation des sables
	Remblaiement de terrain (port ou autres) (à étudier)
	Comblement d'anciennes gravières (à étudier)

*Italique : actions du scénario 1.*

### 4.2.1. Stratégie de dragage/immersion

#### 4.2.1.1. Modes de dragage et outils

##### 4.2.1.1.1. Outils

Les outils envisagés pour ce scénario « optimisation des pratiques » correspondent :

- Drague aspiratrice en marche (*Anita Conti*) : elle est utilisée pour le dragage des chenaux (passes) et des zones d'accès aux ouvrages..

La DAM permettra le dragage, transport et l'immersion sur des zones de vidage, mais également, dans le cas d'opérations exceptionnelles, le dragage à l'Américaine.

- Dragage par injection d'eau qui est utilisé :
  - Pour l'entretien des souilles et des postes à quai (non accessibles aux dragues aspiratrices en marche);
  - Pour le dragage des passes soit en complément de la DAM,;
- Drague aspiratrice stationnaire pour le dragage des bassins à flot (environ 10 000m<sup>3</sup>/an) (à réaliser lors des débits supérieurs à 350m<sup>3</sup>/s).

#### 4.2.1.1.2. Dragage- stratégie

La contrainte forte qui régit la stratégie de ce scénario est la restriction temporelle et localisée de l'usage d'immersion par la DAM : interdiction d'immersion sur les zones 3.2 à 3.7 pendant la période du 15 mai au 15 juillet (fenêtre biologique).

Cette restriction implique :

- Période hors 15 mai – 15 juillet : la stratégie actuelle consistant à intervenir en fonction de l'hydrologie est maintenue dans la mesure du possible et les moyens suivants sont mis en œuvre :
  - DAM (dragage et immersion) + DIE pour les différentes passes ;
  - DIE sur les zones (souilles, postes à quai) pour lesquelles la DAM ne peut intervenir ;
  - Opérations ponctuelles :
    - DAM en utilisation type dragage à l'Américaine – opérations exceptionnelles (débit supérieur à 2000m<sup>3</sup>/h) ;
    - DAS pour dragage des bassins à flots;
- Période 15 mai – 15 juillet : l'absence d'immersion sur les zones 3.2 à 3.7 signifie :
  - L'utilisation de la DAM sur les passes de l'estuaire aval avec immersion sur la zone aval 4.1 et les zones amont 3.1 et 2.4 : cette action est temporairement contradictoire avec l'action de claper préférentiellement au droit et à l'aval, mais elle répond à une contrainte opérationnelle forte liée à la fenêtre biologique. De plus, elle limite la désorption des contaminants. Le DIE pourra être utilisé en complément de la DAM ;
  - Utilisation de la DIE sur les passes de l'estuaire ;

De plus, il pourrait être envisager, suivant les besoins du GPMB, réaliser les opérations d'immersion au large de l'estuaire ou de valorisation, notamment pendant cette période 15 mai- 15 juillet :

- Opération d'immersion partielle de sédiments sur une zone de vidage à l'extérieure de l'estuaire ; la réalisation de cette action en période estivale permet de limiter les stand-by météorologiques liés aux conditions climatiques (houles, ...). Cependant, il conviendra de s'assurer que cette période est bien compatible avec les enjeux environnementaux et les usages de la zone (études et investigations à réaliser) ;
- Opérations expérimentales de valorisation : création d'îles, renforcement des berges, remblaiement portuaires, comblement d'anciennes gravières... en raison de l'interdiction d'immersion dans l'estuaire (dépôt), il est préférable que ces actions ponctuelles soient réalisées en période estivale afin d'optimiser sur l'année les moyens de dragage et de permettre le dragage en cas de besoin de maintien des accès.

#### 4.2.1.2. Immersion : zones et pratiques

Les zones d'immersion sont les suivantes :

- Zones actuelles :
  - 4.4, 4.3, 4.1
  - 3.7, 3.5, 3.4, 3.3, 3.2 : utilisation uniquement hors période du 15 mai-15 juillet

- 3.1, 2.4, 2.2, 2.1
- 1.8<sup>3</sup>, 1.5 et 1.6
- Zones nouvelles qui devront faire l'objet d'études et d'expérimentation :
  - Dans l'estuaire de la Gironde : fosses en aval de la passe de la Chambrette, de Pauillac de l'Île Nord
  - A l'extérieur de l'estuaire, à plus de 20-25 km au large ;
  - Anciennes zones d'extraction de granulats marins.

Comme actuellement, ces zones sont :

- Dispersives ce qui limite les dépôts ;
- Hors zones intertidales ce qui est favorable au maintien de la biodiversité de ces zones sensibles.

L'organisation des opérations d'immersion suit naturellement la planification annuelle et géographique des dragages. Comme actuellement, elle obéit également aux principes suivants, à l'exception de la période du 15 mai au 15 juillet pour les zones d'immersion 3.2 à 3.7 :

- 1<sup>er</sup> principe : clapage en aval de la zone draguée ;
- 2<sup>nd</sup> principe : clapage sur la zone aval la plus proche de la zone draguée (même secteur géographique de l'estuaire).

Le clapage à l'intérieur d'une zone de vidage devra être réalisé de façon à rendre le dépôt homogène sur l'ensemble de la zone de vidage.

#### **4.2.2. Analyse du scénario**

Le tableau ci-après reprend les actions retenues pour ce scénario et décrites dans les paragraphes précédents (pour plus de détails, se reporter à la description des actions).

---

<sup>3</sup> Les zones de vidage en Garonne (1.1, 1.2 1.3) sont supprimées conformément à aux actions « 'utilisation seule du DIE en Garonne » et « Suppression de certaines zones d'immersion en Garonne ».

	Actions retenues	Caractéristiques	Critères opérationnels	Environnement					Critère économique - évaluation	
				Hydrosédimentaire – qualité des eaux	Peuplement benthique	Ressource halieutique	Contamination	Usages	Réglementation	
Mode de dragage	Dragage des bassins à flots en fonction du débit (pratique actuelle)	Dragage par DAS et rejet, en fonction du débit, dans la Garonne via une conduite Volume ≈0,01 Mm3/an	Absence d'opérations de sassements	Technique : forte remise en suspension des sédiments Gestion hydrologique permet d'en limiter les effets	Forte remise en suspension, non favorable à l'ensemble de la chaîne alimentaire		-	Absence de sassements ce qui limite les effets sur le trafic	SAGE, SDAGE, Parc Naturel Marin : compatible	Réduction des temps de transport liés aux sassements
	Intervention du dragage en fonction de l'hydrologie (en fonction de la position du bouchon vaseux) (pratique actuelle)	Pas de dragage sur les passes lorsque le bouchon vaseux est présent	Améliore l'efficacité des dragages	Technique de dragage : remise en suspension Période de dragage : limite l'augmentation des MES en présence du bouchon vaseux, (risques d'hypoxie)	Vise à limiter les effets du dragage sur la qualité des eaux donc favorable à toute la chaîne alimentaire (peuplements benthiques, ressource halieutique...)		-	-	SAGE, SDAGE, Parc Naturel Marin : compatible	Réduction des coûts car dragage plus efficace
	Utilisation du DIE seule en Garonne en fonction O2 dissous et \ ou débit	Volume ≈1,2 Mm3/an Utilisation du DIE quand les débits sont importants (par exemple : 250/300m3/s)	Contrainte d'intervention : préjudiciable en cas de nécessité d'intervention urgente	Période d'intervention : vise à améliorer la qualité des eaux Engin (DIE) : MES localisées au droit du fond	Action qui vise à améliorer la qualité des eaux et limiter les risques (oxygène dissous) donc favorable à toute la chaîne alimentaire (peuplements benthiques, ressource halieutique...)		Suivis/test sur le fond : augmentation des métaux lourds sur le fond (sans distinction des phases particulières et dissoutes), puis retour à la normale	-	SAGE, SDAGE, Parc Naturel Marin : compatible	Technique : Equivalent à la pratique actuelle
	Utilisation du DIE après intervention de la DAM	Ecrétage des sillons Volume concerné par le dragage DAM/DIE: ≈ 8,6Mm3/an	Réduction des volumes de sédiments transportés et clapés	MES localisées pour l'essentiel dans le chenal et au droit du fond	MES localisées pour l'essentiel dans le chenal et au droit du fond (courant de densité). Attention particulière dans les zones confinées (bec d'Ambes) : risque d'hypoxie		Suivis/test sur le fond : augmentation des métaux lurds sur le fond (sans distinction des phases particulières et dissoutes), puis retour à la normale	Incidences potentielles sur la prise d'eau du Blayais	SAGE, SDAGE, Parc Naturel Marin : pas d'incompatibilité majeure.	Réduction de 8 à 10 % du travail de la drague Anita Conti
	Dragage "à l'Américaine" : dragage et rejet en continu au fil de l'eau en cas de conditions exceptionnelles (débits élevés)	Rejet au cours des opérations de dragage (rejet dans le chenal)	Permet de limiter les temps de transport	Forte remise en suspension des matériaux dragués	Forte remise en suspension des matériaux. Elle n'est quasiment plus mise en pratique du fait des effets environnementaux qu'elles engendrent		Rejet au fil de l'eau ce qui favorise la désorption	Incidences potentielles sur la prise d'eau du Blayais	Compatibilité à démontrer d'autant que cette technique va à l'encontre des bonnes pratiques actuelles.	Réduction des temps de transport
Outils	Intégration plus systématique du DIE en lieu et place de la Maqueline	Volume ≈ 0,6 Mm3/an	Réduction des volumes de sédiments transportés et clapés par la DAB	MES localisées pour l'essentiel dans le chenal et au droit du fond	MES localisées pour l'essentiel dans le chenal et au droit du fond (courant de densité). Attention particulière dans les zones confinées (bec d'Ambes) : risque d'hypoxie		Suivis/test sur le fond : augmentation des métaux lurds sur le fond (sans distonctiion des phases particulières et dissoutes), puis retour à la normale	Incidences potentielles sur la prise d'eau du Blayais	SAGE, SDAGE, Parc Naturel Marin : pas d'incompatibilité majeure.	Coût équivalent
Zone d'immersion	Maintien des zones d'immersion actuelles	Maintien des 17 zones de vidage actuelles	Bonne optimisation du nombre et de la localisation des zones de vidage : permet une réduction des distances de transport et des durées associées de cycles de dragage	Dragage : effets potentiels sur le milieu physique et qualité des eaux. Clapage des sédiments dragués sur des zones dispersives permet de : - Limiter très fortement les épaisseurs de dépôts sur les zones de vidage ; - Une dispersion rapide des MES	Zones de vidage très dispersives, ce qui limite fortement les incidences sur les peuplements benthiques et donc la ressource halieutique		Clapage réalisé à proxiité des zones de dragage ce qui permet de limiter la désorption	-	SAGE, SDAGE, Parc Naturel Marin : compatible	Budget actuel des dragages
	Maintien de la non-immersion sur les zones intertidales (estran)	-	Zone difficilement accessible par la DAM	Limiter les incidences hydrosédimentaires (concentration MES, dépôts...) sur ces zones sensibles	L'absence de rejet sur ces zones favorise la préservation de l'intérêt de ces sites.		-	Limiter les incidences potentielles (MES, dépôts) sur les zones balnéaires	SAGE, SDAGE, Parc Naturel Marin : compatible	-
	Suppression de certaines zones d'immersion en Garonne	Suppression des zones 1.1, 1.2 et 1.3 Répartition de ces sédiments sur les autres zones de vidage	Augmentation des distances de transport Suppression de zones « de réserve » en cas de situations particulières.	Vise à améliorer la qualité des eaux (MES) au niveau des zones d'immersion supprimées (partie amont de la Garonne)	Diminution des zones de vidage implique une réduction de la superficie impactée.		-	-	SAGE, SDAGE, Parc Naturel Marin : pas d'incompatibilité majeure	Augmentation de la distance à parcourir entre la zone de dragage et la zone de vidage et coûts associés.
	Immersion dans les fosses naturelles du chenal	3 fosses identifiées à proximité des zones de dragage : La chambrette, la Maréchale, Pauillac-Saint Julien Volume dragué sur ces passes : près de 3 Mm3/an	Offre d'autres zones potentielles de vidage en complément de celles existantes à proximité	Technique de dragage : effets potentiels sur le milieu physique et qualité des eaux. Clapage des sédiments dragués sur des zones très dispersives ce qui permet de : - Limiter fortement les épaisseurs de dépôts sur ces zones ; - Une dispersion rapide des MES	Zones de vidage très dispersives, ce qui limite fortement les incidences sur les peuplements benthiques et donc la ressource halieutique		Pas de modification importante de la désorption des matériaux	Fosses situées à proximité/dans le chenal de navigation : stratégie et protocole à mettre en place pour limiter les perturbations du trafic	Pas d'incompatibilité majeure	Diminution de la distance à parcourir, et des coûts associés
	Immersion dans d'anciennes zones d'extraction de granulats marins	Anciennes zones d'extraction des granulats utilisées comme zones d'immersion	Offre d'autres zones potentielles de vidage en complément de celles existantes à proximité	Technique de dragage : effets potentiels sur le milieu physique et qualité des eaux.	Si zones de vidage très dispersives : limite fortement les incidences sur les peuplements benthiques et donc la ressource halieutique		Dépend de la localisation de ces nouvelles zones de vidage par rapport aux zones draguées		Pas d'incompatibilité majeur – Code minier à vérifier	
	Immersion partielle des sédiments en mer	Immersion en mer d'une partie des sédiments sur une zone à l'extérieur de l'estuaire (20-25 km environ)	Augmentation des temps de transports – difficulté potentielle de mise en œuvre avec le parc actuel de dragage	Zone de l'estuaire, pertuis : limite les MES Zone de clapage à l'extérieur de l'estuaire : augmentation des MES/dépôts	Zone de l'estuaire, pertuis : limite les effets sur les peuplements benthiques Zone de clapage : augmentation des MES et des dépôts non favorables à l'ensemble de la chaîne alimentaire		Action qui va dans le sens de la réduction des contaminations dans la colonne Désorption en mer, à l'extérieur de l'estuaire	Usages potentiels sur cette zone (notamment la pêche professionnelle)	Estuaire : compatible Hors estuaire : peu compatible	Coût supplémentaire lié à l'augmentation des temps de transport (environ6-8 M€ pour 200 000m3)



	Actions retenues	Caractéristiques	Critères opérationnels	Environnement						Critère économique - évaluation
				Hydrosédimentaire – qualité des eaux	Peuplement benthique	Ressource halieutique	Contamination	Usages	Réglementation	
Stratégie d'immersion	Arrêt partiel et localisé des immersions	Arrêt des immersion sur les zones 3.2 à 3.7 pendant la période de du 15 mai au 15 juillet	Arrêt des immersions dans l'estuaire pendant la période hivernale -> difficulté technique de mise en œuvre et risque de sécurité de non maintien des accès	Vise l'amélioration de la qualité des eaux	Bénéfique probable pour l'ensemble de la chaîne alimentaire du fait de la réduction potentielle des dépôts pendant la saison estivale (sensible)		Pas de modification	Pendant la fenêtre biologique, action qui implique des temps de transport supplémentaires, soit des gênes potentielles sur le trafic	SAGE, SDAGE, Parc Naturel Marin : compatible	Augmentation des temps de transport -> augmentation des coûts
	Répartition des sédiments sur l'ensemble de la zone d'immersion pour favoriser un dépôt homogène	-	Stratégie à mettre en place peu contraignante	Action qui va dans le sens de la réduction des épaisseurs de dépôts	Action qui va dans le sens de la réduction des épaisseurs de dépôts, ce qui est favorable à l'ensemble de la chaîne alimentaire		-	-	Pas d'incompatibilité majeure	Modification faible, difficilement chiffrable à ce stade
	Privilégier les zones d'immersion au droit ou en aval des opérations de dragage	-	Pas de modification importante des temps de transport	Facilite l'expulsion et les dépôts vers l'aval de l'estuaire Action qui vise donc à moyen-long terme à diminuer la présence dans l'estuaire des particules rejetées.	Actions qui vise (MES, dépôts) à limiter les effets sur l'ensemble de la chaîne alimentaire		Pas de modification importante de la désorption des matériaux	-	Pas d'incompatibilité majeure	-
Valorisation	Création d'îles - Rechargement et/ou création de zones intertidales	Exemple de site potentiel expérimental : aval de l'île de Patiras Volume potentiel : 1,5 Mm3	Effet hydraulique potentiel (intérêt hydrosédimentaire) Difficulté de mise en œuvre plus importante qu'un simple clapage	Zone de valorisation : augmentation potentielle temporaire des MES pendant les travaux  Autres secteurs de l'estuaire : confinement des matériaux qui vise à diminuer les MES dans l'estuaire	Zone de valorisation : destruction des habitats en place au profit du développement d'autres habitats Cependant, mise en place d'une morphologie favorable pour le développement d'habitats: intertidaux, schorre, roselière, prairie...  Autres secteurs de l'estuaire : confinement d'un volume de sédiments dragués sur un site ce qui limite la remise en suspension et les dépôts sur le reste de l'estuaire	Remplacement d'un habitat par un autre avec une plus-value environnementale qui va dans le sens d'une amélioration pour la ressource halieutique	Confinement qui limite la contamination dans la colonne d'eau	Effet hydrosédimentaire potentiel sur la prise d'eau du Blayais (cas de Patiras)	Pas d'incompatibilité majeure	Première approche financière : 5,5 M€ (pour 1,5 Mm3 à Patiras)
	Renforcement de berges	Valorisation des sables / sédiments sablo-vaseux sur les berges en érosion Sites (potentiellement : St Christoly, Saint Genès de Blaye, St Ciers à St Sorlin...) et volumes valorisables à déterminer	Solution ponctuelle Difficulté de mise en œuvre plus importante qu'un simple clapage	Zone de valorisation : augmentation potentielle temporaire des MES pendant les travaux A moyen-long terme, action qui permet de lutter ponctuellement contre l'érosion des berges  Autres secteurs de l'estuaire : confinement des matériaux qui vise à diminuer les MES dans l'estuaire	Zone de valorisation : destruction des habitats en place au profit du développement d'autres habitats Cependant, mise en place d'une morphologie favorable pour le développement d'habitats: intertidaux, schorre, roselière, prairie...  Autres secteurs de l'estuaire : confinement d'un volume de sédiments dragués sur un site ce qui limite la remise en suspension et les dépôts sur le reste de l'estuaire	Remplacement d'un habitat par un autre avec une plus-value environnementale qui va dans le sens d'une amélioration pour la ressource halieutique	Confinement qui limite la contamination dans la colonne d'eau	Dépend de la localisation du site d'érosion	Pas d'incompatibilité majeure	Non chiffrable à ce stade de l'étude
	Création d'une zone de transit pour la valorisation des sables	Stockage temporaire des sédiments avant valorisation Localisation : à déterminer suivant les besoins	Difficulté de mise en œuvre du fait des volumes à gérer et de la présence d'eau salée	Valorisation à terre ce qui va dans le sens de la réduction des MES <b>Nota : pour comblement des gravières : gestion de la salinité des sédiments dragués</b>	Pas d'incidence directe	Pas d'incidence directe	Valorisation à terre qui limite les risques de désorption des contaminants Présence de sel dans les eaux d'égouttage à considérer	Zone de transit : usages des sites à prendre en compte	Pas d'incompatibilité majeure	Coût supplémentaire important
	Remblaiement de terrain (port ou autres)	Valorisation des sédiments en matériaux de remblais lors de la réalisation d'ouvrages portuaires Localisation : à proximité es zones de dragage Volume concernés : 0,6 Mm3 (Verdon, Grattequina, Sabarèges)	Difficulté de mise en œuvre et de la concomitance ou non des opérations					-	Pas d'incompatibilité majeure	Coût supplémentaire important
	Comblement d'anciennes gravières	Contraintes réglementaires fortes liées à la présence des chlorures dans les sédiments	Difficulté de mise en œuvre et problématique de sels					-	<b>Sédiments contenant des chlorures</b>	Coût supplémentaire important
Recherche	Bio-dragage pour les BAF	Destruction de la matière organique contenue dans les sédiments	Etape préliminaire de caractérisation des sédiments. Phase d'expérimentation obligatoire avant le passage à l'opérationnel	Réduction très faible du volume de sédiments à évacuer	Difficilement évaluable	Difficilement évaluable	Dégradation des contaminants organiques.	-	-	Non chiffrable à ce stade de l'étude

Ce scénario s'appuie sur les principales actions actuellement en place :

- Utilisation de la DAM avec immersion des sédiments sur la majorité des zones de vidage existantes et l'absence d'immersion sur les zones intertidales ;
- Stratégie d'immersion : les zones de vidage privilégiées sont celles au droit des passes ou en aval immédiat, ce qui limite notamment les coûts des opérations (à l'exception de la période 15 mai -15 juillet pour les zones d'immersion 3.2 à 3.7);
- Dragage en fonction de l'hydrologie.

Ces actions ont montré leur intérêt technico-économique mais également environnemental.

Cependant, afin d'optimiser ces pratiques, d'autres actions ont été prises en compte dans ce scénario, dont les principales sont :

- L'action liée à la fenêtre biologique vise à limiter les immersions pendant les périodes les plus favorables au développement du milieu vivant et sur des zones sensibles. Il s'agit d'une action forte de « principe environnemental » pour laquelle il n'existe pas de retours d'expérience permettant de s'assurer de l'efficacité de la mesure. De plus, si cette action est mise en place, il est très difficile d'en mesurer l'efficacité sur le milieu vivant.

De plus, l'absence d'immersion sur les zones 3.2 à 3.7 est une contrainte technique et économique très forte.

- L'action de mise en œuvre de la DIE vise à :
  - Réduire les volumes immergés par la DAM (intérêt technico-économique) ;
  - Limiter l'étendue des MES liées aux opérations de dragage/immersion en canalisant les MES dans la partie basse du chenal, ce qui tend à améliorer la qualité des eaux et limiter les effets sur le milieu vivant.
- La création de nouvelles zones permet d'offrir la possibilité de répartir les sédiments sur une zone plus importante et réduire ainsi les dépôts (rappel : ces zones sont dispersives). Il conviendra de réaliser des études – investigations complémentaires pour ces nouvelles zones afin de déterminer précisément les effets sur celles-ci. La création d'une zone de clapage au large de l'estuaire, si elle présente des avantages par rapport au référentiel de l'estuaire (diminution des MES...), nécessitera probablement une réorganisation du parc de dragage avec des coûts supplémentaires (temps de transport important). Enfin, cette action risque de faire l'objet d'une forte opposition des professionnels de la pêche, notamment.
- La pratique du rejet à l'Américaine (à titre expérimental), sous certaines conditions qui permet d'intervenir rapidement, en cas de situation exceptionnelle pour maintenir les accès. Les effets de cette pratique sur l'environnement restent néanmoins très discutés ; cependant les volumes concernés sont négligeables par rapport à ceux mis en jeu par la nature (cf. Etude d'impact 2004)
- Les actions expérimentales de valorisation des sédiments (création d'îles, protection des berges, valorisation à terre) : si ces actions présentent un coût supplémentaire important, elles permettent de limiter les remises en suspension dans l'estuaire et de confiner les matériaux, limitant ainsi la désorption des contaminants.
- L'action de répartir les sédiments dragués sur l'ensemble d'une zone de vidage permet de limiter les épaisseurs de dépôts. Cette stratégie a une incidence technico-économique limitée mais semble favorable pour le milieu vivant ;
- L'harmoniser des procédures et des suivis des activités de dragage pour l'ensemble des petits ports ; harmonisation / respect des périodes/fenêtres de rejet, réflexion commune sur les modes de gestion des dragages d'entretien, homogénéisation des suivis (protocole commun : chimie, macrobenthos...).

#### **4.2.3. Bilan**

Le scénario « optimisation des pratiques actuelles » est issu en grande partie des actions d'optimisation technico-économiques existantes (réduction des distances et des durées de transport entre la zone dragage et de vidage...) qui ont également montré leur intérêt sur le plan environnemental.

De nouvelles pratiques ont été ajoutées pour optimiser les pratiques actuelles et présentent un double intérêt technique et environnemental :

- La mise en œuvre de la DIE : optimisation du travail de la DAM, emprise limitée des MES sur le fond ;
- La mise en place de nouvelles zones de vidage : réduction des temps de transport, limite les épaisseurs de dépôts sur les zones de vidage.

De plus, ce scénario intègre de nouvelles expérimentations (valorisation à terre, création d'îles, protection berges...) qui pourront présenter une plus-value environnementale (réduction des volumes immergés dans l'estuaire, réduction des MES et de la contamination dans l'estuaire, création de nouveaux habitats...) ; elles restent cependant à étudier dans le détail pour vérifier leur faisabilité et leur intérêt.

Enfin, ce scénario est marqué par la limitation d'immerger localement et temporairement. Si cette action repose sur un objectif environnemental fort, il sera difficile d'en mesurer les gains, notamment par des investigations de terrain.

## **ANNEXE : SCHEMA - : REPRESENTATION SPATIALE DES SCENARII**

## IMMERSION

### Zones d'immersion

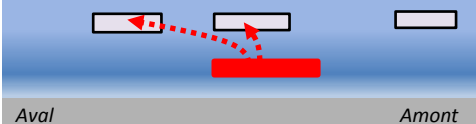
18 zones de vidage  
(1.1 à 4.4)

Absence d'immersion sur les  
zones intertidales

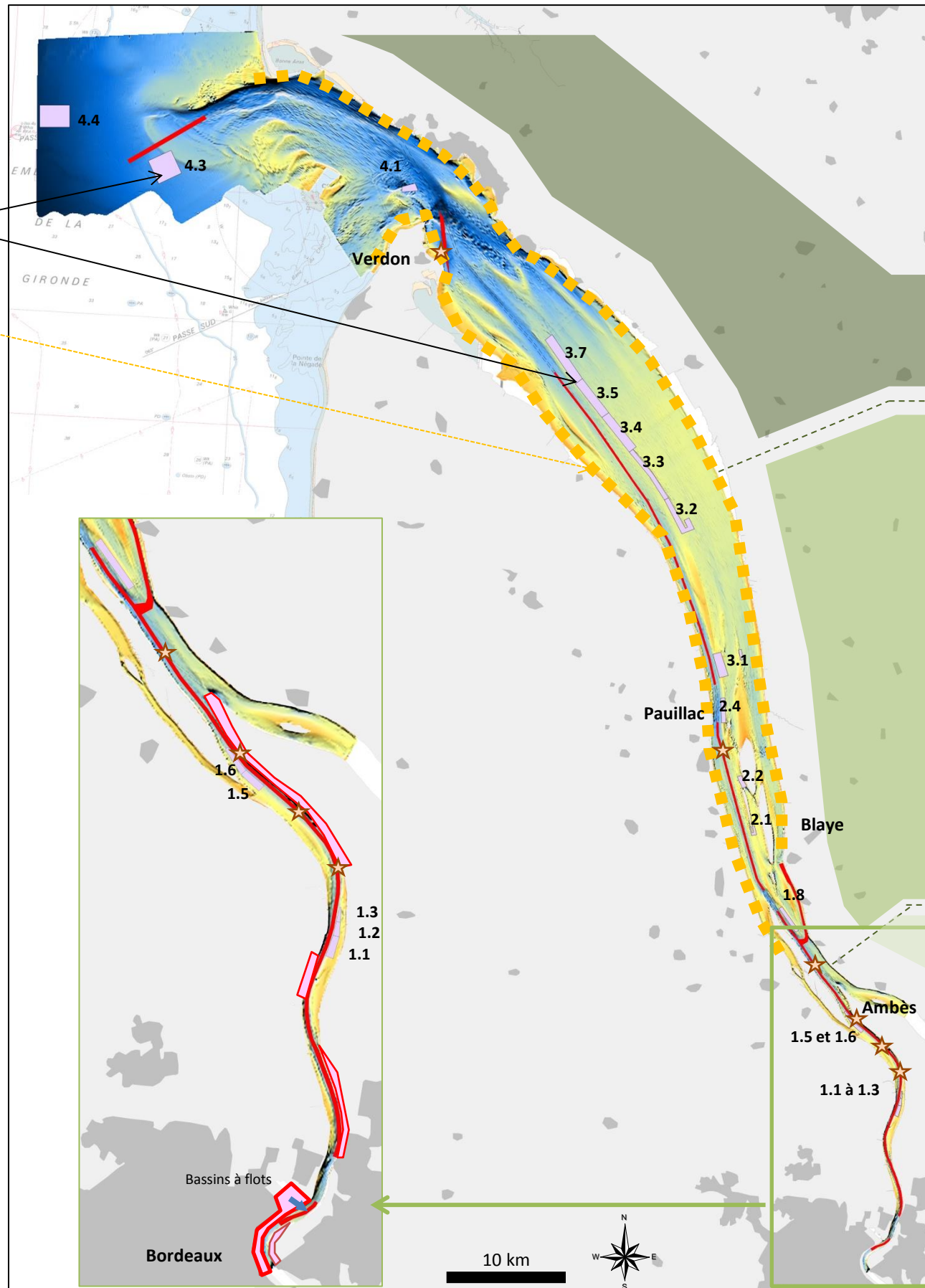
### Pratique d'immersion

Recherche d'une distance  
minimale entre zone draguée et  
zone de vidage

Zones de vidage privilégiées



DAM : Drague Aspiratrice en Marche  
DAB : Drague à Benne  
DAS : Drague Aspiratrice Stationnaire  
DIE : Dragage à Injection d'Eau



## DRAGAGE

### Outils de dragage

- DAM Anita Conti + DIE
- ▭ DAB La Maqueline + DIE
- ➔ DAS et rejet fil de l'eau
- ★ DIE (chantiers)

Mode de dragage :  
Période d'intervention  
en fonction de l'hydrologie

### Estuaire aval :

*Dragage intensif* : mai à juin  
*Dragage par anticipation* : août à oct.

### Estuaire intermédiaire:

*Dragage intensif* : sept. à nov.  
*Dragage par anticipation* : déc. à fév.

### Estuaire amont :

*Dragage intensif* : sept. à nov.  
*Dragage par anticipation* : déc. à fév.

**Ce scénario correspond au maintien des actions de dragage et immersion  
actuellement en place.**



## IMMERSION

### Zones d'immersion

15 zones de vidage (1.5 à 4.4)

#### 4 nouvelles zones :

- Fosses : aval des passes de Ile Verte, Pauillac et Chambrette)
- Zone au large de l'estuaire

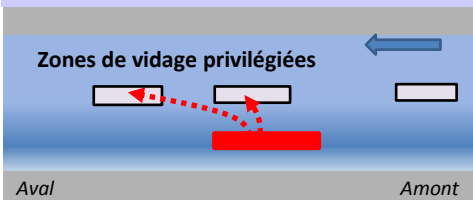
Anciennes zones d'extraction des granulats

Absence d'immersion sur les zones intertidales

Nota : suppression des zones dans la Garonne (1.1, 1.2 et 1.3)

### Stratégies d'immersion

Recherche d'une distance minimale entre zone draguée et zone de vidage



Répartition des clapages sur l'ensemble de la zone de vidage

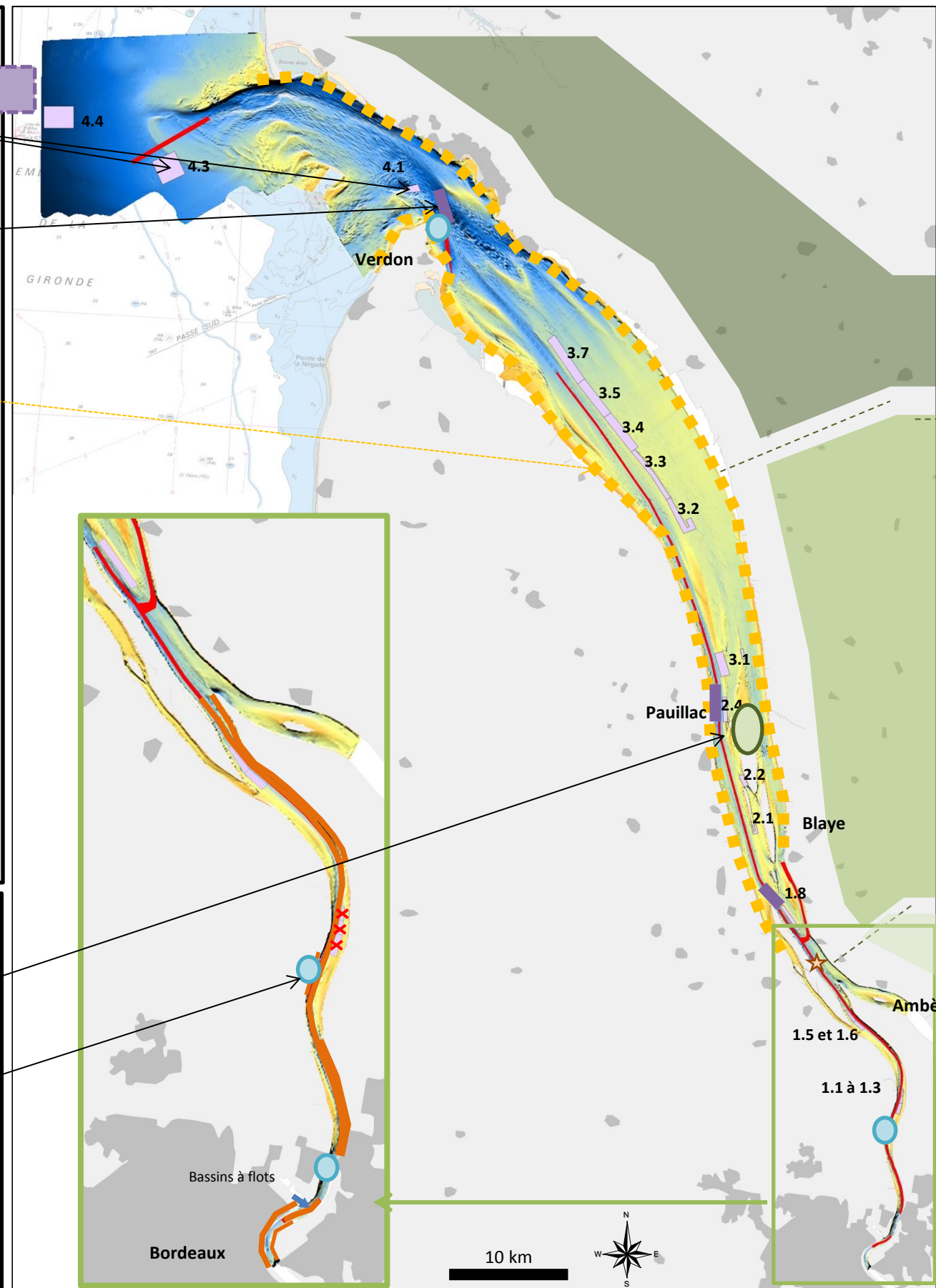
## VALORISATION - EXPÉRIMENTATIONS

Création d'île(s)  
(par exemple : aval de l'île de Patiras)

Remblais portuaires  
(Verdon, Grattequina, Bassens)

Renforcement des berges/rives : zones à déterminer (potentiellement au niveau de St Christoly à St Yzans, St Ciers à St Sorlin et Saint Genès)

Comblement d'anciennes gravières



DAM : Drague Aspiratrice en Marche  
DAS : Drague Aspiratrice Stationnaire  
DIE : Dragage à Injection d'Eau

## DRAGAGE

Mode de dragage : période d'intervention selon arrêt technique et intervention de sécurité

Période 15 juillet au 15 mai

Estuaire aval :  
Dragage intensif : mai à juin  
Dragage par anticipation : août à oct.  
Immersion sur les zones à proximité

Période du 15 mai au 15 juillet

Estuaire aval :  
Dragage intensif mais arrêt des immersion sur les zones 3.2 à 3.7  
-> immersion en 2.4, 3.1 et 4.1

Estuaire intermédiaire:  
Dragage intensif : sept. à nov.  
Dragage par anticipation : déc. à fév.

Estuaire amont :  
Dragage intensif : sept. à nov.  
Dragage par anticipation : déc. à fév.

### Outils de dragage

- DAM Anita Conti + DIE
- DIE (passes + souilles/postes quai non accessibles à la DAM)
- DAS et rejet fil de l'eau