



SMIDDEST


SYNDICAT MIXTE POUR LE DEVELOPPEMENT
DURABLE DE L'ESTUAIRE DE LA GIRONDE
12, RUE SAINT-SIMON
33 390 BLAYE

ÉLABORATION DU REFERENTIEL DE PROTECTION CONTRE LES INONDATIONS SUR L'ESTUAIRE DE LA GIRONDE



RESUME TECHNIQUE

NOVEMBRE 2010
N°431 09 90

 AGENCE DE BORDEAUX Le Rubis – 10 rue Gutenberg B.P. 30281 33697 MERIGNAC CEDEX Tél. : 05 56 13 85 82 Fax : 05 56 13 85 63	N° Affaire	4310990			Établi par	Vérifié par	Date du contrôle
	Date	Novembre 2010			Antoine LYDA Yvon MENSENCAL	Denis LARTIGUE Yvon MENSENCAL	Novembre 2010
	Indice	A	B	C			

I. SOMMAIRE

1.	INTRODUCTION	1
2.	PHASE 1	3
2.1.	ÉTAPE 1 : ACQUISITION DES DONNEES	3
2.2.	ÉTAPE 2 : CONSTRUCTION DU MODELE.....	4
2.3.	ÉTAPE 3 : CALAGE ET VALIDATION DU MODELE.....	4
2.4.	ÉTAPE 4 : DEFINITION DES EVENEMENTS DE REFERENCE.....	5
2.4.1.	<i>ANALYSES STATISTIQUES</i>	<i>5</i>
2.4.2.	<i>ANALYSE DES EVENEMENTS HISTORIQUES</i>	<i>7</i>
2.4.3.	<i>ÉVENEMENTS DE REFERENCE REGLEMENTAIRES</i>	<i>8</i>
2.5.	ÉTAPE 5 : ANALYSE DU SYSTEME DE PROTECTION	12
2.5.1.	<i>ÉTAT VISUEL DES DIGUES</i>	<i>12</i>
2.5.2.	<i>SUBMERSIBILITE DES DIGUES.....</i>	<i>12</i>
2.5.3.	<i>RISQUE DE DEFAILLANCE DES DIGUES.....</i>	<i>13</i>
2.5.4.	<i>CONCLUSIONS.....</i>	<i>13</i>
2.6.	ÉTAPE 6 : AMELIORATION DE LA CONNAISSANCE DE L'ALEA.....	14
2.6.1.	<i>INONDABILITE SANS DIGUE.....</i>	<i>15</i>
2.6.2.	<i>INONDABILITE PAR RUPTURE DE DIGUES.....</i>	<i>19</i>
2.6.3.	<i>ENJEUX.....</i>	<i>22</i>
2.7.	ÉTAPE 7 : GRANDS EQUILIBRES DE L'ESTUAIRE : ORIENTATIONS DU SCHEMA.....	24
2.8.	ÉTAPE 8 : SCHEMA D'AMENAGEMENT GLOBAL DE L'ESTUAIRE.....	25
2.8.1.	<i>PRINCIPES.....</i>	<i>25</i>
2.8.2.	<i>PROTECTION DES ENJEUX ADAPTEE AU FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE DU SYSTEME</i>	<i>26</i>
2.8.3.	<i>MESURES COMPENSATOIRES</i>	<i>27</i>

II. LISTE DES FIGURES

FIGURE 1 : AIRE D'ETUDE.	2
FIGURE 2 : REPARTITION STATISTIQUE DES COEFFICIENTS DE MAREE.	5
FIGURE 3 : LIGNES D'EAU MAXIMALES DES DIFFERENTS EVENEMENTS.....	10
FIGURE 4 : SYNTHESE DES ALEAS CROISEE AVEC LES ENJEUX MAJEURS.	23
FIGURE 5 : PREMIERE EBAUCHE DU SCHEMA D'AMENAGEMENT.....	28

III. LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1 : DEBITS FLUVIAUX CARACTERISTIQUES.....	5
TABLEAU 2 : SURCOTES MARINES.....	6
TABLEAU 3 : ANALYSE STATISTIQUE DES NIVEAUX D'EAU MAXIMAUX AUX MAREGRAPHES DU PAB.	6
TABLEAU 4 : SYNTHESE DES NIVEAUX D'EAU MAXIMAUX AUX MAREGRAPHES.	11

1. INTRODUCTION

Le SMIDDEST (Syndicat Mixte pour le Développement Durable de l'Estuaire de la Gironde), le SYSDAU (Syndicat Mixte du Schéma de l'Aire Métropolitaine Bordelaise), la CUB (Communauté Urbaine de Bordeaux) et l'État ont souhaité mettre en place un outil d'aide à la décision pour la gestion des zones inondables de l'estuaire de la Gironde.

Dans cette optique, le RIG (Référentiel Inondation Gironde) a été élaboré. **Ce référentiel technique est un outil évolutif et pérenne qui permet de connaître, d'orienter et de définir des prescriptions de protection et de gestion des zones inondables de l'estuaire de la Gironde.**

Ces applications feront suite à une harmonisation des orientations d'aménagement à l'échelle de l'estuaire.

L'aire d'étude, présentée sur la figure n°1, est composée des secteurs soumis à l'influence maritime et fluvio-maritime jusqu'aux limites des crues fluviales.

Le terme estuaire signifie ici l'ensemble du secteur d'étude, à savoir l'estuaire de la Gironde et les parties fluviales de la Garonne et de la Dordogne sous influence marine, respectivement jusqu'à La Réole et Pessac-sur-Dordogne.

Ce référentiel est constitué de deux éléments :

- ⇒ une base de données permettant de collecter et de tracer l'information sur l'estuaire : RISKFRAME, développée par INFOTERRA,
- ⇒ un outil de modélisation hydraulique de la propagation des niveaux fluvio maritimes exceptionnels : TELEMAC, développé par EDF.

L'outil base de données permet la mise en commun des informations des différents secteurs présents sur l'estuaire. Il est enrichi par les résultats issus du modèle hydraulique.

Afin de satisfaire à ces objectifs, la présente étude se décompose en 2 phases :


- Phase 1 : mise en œuvre du référentiel et définition des grandes orientations de protection à l'échelle de l'estuaire,
- Phase 2 : réalisation d'études d'aménagement et de gestion des zones inondables répondant aux besoins des différents partenaires.

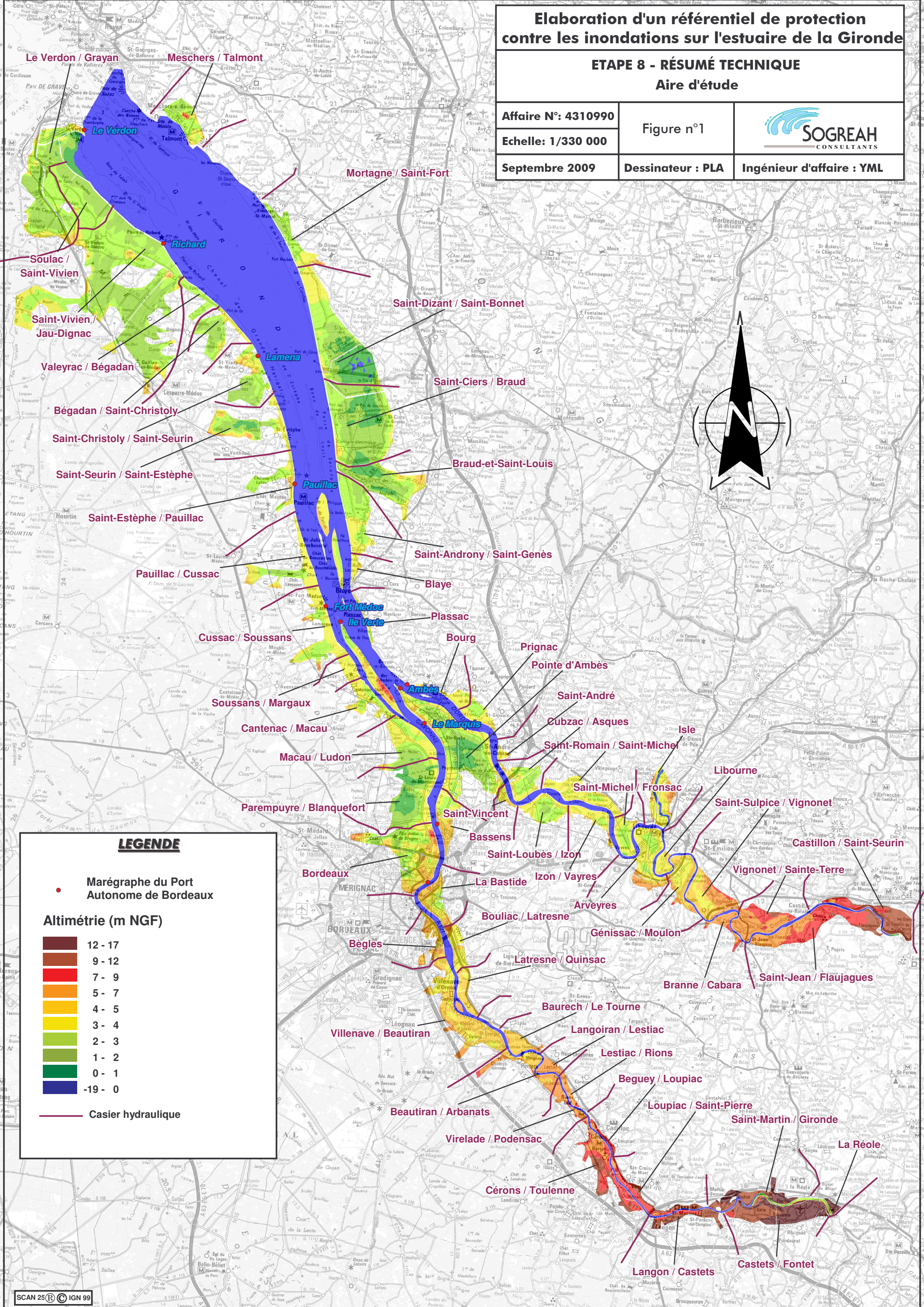
Notons bien que les résultats obtenus au cours de la phase 1 sont à interpréter à une échelle globale, les études de détail n'intervenant que lors de la phase 2. Le modèle d'ensemble mis en œuvre dans la première phase de l'étude possède une échelle spatiale de résolution en lit majeur de l'ordre de 500 mètres. L'exploitation des résultats permet donc des analyses à l'échelle des casiers hydrauliques du lit majeur et non à une échelle parcellaire.

Elaboration d'un référentiel de protection contre les inondations sur l'estuaire de la Gironde

ETAPE 8 - RÉSUMÉ TECHNIQUE

Aire d'étude

Affaire N°: 4310990	Figure n°1	
Echelle: 1/330 000		
Septembre 2009	Dessinateur : PLA	Ingénieur d'affaire : YML



LEGENDE

● Marégraphe du Port Autonome de Bordeaux

Altimétrie (m NGF)

- 12 - 17
- 9 - 12
- 7 - 9
- 5 - 7
- 4 - 5
- 3 - 4
- 2 - 3
- 0 - 1
- 19 - 0

— Casier hydraulique

2. PHASE 1

La phase 1 du référentiel de protection contre les inondations sur l'estuaire de la Gironde comprend la réalisation de l'outil référentiel (base de données et modèle hydraulique), et son exploitation, de manière à élaborer un schéma d'aménagement et de gestion des zones inondables à l'échelle globale de l'estuaire de la Gironde.

Elle se décompose en 9 étapes qui font chacune l'objet d'un rapport indépendant :

- ↪ Étape 1 : Acquisition des données
- ↪ Étape 2 : Construction du modèle
- ↪ Étape 3 : Calage et validation du modèle
- ↪ Étape 4 : Définition des événements de référence
- ↪ Étape 5 : Connaissance du système de protection
- ↪ Étape 6 : Amélioration de la connaissance de l'aléa
- ↪ Étape 7 : Grands équilibres de l'estuaire : orientations du schéma
- ↪ Étape 8 : Définition du schéma de gestion des zones inondables de l'estuaire de la Gironde
- ↪ Étape 9 : Mise à disposition du référentiel

Le contenu et les principales conclusions issues de chacune de ces phases sont détaillés dans les paragraphes suivants.

2.1. ÉTAPE 1 : ACQUISITION DES DONNEES

L'étape 1 consiste à collecter ou acquérir l'ensemble des données nécessaires à l'élaboration de l'outil de modélisation, ainsi qu'en son calage et en son exploitation. Ces données, permettant une meilleure connaissance du fonctionnement hydraulique de l'estuaire, sont notamment les suivantes :

- Données hydro-météorologiques :
 - données d'informations de crues (laisses de crue), notamment celles issues de la tempête de décembre 1999,
 - les données marégraphiques et limnimétriques pour 17 évènements historiques ayant générés de forts niveaux d'eau sur le secteur d'étude,
 - les données météorologiques (vent) pour différentes stations Météo-France,
- Données bathymétriques : sur l'estuaire de la Gironde (plans Généraux du PAB), la Dordogne et la Garonne,
- Données topographiques :
 - les données du terrain naturel (données CUB, levés terrestres anciens de la DDE33, photo-restitution réalisée spécifiquement dans le cadre de la présente étude,....)
 - les données spécifiques aux digues : levé topographique terrestre réalisé sur plus de 230 km en rives gauche et droite de l'estuaire et informations disponibles auprès des syndicats de digues,
- ...

L'ensemble des informations recueillies est intégré dans l'outil base de données / SIG, développé spécifiquement pour cette étude.

A noter qu'un levé photographique aérien de l'ensemble de la zone, permettant l'élaboration d'un Modèle Numérique de Terrain (restitution de l'altimétrie et des lignes de force) est réalisé dans le cadre de cette étape n°1. Au total, le secteur d'étude est couvert à l'aide de 22 axes de vol, lors desquels 2534 clichés sont réalisés, couvrant ainsi une superficie de 2 625 km².

2.2. ÉTAPE 2 : CONSTRUCTION DU MODELE

Au cours de cette seconde étape, le modèle hydrodynamique bidimensionnel est construit de façon à respecter les contraintes suivantes :

- une précision forte sur la représentation des écoulements en lit mineur (10 cm maximum sur les niveaux maximaux) afin de représenter correctement la distribution spatiale des flux de débordement,
- une bonne représentativité des principaux phénomènes responsables des débordements (marée, débits des rivières, surcotes, vent,...),
- l'intégration du ressuyage principal du lit majeur,
- la rapidité des temps de calcul (2 h sur PC pour 5 jours de calcul simulés),
- l'inter-opérationnalité, qui permet des raffinements de haute précision à l'échelle locale.

2.3. ÉTAPE 3 : CALAGE ET VALIDATION DU MODELE

Le calage du modèle a pour but de déterminer, à partir d'un nombre limité d'événements, les paramètres de contrôle de la modélisation hydraulique qui régissent la dynamique des écoulements. Le paramètre principal sur lequel le réglage a porté est le coefficient de frottement des fonds. Celui-ci a été ajusté afin de représenter le rôle de la nature des fonds pour le lit mineur (gravier, sable, vase...) et de l'occupation du sol pour le lit majeur (zone urbaine, prairies, forêts, ...) sur la dynamique des écoulements.

Le modèle a été calé à partir des mesures disponibles (marégraphes, stations limnimétriques, laisses de crues,...) pour 5 événements historiques retenus ; il a ensuite été validé pour 5 événements hydro-météorologiques différents.

Tous ces événements ont été choisis au cours de l'étape 4 qui s'est déroulée en parallèle de cette étape 3. En effet, c'est à partir de l'analyse des événements historiques qu'une typologie des événements générant des niveaux d'eau importants a été déterminée. Cette dernière a permis de choisir les événements à modéliser dans l'étape 3, de manière à représenter l'ensemble des familles d'événements hydrométéorologiques pouvant être observés sur le secteur d'étude.

L'étape de validation a permis de vérifier la bonne représentation par le modèle de l'ensemble de la gamme des événements pouvant générer des niveaux d'eau importants, en respectant les critères de précision définis dans le cahier des charges de l'étude, à savoir une précision de +/- 10 cm sur ces niveaux maximaux aux marégraphes du PAB avec une tolérance sur l'instant d'apparition de +/- 30 min.

Les emprises des zones inondées ainsi que les niveaux d'eau maximaux en lit majeur déterminés à l'aide du modèle sont cohérents avec ceux issus des enquêtes de terrain. L'échelle de résolution spatiale du modèle de grande emprise (500 mètres en moyenne) peut cependant amener des différences locales si l'échelle d'analyse devient trop fine : en effet le modèle ne permet pas de déterminer un niveau de détail topographique et hydraulique inférieur à la taille des mailles le définissant.

2.4. ÉTAPE 4 : DEFINITION DES EVENEMENTS DE REFERENCE

L'objectif de cette étape est de définir, sur la base d'une analyse des paramètres hydrométéorologiques, les événements de référence à retenir pour la suite de l'étude. En préalable, une caractérisation des différents paramètres hydro-météorologiques générateurs de niveaux d'eau observés sur le secteur d'étude est menée.

2.4.1. ANALYSES STATISTIQUES

Ces analyses statistiques ont permis d'estimer les temps de retour associés aux paramètres hydrométéorologiques suivants :

- les débits fluviaux,
- les coefficients de marée,
- les surcotes océaniques,
- les niveaux maximaux aux marégraphes.

La synthèse de ces analyses est présentée ci-après.

2.4.1.1. DEBITS FLUVIAUX

Pour chaque station, les analyses proviennent de la DIREN.

Cours d'eau	Station	BV (km ²)	Débits en m ³ /s pour une période de retour en années de :					
			5	10	20	30	50	100
Isle	Abzac	3752	358	423	485	521	565	626
Dronne	Coutras	2816	300	370	438	478	526	592
Dordogne	Pessac/Dordogne	14976	2190	2700	3090	3350	3650	4080
Garonne	La Réole	53100	4700	5700	6300	6700	7100	7700

Tableau 1 : Débits fluviaux caractéristiques.

2.4.1.2. COEFFICIENTS DE MAREE

Les résultats de l'étude de Gougeinheim, réalisée en 1953 et définissant la répartition statistique des coefficients de marée en se basant sur 17 années consécutives, sont présentés dans le tableau ci-dessous en termes de pourcentages relatifs et cumulés d'apparition des coefficients de marée :

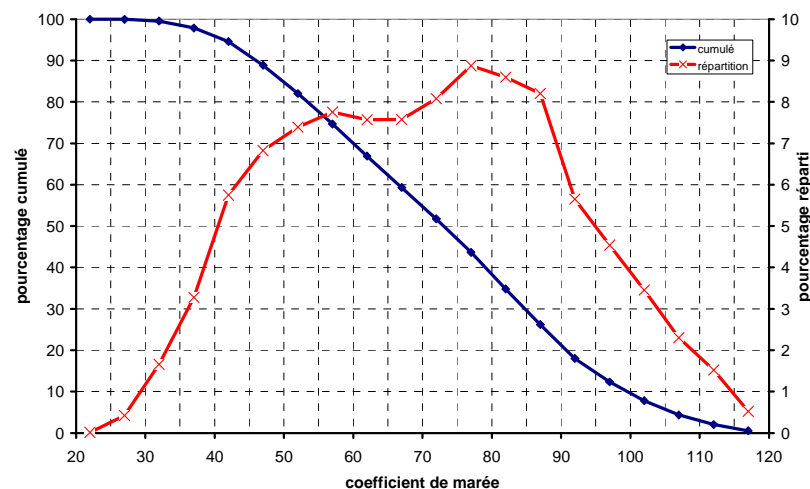


Figure 2 : Répartition statistique des coefficients de marée.

Les cotes atteintes de pleine et de basse-mer au niveau du Verdon (pointe de Grave) sont les suivantes (pour des marées sans surcotes particulières) :

Coefficient de marée	50	70	80	100	115
Cote de basse-mer au Verdon (m NGF)	-0,78	-1,18	-1,32	-1,76	-2,01
Cote de pleine-mer au Verdon (m NGF)	1,7	2,09	2,24	2,68	2,93

2.4.1.3. SURCOTES OCEANIQUES

Le tableau ci-dessous présente les analyses statistiques des surcotes de pleine-mer menées dans le cadre de 2 études : une étude SOGREAH, menée en 1992 sur les surcotes de pleine-mer au Verdon, et une étude CETMEF, menée en 2000 sur les surcotes en pleine-mer à la Pointe de Grave.

Période de retour (années)	Surcote de pleine-mer (cm)	
	Étude Sogreah	Étude CETMEF
2	76	72
5	92	78
10	104	85
50	129	103
100	140	109

Tableau 2 : Surcotes marines.

2.4.1.4. NIVEAUX MAXIMAUX AUX MAREGRAPHES

Dans le cadre de cette étude, l'analyse statistique réalisée en mai 1998 par le Port Autonome de Bordeaux (PAB) a été actualisée avec des données allant jusqu'en 2008, ce qui a permis l'intégration des niveaux d'eau maximaux mesurés ou observés lors de la tempête de décembre 1999 et a également permis d'ajuster les valeurs calculées en 1998, sans pour autant les remettre en cause.

Niveaux d'eau maximaux aux marégraphes du PAB (loi de Gumbell) (m NGF IGN69)							
Temps de retour	Bordeaux	Le Marquis	Fort Médoc	Pauillac	Laména	Pointe Richard	Le Verdon
2	4,65	4,31	4,05	3,85	3,63	3,34	3,23
5	4,77	4,45	4,18	3,96	3,79	3,45	3,34
10	4,84	4,53	4,26	4,03	3,89	3,52	3,41
50	5,00	4,71	4,44	4,20	4,09	3,68	3,57
100	5,06	4,79	4,52	4,27	4,17	3,75	3,64
200	5,12	4,86	4,59	4,34	4,25	3,82	3,71

Tableau 3 : Analyse statistique des niveaux d'eau maximaux aux marégraphes du PAB.

2.4.2. ANALYSE DES EVENEMENTS HISTORIQUES

Les paramètres hydro-météorologiques associés aux 17 événements historiques ont été caractérisés et analysés.

Des études de sensibilité aux paramètres hydro-météorologiques ont été réalisées de manière à quantifier le rôle, la zone d'influence et l'importance de chaque facteur dans la génération des niveaux d'eaux maximaux. L'influence du vent (intensité, durée, direction), des surcotes océaniques, des marées et des débits fluviaux ont ainsi été déterminés par analyses des résultats de modélisation.

Ces deux analyses ont permis de définir trois familles d'événements générant des niveaux d'eau important sur le secteur d'étude.

Les 3 conclusions principales de l'analyse sont les suivantes :

- ↳ la marée seule ne permet pas de générer des niveaux d'eau extrêmes,
- ↳ l'influence de la combinaison du vent et d'une surcote est très importante, concernant les niveaux d'eau importants,
- ↳ le rôle du débit fluvial est plus important à l'amont de l'agglomération bordelaise pour la Garonne et en amont de Libourne pour la Dordogne. Il peut être qualifié de faible à nul à l'aval.

À partir de cette analyse, trois familles d'événements hydrométéorologiques générant des niveaux très importants ont été définies :

- **TEMPETE** : marée moyenne (coefficient entre 75 et 99) et vents très forts (supérieurs à 100 km/h),
- **MARITIME** : marée forte (coefficient supérieur à 100) et vents moyens à forts (supérieurs à 50 km/h),
- **FLUVIAL** : temps de retour des débits de pointe de la Garonne et/ou de la Dordogne supérieurs à 10 ans.

2.4.3. ÉVENEMENTS DE REFERENCE REGLEMENTAIRES

Un **événement** est défini par des conditions hydrométéorologiques associées, à savoir la marée, la surcote maritime au Verdon, les chroniques de vent et les débits fluviaux.

2.4.3.1. ÉVENEMENTS DE REFERENCE ACTUELS

Rappel : sur l'estuaire de la Gironde, les événements de référence réglementaire alors en vigueur correspondaient à des événements théoriques, déterminés en l'absence d'évènement historique d'occurrence centennale ou plus au moment de leur élaboration. Depuis, la tempête de 1999 a eu lieu, générant des niveaux d'eau dans l'estuaire dépassant les niveaux les niveaux centennaux, ce qui a justifié les études en cours.

Trois événements de référence étaient jusqu'alors en vigueur dans le secteur d'étude. Deux de ces événements de référence sont de période de retour centennale, l'autre est un événement exceptionnel dont la période de retour est largement supérieure à 100 ans :

- Évènement de référence centennial valable sur l'aire du schéma directeur de l'agglomération bordelaise : marée théorique du 14 au 18 octobre 1997 (coefficient maximal de 115) avec une surcote variable de valeur maximale de 0,79 m au Verdon, des débits centennaux dans les fleuves ; le vent n'est pas représenté spécifiquement mais les niveaux obtenus, si on se reporte à la période de retour, l'intègrent.
- Évènement de référence centennial valable à l'aval du secteur suscit : marée théorique du 14 au 18 octobre 1997 avec une surcote variable de valeur maximale de 1,00 m au Verdon, des débits de 1 500 m³/s dans la Garonne et 800 m³/s dans la Dordogne ; comme précédemment, le vent n'est pas représenté mais les niveaux obtenus l'intègrent.
- Évènement exceptionnel : décidé en concertation par les différents services de l'Etat, il a été défini en 1993 pour cartographier les zones d'expansion dans l'agglomération bordelaise élargie. Il représente la concomitance d'une marée de coefficient 118, d'une surcote au Verdon de 1,19 m, de débits de la Garonne et de la Dordogne respectivement de 7 200 et 2 720 m³/s et d'un vent sur l'estuaire de 15 m/s (54 km/h).

La Figure 3 situe les niveaux d'eaux maximaux associés aux événements de référence retenus dans le cadre de cette prestation par rapport à ceux des événements réglementaires précédemment en vigueur.

2.4.3.2. DEFINITION DES EVENEMENTS DE REFERENCE REGLEMENTAIRE

Selon le contexte réglementaire (PPRI), l'événement de référence à prendre en compte est l'événement historique le plus important si celui-ci a généré des niveaux d'eau supérieurs aux centennaux, ou à défaut un événement théorique de fréquence centennale. Dans le cadre de la présente étude, ces événements ont été déterminés sur différents secteurs de l'aire d'étude.

Après analyse des événements historiques, trois événements de référence réglementaires ont été retenus :

- événement historique de décembre 1999 (plus hauts niveaux atteints de mémoire ou dans les archives) sur l'estuaire de la Gironde jusqu'à l'aval de Cadaujac et Quinsac sur la Garonne, et jusqu'à Fronsac sur la Dordogne. Cet événement se caractérise par une marée moyenne (coefficient de 77) à laquelle se combine une surcote très forte (1,50 m au Verdon) et des vents violents (194km/h en pointe). Les débits fluviaux de la Garonne et de la Dordogne respectivement de 700 et 550 m³/s. **Cet événement est appelé Evènement de référence Tempête.**
- événement théorique centennal sur la Garonne en amont de Cadaujac en rive gauche et Quinsac en rive droite, basé sur l'imposition d'un hydrogramme centennal pour la Garonne (7 700 m³/s) et quinquennal pour la Dordogne (2 000 m³/s). La marée associée à cet événement est une marée de vive-eau exceptionnelle de coefficient 114. **Cet événement est appelé Evènement de référence fluvial Garonne.**
- événement théorique centennal sur la Dordogne en amont de Fronsac, basé sur l'imposition d'un hydrogramme centennal pour la Dordogne (4 000 m³/s) et quinquennal pour la Garonne (4 800 m³/s). La marée associée à cet événement est une marée de vive-eau exceptionnelle de coefficient 114. **Cet événement est appelé Evènement de référence fluvial Dordogne.**

2.4.3.3. EVENEMENT DE REFERENCE COMPLEMENTAIRE

L'objectif associé à cet événement est de proposer un événement théorique menant aux mêmes niveaux maximaux que ceux observés pour l'événement historique de décembre 1999 (événement de référence réglementaire sur l'estuaire), mais qui caractérise les événements de type maritime.

L'événement de référence retenu est basé sur les paramètres hydro-météorologiques suivants :

- un cycle de marée réel présentant un coefficient maximum de 115 (cycle du 30 mars 2006),
- une surcote théorique variable au cours du cycle avec un maximum de 66 cm sur la pointe de marée de coefficient 115,
- un vent variable inspiré de la chronique de vent de l'événement de décembre 1995, et adapté à la chronique de surcote imposée, présentant une pointe maximale de 70 km/h (vent ajusté à la surcote sur la base d'une analyse de corrélation entre ces deux paramètres),
- des débits constants de type débits mensuels hivernaux : Garonne : 1 000 m³/s, Dordogne : 700 m³/s et Isle : 300 m³/s.

Cet événement possède un rôle pédagogique mais non réglementaire. **Il présente des paramètres hydro-météorologiques moins exceptionnels que ceux associés à l'évènement de référence Tempête, si ce n'est l'importance du coefficient de marée retenu et la concomitance de la pleine-mer et du pic de surcote, mais génère des niveaux d'eau maximaux équivalents sur l'estuaire.**

Cet événement est appelé événement Maritime.

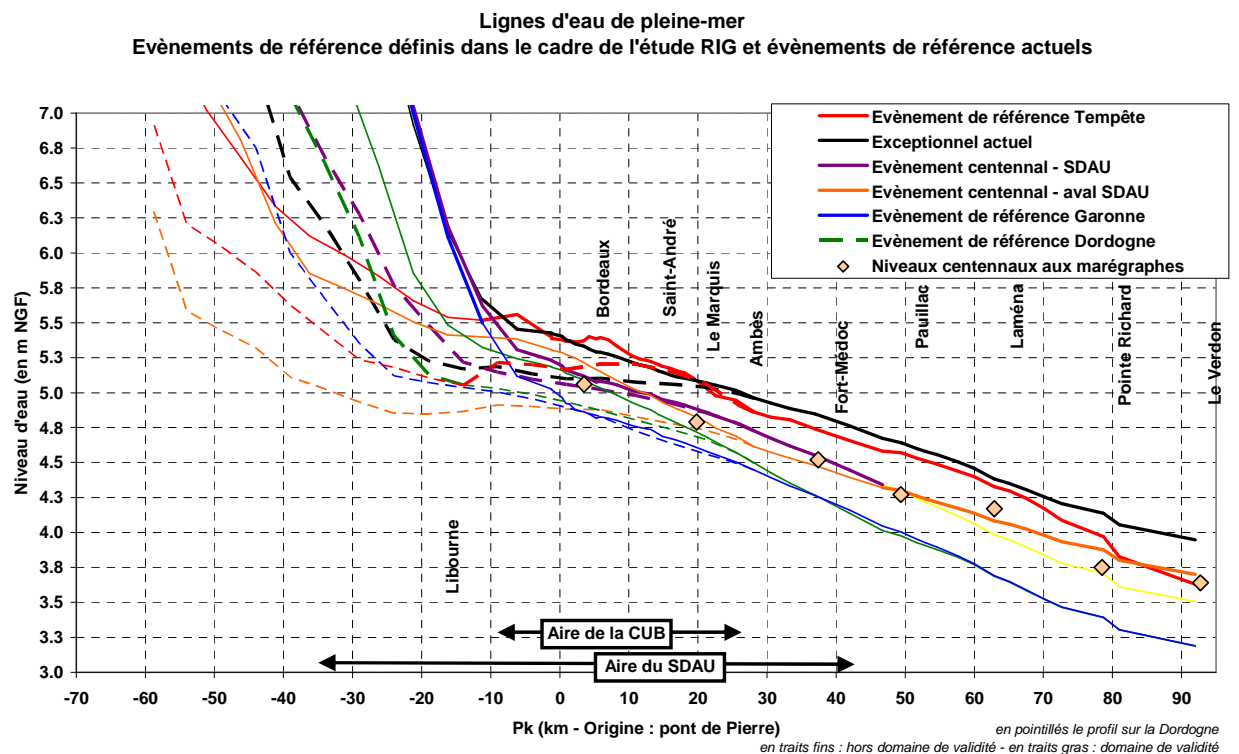
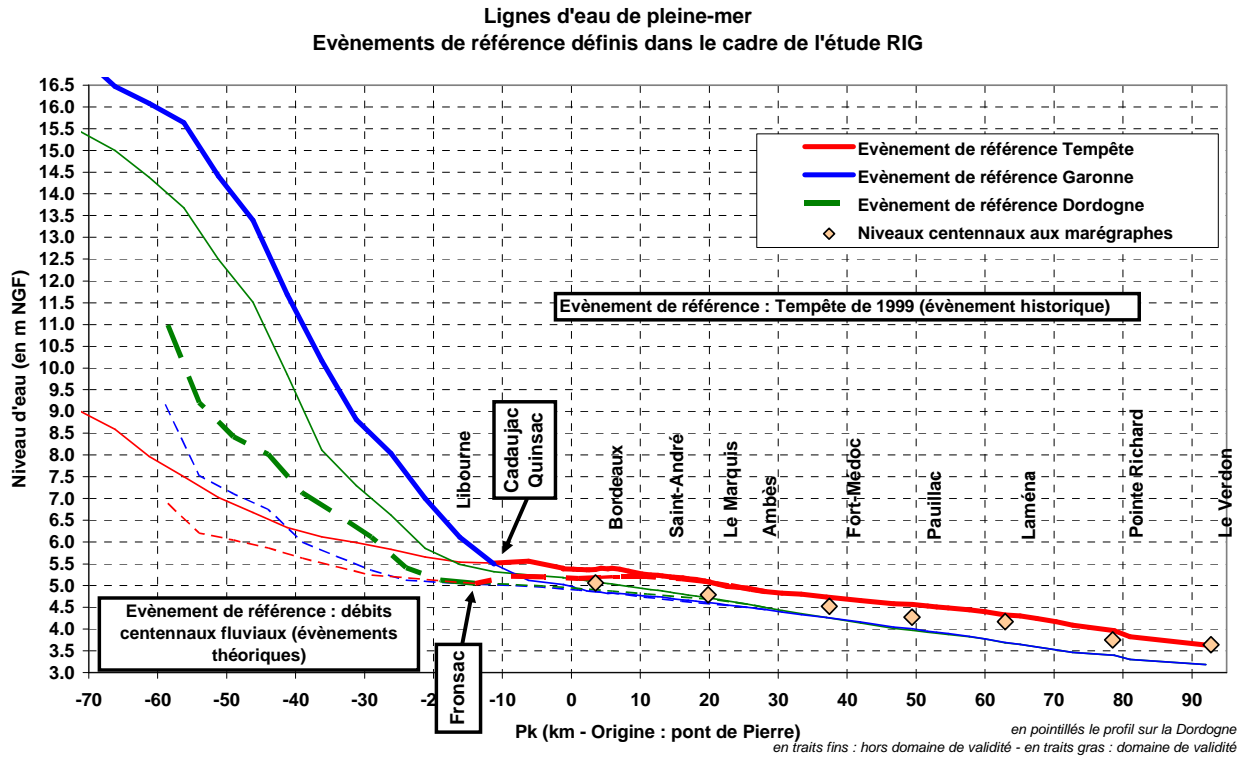


Figure 3 : Lignes d'eau maximales des différents évènements.

2.4.3.4. PRISE EN COMPTE DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Le Comité de Pilotage de l'étude a également retenu la cartographie à titre prospectif de deux évènements à caractère pédagogique permettant de représenter un effet possible du changement climatique. Ces évènements possèdent des paramètres hydro-météorologiques identiques à ceux de l'évènement de référence Tempête, mais le niveau maritime est rehaussé de 20 cm et de 1,0 m.

2.4.3.5. TABLEAU DE SYNTHESE

Le tableau suivant synthétise les cotes maximales en lit mineur obtenues pour les différents évènements hydrométéorologiques étudiés ou définis :

Cotes maximales (m NGF)															
Lieu :	Le Verdon	Pointe Richard	Laména	Pauillac	Fort Médoc	Ambès	Le Marquis	Bassens	Bordeaux	Portets	Langon	La Réole	Saint-André	Libourne	Pessac
PK	93	78	63	49	37.5	25	20	8	3	-20	-45	-70	11	-19	-59
Analyse statistique : niveau décennal (marge de précision à 70%)	3,41 (3,45)	3,52 (3,57)	3,89 (3,93)	4,03 (4,06)	4,26 (-)	-	4,53 (4,57)	-	4,84 (4,87)	-	-	-	-	-	-
Analyse statistique : niveau centennal (marge de précision à 70%)	3,64 (3,71)	3,75 (3,84)	4,17 (4,27)	4,27 (4,32)	4,52 (-)	-	4,79 (4,86)	-	5,06 (5,12)	-	-	-	-	-	-
Cotes observées ou estimées en décembre 1999	3,65	-	4,16	4,52	4,69	4,88	5,04	5,15	5,24	-	-	-	-	-	-
Évènement de référence centennal sur l'aire du SDAU	3,50	3,70	3,98	4,30	4,55	4,78	4,89	5,06	5,12	7,05	13,44	16,84	4,98	5,48	11,18
Évènement de référence centennal sur l'estuaire aval	3,70	3,88	4,08	4,30	4,48	4,69	4,83	5,09	5,22	5,51	6,80	8,91	4,83	4,85	6,33
Évènement exceptionnel	3,95	4,14	4,38	4,64	4,85	5,02	5,09	5,26	5,33	6,91	13,10	16,53	5,07	5,23	10,32
Évènement de référence Tempête (décembre 1999 sans rupture de digue)	3,63	3,97	4,33	4,57	4,74	4,95	5,10	5,33	5,37	5,66	6,68	9,01	5,20	5,11	6,96
Évènement de référence fluvial GARONNE (sans rupture de digue)	3,19	3,39	3,69	4,00	4,27	4,52	4,64	4,84	4,92	6,96	13,44	16,84	4,74	5,07	9,21
Évènement de référence fluvial DORDOGNE (sans rupture de digue)	3,19	3,39	3,69	3,98	4,27	4,58	4,74	4,99	5,10	5,85	11,54	15,21	4,81	5,26	11,18

Tableau 4 : synthèse des niveaux d'eau maximaux aux marégraphes.

2.5. ÉTAPE 5 : ANALYSE DU SYSTEME DE PROTECTION

Cette analyse a permis de définir les grands secteurs homogènes de protection. Elle est basée sur un croisement entre la submersibilité des digues et leur état visuel, qui permet d'apprécier le risque de défaillance de la protection. Les caractéristiques des ouvrages de ressuyage ont également été recensées dans des fiches dédiées.

L'outil base de données permet d'avoir accès à ces fiches ainsi qu'aux caractéristiques des digues (profil en long, matériaux, ...).

Cette analyse a été menée pour les deux rives sur la partie estuaire ainsi que sur la Dordogne en aval de Fronsac (inclus) et sur la Garonne en aval de Bouliac.

2.5.1. ÉTAT VISUEL DES DIGUES

Les indications fournies sur l'état visuel de la digue sont le résultat de l'interprétation visuelle concernant l'aspect EXTERIEUR de la protection par le géomètre. Il ne s'agit absolument pas d'un commentaire concernant l'état de la protection, aucune analyse géotechnique concernant la structure interne de la protection n'ayant été réalisée dans le cadre de la présente étude.

Sur l'ensemble du linéaire cartographié (354 km découpés en 945 tronçons d'aspect visuel homogène), environ 20 % du linéaire présente un aspect visuel moyen ou dégradé. Les secteurs problématiques présentent des longueurs très variables (entre 5 et 5 000 m) et sont répartis de façon hétérogène sur le secteur d'étude. De plus, 10 secteurs affaiblis et 9 brèches dans le système de protection ont été recensés.

L'analyse menée a permis de faire ressortir les secteurs suivants, présentant un aspect visuel dégradé sur des linéaires importants :

- à l'aval de l'estuaire : Saint Seurin de Cadourne et Saint Estèphe,
- au niveau des îles de l'estuaire,
- sur la rive gauche de l'estuaire : Pauillac et Saint-Julien-de-Beychevelle,
- sur la rive droite de l'estuaire : Saint-Genès-de-Blaye, Blaye et Plassac,
- sur la Garonne (essentiellement en rive droite) : Ambès, Flouzac et Bouliac,
- sur la Dordogne (essentiellement en rive droite) : Prignac et Marcamps, Saint-André-de-Cubzac, Cubzac-les-Ponts, Saint-Michel de Fronsac et Fronsac.

2.5.2. SUBMERSIBILITE DES DIGUES

La submersibilité des digues a été caractérisée en se basant sur la hauteur d'eau obtenue sur la crête de la digue pour l'évènement centennal, évènement de référence dans les textes réglementaires jusqu'alors en vigueur. L'analyse menée permet de constater qu'environ 60 % du linéaire étudié (soit plus de 210 km de digues) est submersible pour cet évènement à des amplitudes diverses. Au niveau de l'estuaire et pour les différents affluents, la quasi-totalité des digues en retour au niveau des esteys est submersible.

L'analyse de la submersibilité des digues fait ressortir les points suivants :

- les protections de la partie en aval de Blaye, en rive droite de l'estuaire, possèdent une altimétrie qui les rend insubmersibles pour l'évènement centennal sur quasiment la totalité de leur linéaire,
- sur la rive gauche, entre Saint-Estèphe et Pauillac, les digues sont globalement insubmersibles pour cet évènement, tout comme sur la rive gauche de la Garonne jusqu'à Bordeaux,

- du sud de Pauillac jusqu'à Macau, en rive gauche, la quasi-totalité du linéaire de protection (environ 25 km) est fortement submersible pour cet événement (hauteur déversante supérieure à 50 cm),
- sur la rive droite de la Garonne, les digues sont submersibles d'Ambès à Bordeaux pour l'évènement centennal et au niveau du quartier Bastide (hauteur déversante entre 10 et 50 cm), ainsi qu'à Lormont en aval du pont d'Aquitaine,
- sur la rive gauche de la Garonne, quelques secteurs sont fortement submersibles au niveau de Bacalan pour l'évènement centennal,
- sur la Dordogne, les protections sont submersibles sur la quasi-totalité du linéaire pour cet événement, avec des secteurs fortement submersibles plus fréquents sur la rive droite.

2.5.3. RISQUE DE DEFAILLANCE DES DIGUES

Le croisement entre la submersibilité et l'aspect visuel des digues permet de constater la répartition suivante des risques de défaillance du système de protection (risque de submersion, de rupture ou combinaison des deux phénomènes):

- **risque modéré : 33 % du linéaire total, soit 103 km de digue,**
- **risque moyen à fort : 41 % du linéaire total, soit 130 km de digues,**
- **risque fort à très fort : 26 % du linéaire total, soit 77 km de digues.**

Les secteurs présentant un risque fort à très fort avec des enjeux importants situés en arrière des digues sont listés ci-dessous. Les cartes détaillées sont fournies en annexe du rapport d'étape 5.

Estuaire rive gauche : en arrière des secteurs problématiques se trouvent des zones agricoles ou viticoles, à l'exception de quelques zones urbanisées des communes de Saint-Seurin-de-Cadourne, de Saint-Estèphe et de Cantenac.

Estuaire rive droite : le risque de défaillance est important sur 150 m au sud de Blaye où se situe la gare (limite zone urbaine/zone économique). Au sud de Plassac, une partie urbanisée de la commune (Mandrante) est exposée au risque.

Garonne rive gauche : une partie urbanisée de la commune de Ludon Médoc ainsi que le Château de la Vacherie sur Parempuyre sont concernés par un risque fort. Sur Bordeaux, des portions présentent des risques de défaillance importants sur des zones urbaines ou économiques : au nord de Bordeaux-Lac, sur le secteur de Bacalan, au nord des bassins à flots ainsi qu'au niveau des Chartrons.

Garonne rive droite : sur Ambès, les secteurs concernés sont situés au droit de la raffinerie de pétrole et au droit de l'usine d'Engrais. Sur Saint-Louis-de-Montferand, le secteur sensible se trouve au droit du Balet, où l'arrière des digues est constitué de champs. Néanmoins, ce secteur est encadré par le bourg de Saint-Louis-de-Montferand au nord et par la zone industrielle "Entre deux Esteys" au sud. Sur Floirac, la protection dans son ensemble présente un risque élevé, avec notamment en arrière, la commune de Floirac et sa zone économique.

Dordogne rive gauche : les secteurs présentant un risque fort à très fort de défaillance sont situés sur la commune d'Ambès, au droit de la raffinerie de pétrole sur la pointe ainsi qu'au sud du bourg.

Dordogne rive droite : en arrière des secteurs sensibles se trouvent des zones agricoles ou viticoles hormis un quartier de Cubzac-les-Ponts.

2.5.4. CONCLUSIONS

Ce système de protection est extrêmement hétérogène à l'échelle du secteur étudié, que se soit concernant son altimétrie, son état ou les structures en assurant la gestion.

Le rôle du système de protection, présent de manière quasi-continue sur les deux rives de l'estuaire, de la Garonne et de la Dordogne, est de limiter les débordements du lit mineur vers le lit

majeur pour les marées hautes courantes ou/et exceptionnelles. Ce rôle est rempli correctement pour des événements de période de retour très diverses selon les secteurs, ce qui entraîne une hétérogénéité du risque pour les territoires situés en arrière.

En plus de cette incohérence sur le niveau de protection, les états dégradés de certains secteurs de protection génèrent un risque supplémentaire, celui lié à la rupture du système de protection.

2.6. ÉTAPE 6 : AMELIORATION DE LA CONNAISSANCE DE L'ALEA

Un aléa résulte de la combinaison entre un événement hydrométéorologique et une configuration du terrain naturel incluant un état du système de protection et les défaillances éventuelles associées. Pour chaque aléa, sont définis les niveaux maximaux et les hauteurs d'eau maximales correspondantes, les vitesses d'écoulement maximales ainsi que l'emprise de la zone inondée.

Cette étape a deux objectifs principaux :

- définir les aléas de référence réglementaires retenus pour la révision des PPRI du secteur d'étude,
- déterminer l'influence du système de protection et de ces éventuelles défaillances sur l'aléa.

Ainsi, deux types de scénario ont été élaborés :

1. Inondabilité sans digues : pour ce scénario, deux tests sont réalisés :
 - a. reconquête des grandes zones de marais (scénario permettant d'estimer le gain maximal à attendre dans les principales zones à enjeux dans l'hypothèse pas forcément réaliste de reconquête totale des zones de marais),
 - b. suppression des protections sur l'ensemble du secteur d'étude. Ce scénario consiste donc à une configuration extrême purement théorique et non réaliste.
2. Inondabilité par rupture de digue : l'objectif de ces scénarios n'était pas de définir, par sous-secteur homogène, l'emprise maximale de la zone inondée mais d'illustrer par l'exemple l'impact potentiel de ces ruptures.

Afin de mettre en place ces scénarios, 7 grands ensembles indépendants, eux-mêmes divisés en sous-secteurs, ont été définis sur la base des données topographiques et de l'analyse du système de protection :

- Estuaire rive gauche, divisé en 4 sous-secteurs homogènes : marais du Bas-Médoc, Marais du Centre-Médoc 1, Marais du Centre-Médoc 2 et Marais du Haut-Médoc,
- Estuaire rive droite, divisé en 4 sous-secteurs homogènes : Marais de Charente-Maritime, Grands Marais du Blayais, Saint Androny / Saint-Genès et Plassac,
- Presqu'île d'Ambès,
- Garonne rive gauche, divisé en 3 sous-secteurs homogènes : Bègles, Langon/ Castets et Castets/ Fontet,
- Garonne rive droite, divisé en 6 sous-secteurs homogènes : Bordeaux, Baurech/ Le Tourne, Langoiran, Beguey, Saint-Martin/Gironde et La Réole,
- Dordogne rive gauche, divisé en 4 sous-secteurs homogènes : Saint-Loubès, Arveyres, Branne/ Cabara et Saint-Jean/ Flaujagues,
- Dordogne rive droite, divisé en 4 sous-secteurs homogènes : Bourg, Saint-André, Saint-Romain, Isle, Libourne, Saint-Terre et Castillon/ Saint-Seurin.

Les sous-secteurs ont ensuite été divisés en 60 casiers hydrauliques dont les caractéristiques ont été identifiées (enjeux, zones de stockage, système de protection).

Pour chaque scénario, l'analyse des aléas associés est réalisée pour les 4 événements de référence définis.

2.6.1. INONDABILITE SANS DIGUE

2.6.1.1. RECONQUETE DES ZONES DE MARAIS

2.6.1.1.1. SCENARIO

Pour ce scénario, les digues protégeant les grands secteurs de marais et les zones sans enjeux majeurs sont supprimées : du Verdon aux quais de Bordeaux, de Meschers à Talmont, de Mortagne-sur-Gironde à Saint-Genès-de-Blaye et de Lormont à Saint-Vincent-de-Paul. La protection est alors assurée par les terrains en arrière des digues.

Ce scénario permet de quantifier le gain maximal à attendre au droit des principales zones à enjeux dans l'optique non réaliste de la reconquête totale des zones de marais et des secteurs ne présentant pas d'enjeux majeurs.

2.6.1.1.2. ANALYSE

La suppression des protections au droit des grands secteurs de stockage entraîne un abaissement général des niveaux d'eau maximaux obtenus en lit mineur, quel que soit l'évènement de référence : les grands marais sont mis à contribution et les niveaux sont abaissés en lit mineur du Verdon à Ambès.

Plus en amont, les niveaux d'eau obtenus par reconquête des grands marais se rapprochent de ceux atteints dans la configuration actuelle pour les secteurs amont.

Les secteurs en arrière de ces linéaires de protection supprimés sont, pour la plupart, sur-inondés : de la commune de Soulac-sur-Mer à celle de Saint-Seurin-de-Cadourne, entre Saint-Estèphe et Pauillac, entre Margaux et le Moulin du Port (Nord du port d'Issan), de la commune de Macau à celle de Bordeaux, presque toute la presqu'île d'Ambès, les grands marais du Blayais de Mortagne-sur-Gironde à Blaye ainsi que le casier hydraulique de Meschers / Talmont.

Certains secteurs, en rive gauche, en arrière des protections supprimés sont inondés de manière moins importante que pour la configuration actuelle du système de protection : le casier hydraulique de Saint-Seurin / Saint-Estèphe, du centre de Pauillac à la commune de Soussans, le casier hydraulique de Soussans / Margaux et autour de Bassens. En terme de volumes débordés sur ces secteurs, la baisse du niveau d'eau maximal en lit mineur, entraînée par les débordements sur les secteurs amont est plus importante que la suppression des digues.

La suppression des digues au droit des grandes zones de stockage permet de mettre en évidence les quatre grands secteurs où une sur-inondation est marquée : les marais du bas- et du haut-Médoc, du Blayais et de la presqu'île d'Ambès. Ce sont ces quatre secteurs qui sont étudiés dans la suite de l'étude pour quantifier leur impact hydraulique dans la dynamique de stockage des crues (étape 7).

Pour les secteurs pour lesquels la protection est inchangée, les niveaux sont fortement diminués en lit majeur.

2.6.1.2. SUPPRESSION TOTALE DES PROTECTIONS

2.6.1.2.1. SCENARIO

Cette configuration est trop éloignée de la réalité physique actuelle du système de protection et des éventuels aménagements qui pourraient lui être apportés à terme pour que les aléas associés puissent être analysés dans l'optique de gestion globale de l'estuaire. Elle permet de mettre en évidence l'impact de l'endiguement au cours des siècles de l'estuaire sur les niveaux maximaux pour les événements importants.

Il convient bien de noter que cette configuration, pour les secteurs à l'aval de l'estuaire, consiste à la représentation de la non prise en compte des digues plus réaliste que celle employée actuellement pour la définition des PPRI (projection des niveaux de lit mineur dans le lit majeur), la notion de volume étant prise en compte.

Ce scénario permet de répondre aux interrogations nombreuses existantes depuis la création des PPRI sur le secteur d'étude sur l'impact d'un tel scénario :

- Impacts sur les lignes d'eau maximales, notamment sur la partie amont de l'estuaire, une fois les marais du Médoc et de rive droite complètement remplis,
- Impacts sur l'emprise des secteurs réellement inondés à l'aval en cas de suppression des digues.

2.6.1.2.2. ANALYSE

La suppression des protections sur l'ensemble du secteur d'étude entraîne un abaissement général des niveaux d'eau maximaux obtenus en lit mineur, et plus spécialement de Pauillac à l'amont de la CUB, quel que soit l'évènement de référence.

La baisse maximale du niveau d'eau est observée à Bordeaux en Garonne et à Libourne en Dordogne. Pour l'évènement de référence Tempête (décembre 1999), l'abaissement du niveau d'eau maximal y est d'environ 80 cm à Bordeaux et à Libourne en cas de suppression totale des protections.

L'analyse suivante est menée par secteur pour l'évènement de référence en vigueur :

⇒ **Marais du Bas-Médoc**

Dans le secteur du Bas-Médoc, les hauteurs d'eau maximales obtenues pour le scénario de suppression du système de protection sur l'ensemble du secteur d'étude sont supérieures à 1,0 m sur une large bande en bordure de Gironde. Les débordements se propagent dans le lit majeur perpendiculairement au lit mineur et les hauteurs associées s'atténuent lors de ce transfert et de ce stockage des volumes débordés.

Le long des axes principaux d'écoulements en lit majeur, constitués par les différentes jalles et cours d'eau de ressuyage, la hauteur maximale atteinte est également supérieure à 1,0 m.

La commune de Jau-Dignac-et-Loirac est entourée par les eaux, à la pleine-mer suivant le pic de l'évènement.

⇒ **Marais du centre du Médoc**

Dans les marais du centre du Médoc, des débordements sont observés dans la configuration actuelle des digues. En supprimant ces dernières sur l'ensemble du secteur d'étude, les débordements observés sont plus importants sur Valeyrac, Saint-Seurin et Saint-Christoly.

A Saint-Estèphe, les débordements pour une suppression de la protection sur l'ensemble du secteur d'étude sont moindres que ceux observés pour la configuration actuelle du système de protection. Ceci signifie qu'en termes de volumes débordés sur ces secteurs, l'effet de la baisse du niveau d'eau maximal dans le lit mineur, entraînée par les débordements sur les secteurs amont, est plus importante que celui de la suppression des digues. Ce phénomène est visible jusqu'à Soussans, à l'exception de Pauillac.

⇒ **Marais du Haut-Médoc**

Dans les marais du Haut-Médoc, les zones basses en arrière se remplissent (marais de Blanquefort et de Parempuyre), les hauteurs maximales atteintes y sont supérieures à 1,0 m. Les débordements se limitent au niveau du quartier de Bacalan au sud. Les débordements observés en situation actuelle au niveau des quais de Bordeaux sont supprimés pour une configuration sans protection.

Le quartier de la Bastide à Bordeaux est inondé par l'amont et non plus par l'aval en cas de suppression des protections. A l'amont, la rive droite est plus inondée en supprimant les protections et inversement, la rive gauche l'est légèrement moins.

⇒ **Estuaire rive droite**

En rive droite, les débordements dans la configuration actuelle du système de protection, remanié suite à la tempête de décembre 1999 sont faibles et localisés. Pour la configuration sans protection sur l'ensemble du secteur d'étude, les zones de stockage en arrière se remplissent entièrement et présentent des hauteurs d'eau maximales supérieures à 1m pour l'ensemble des marais. Quelques zones de transfert en bordure de lit mineur subsistent très localement, sur ces secteurs, les hauteurs ne dépassent pas 1,0 m lors de l'évènement représenté.

⇒ **Ambès**

La presqu'île d'Ambès est entièrement inondée en cas de suppression des protections. La majeure partie se situe sous plus de 1,0 m d'eau.

⇒ **Dordogne aval**

En Dordogne aval, de manière générale, jusqu'à Fronsac, les débordements sont plus importants du fait de la suppression des digues. Les zones basses en arrière (Fronsac, Saint-Loubès et Asques pour les plus importantes) sont sollicitées pour le stockage avec des hauteurs maximales supérieures à 1,0 m. Entre ces zones de stockage et le lit mineur, des zones de transfert sont visibles et caractérisés par des hauteurs d'eau maximales inférieure à 1,0 m.

⇒ **Garonne amont (de La Réole à Cadaujac et Quinsac).**

Sur ce secteur, la suppression des protections ne modifie pas l'emprise des zones inondables et les limites de hauteur maximale par rapport à la situation actuelle. Sur ce secteur et pour le débit

centennal, les digues sont entièrement submergées et un équilibre des niveaux entre les lits mineur et majeur est établi (fonctionnement fluvial).

⇒ **Dordogne amont** (de Pessac-sur-Dordogne à Fronsac).

Sur ce secteur de validité, les emprises des zones inondables ainsi que les hauteurs d'eau maximales pour une configuration avec ou sans système de protection sont sensiblement identiques, pour la même raison que pour le secteur précédemment décrit.

L'emprise des zones a cependant tendance à diminuer de l'amont vers l'aval du fait de la suppression des digues. Ceci s'explique par le fait que la Dordogne possède des méandres plus marqués que la Garonne, la suppression des digues pour un débit centennal permet un écoulement facilité entre ceux-ci. Les niveaux d'eau maximaux, spécifiquement à l'amont des méandres sont légèrement rabaissés du fait de l'absence des seuils constitués par les digues à ces niveaux.

2.6.1.3. SYNTHÈSE

En supprimant toutes les protections sur l'ensemble du linéaire du secteur d'étude ou uniquement au droit des grandes zones de stockages existantes pour les évènements de référence retenus, on observe des constantes dans les impacts sur le lit majeur :

- sur les secteurs fluviaux, peu d'impacts sont à noter par rapport à la configuration actuelle. Les évènements de référence mobilisent tout le lit majeur et les digues ont alors peu d'influence sur les niveaux maximaux atteints : elles sont totalement submergées pour les évènements de référence fluviaux ;
- sur l'estuaire à l'aval en rive gauche et en rive droite, les zones inondées sont fortement augmentées par rapport à la configuration actuelle ;
- sur l'amont de l'estuaire en rive gauche (Macau) et à Bordeaux, l'emprise des zones inondées est moindre que dans la situation actuelle ;
- les secteurs de la presqu'île d'Ambès, des marais de Blanquefort et de Parempuyre, de la plaine de Bouliac-Latresne, de Fronsac et de Saint-Loubès sont complètement inondés pour la configuration sans protection.

2.6.2. INONDABILITE PAR RUPTURE DE DIGUES

2.6.2.1. SCENARIO

Ces tests ont pour but de définir, sur chaque sous-secteur homogène, l'emprise maximale de la zone inondée en cas de défaillance du système de protection (rupture de digue).

Pour cela, trois scénarios de rupture sont modélisés, chacun consistant en une série de localisations spécifiques des ruptures modélisées. Les scénarios sont construits de manière à n'imposer qu'une rupture par sous-secteur homogène et à ne pas imposer de rupture en vis-à-vis sur les deux rives de l'estuaire, de la Garonne et de la Dordogne. Chacun des trois scénarios représente donc une dizaine de ruptures du système de protection en autant de localisations, réparties sur l'ensemble du secteur d'étude.

Les ruptures proposées sont placées au droit des secteurs présentant des enjeux importants et/ou au niveau des secteurs où la probabilité de rupture est la plus importante.

Ces tests permettent de mettre en évidence les secteurs à enjeux soumis au risque de rupture du système de protection, soit en termes de sur-inondation, soit d'inondabilité.

Les résultats obtenus sont synthétisés sur la figure n°4 qui regroupe les emprises maximales inondables pour les différents aléas testés ainsi que les enjeux majeurs associés.

2.6.2.2. ANALYSE

L'analyse de l'impact des ruptures modélisées sur l'aléa est la suivante, par secteurs homogènes :

⇒ **Marais du Bas-Médoc**

Au niveau des casiers du Bas-Médoc, le risque d'inondation lié à la rupture du système de protection concerne essentiellement la zone basse située en arrière immédiat des digues et délimitée par les digues encadrant les exutoires des différents esteyes et chenaux existants sur le secteur (Neyran, Talais, Gua, Neuf, Richard, Goulée). Les zones alors soumises au risque d'inondation s'étendent vers l'ouest sur une longueur comprise entre 1,5 et 2,0 km environ pour des événements hydrodynamiques peu ou pas débordants sur ce secteur (décembre 1999 et événement fluviaux centennaux basés sur un cycle de marée de coefficient 115 au maximum).

Pour l'évènement de référence de référence Maritime, les secteurs de stockage potentiels situés plus en arrière (Jeune-Soulac et ouest de la D2 à Dignac) peuvent être inondés selon l'importance de la rupture sur les secteurs concernés.

⇒ **Marais du Centre-Médoc**

Ce secteur est fortement inondé pour les deux événements de référence maritime. Les ruptures de digues imposées ne modifient que très peu l'emprise des secteurs inondés et les hauteurs d'eau maximales pour ces événements fortement débordants sur ces secteurs.

Pour les événements centennaux Garonne et Dordogne, les débordements sur ce secteur et pour la configuration actuelle du système de protection (sans rupture) se limitent aux Mattes de By et de Valeyrac, au secteur compris entre le port de Laména et Saint-Christoly, au secteur Queyzans / Saint-Yzans et le long de l'estey d'Un et des palus associées au nord de Saint-Estèphe.

Ces secteurs sont très peu larges et se situent essentiellement en arrière immédiat des protections : sur une largeur de 700 m à Valeyrac/By, de 400 m au sud de Port de By, de 800 m au sud de Queyzan.

Les ruptures du système de protection pour les évènements centennaux fluviaux entraînent une extension des zones inondées en direction des zones basses les plus proches : vers les Mattes de Valeyrac ou en direction de la Tour de By, remontée le long du chenal de Troussas, zones basses de Queyzans,... Il n'y a pas d'extension latérale de la zone inondée.

A noter également que pour les hypothèses de ruptures retenues, les Petite et Grande Palus de By ne sont pas inondées par les ruptures de digues modélisées pour les évènements réglementaires fluviaux, de même que les marais en arrière du port de La Maréchale.

⇒ **Marais Centre Médoc 2**

Comme pour les secteurs plus au nord (centre Médoc 1), ce secteur est fortement inondé pour les deux évènements de référence maritime. Les ruptures de digues imposées ne modifient que très peu l'emprise des secteurs inondés et les hauteurs d'eau maximales pour ces évènements fortement débordants sur ces secteurs, à l'exception du secteur de Trompeloup qui n'est pas inondé pour les scénarios sans rupture de la protection.

Pour les secteurs plus au sud, l'extension des zones inondées pour les évènements centennaux fluviaux et les évènements maritime est proche. L'impact des scénarios de rupture de la protection est donc très similaire.

⇒ **Marais du Haut-Médoc**

Une rupture au port d'Issan n'implique pas de modification de l'emprise des zones inondées pour les évènements maritime, très fortement débordants sur ce secteur. Pour les évènements fluviaux, l'extension de la zone inondée en cas de rupture de la protection s'étend bien plus à l'ouest et au sud, sur les communes de Cantenac, de Margaux et de Ludon.

Les scénarios de rupture du système de protection sur ce secteur génèrent une très importante extension de la zone inondée dans les marais de Parempuyre et de Blanquefort, pour tous les évènements modélisés (rupture à Lescale et/ou à Grattequina).

Au niveau de Bacalan, la rupture de la protection inonde de nouveaux secteurs urbains pour les évènements fluviaux, peu débordants sur ce secteur pour une configuration sans rupture. Pour les évènements maritimes, l'extension de la zone inondée sous l'action d'une défaillance du système de protection est faible.

⇒ **Estuaire rive droite**

Sur ce secteur, l'extension de la zone inondable sous l'effet d'une rupture du système de protection est extrêmement importante au niveau du lieu Charron situé au-droit de Saint-Sorlin de Conac (nord de Vitrezay), du fait du linéaire de digue concerné dans le scénario modélisé (750 m).

Pour les évènements fluviaux, les débordements sur ces secteurs sont nuls. La représentation d'une rupture du système de protection conduit à l'inondation importante des marais en arrière.

Au sud de Blaye, pour les évènements de référence fluviaux, la zone industrielle est inondée en cas de rupture du système de protection modélisé alors qu'elle ne l'est pas pour la configuration actuelle de ce dernier.

⇒ **Presqu'île d'Ambès**

L'impact des ruptures modélisées sur la presqu'île d'Ambès est très important pour les événements fluviaux, très peu débordants sur ce secteur. Les ruptures modélisées conduisent à l'inondation d'une grande partie de la presqu'île, sur les secteurs situés en arrière de la localisation de la rupture. De nombreux secteurs urbanisés sont alors concernés.

Pour les événements maritimes, fortement débordant sur ce secteur, les ruptures conduisent à une extension de la zone inondée vers le sud, en direction d'Ambarès, depuis Saint-Louis de Montferrand ou Saint-Vincent de Paul. Cette extension concerne des secteurs habités et des zones industrielles.

⇒ **Secteurs fluviaux**

Pour les secteurs sous influence fluviale (jusqu'à Villenave d'Ornon en Garonne et Libourne en Dordogne), les ruptures de digues modélisées n'induisent pas d'impact pour les événements fluviaux (équilibre des niveaux entre le lit mineur et le lit majeur au moment du pic de la crue).

Sur les parties aval de la Garonne et de la Dordogne, les ruptures modélisées aggravent quelque peu l'emprise des zones inondées lors des événements fluviaux.

2.6.3. ENJEUX

La notion d'enjeux a été définie de manière très simple dans le cadre de la présente étude : les enjeux sont considérés ici sous la vision de protection des biens et des personnes. Seuls les bâtiments (habitat, industrie ou autres) ont donc été qualifiés d'enjeux.

Ces secteurs ont fait l'objet d'un recensement sur base cartographique et d'analyse du levé photographique aérien réalisé dans le cadre de l'Etape 1. Les secteurs recensés ont été classés dans le cadre de l'Etape 6 « Amélioration de la connaissance de l'aléa », selon la densité d'habitat associée (habitat rural dispersé, lotissement, centre urbain ou zone industrielle).

Cette analyse pourra être complétée par l'ajout d'éléments complémentaires au fur et à mesure de leur acquisition via la base de données mise en œuvre.

Les secteurs naturels permettant l'expansion des débordements sont à leur manière des enjeux très importants au niveau du secteur d'étude. Il convient de les protéger de toute urbanisation. Cette protection est à réaliser pour deux raisons complémentaires : appliquer le principe de précaution en ne créant pas de risque nouveau en urbanisant des secteurs inondables et le principe hydraulique consistant à ne pas aggraver l'aléa en dehors de ces secteurs, en les sortant de la zone inondable par création de protections diverses.

Elaboration d'un référentiel de protection contre les inondations sur l'estuaire de la Gironde

ETAPE 8 - RÉSUMÉ TECHNIQUE

Synthèse des aléas, croisée avec les enjeux majeurs

Affaire N°: 4310990

Figure n°2



Echelle: 1/300 000

Septembre 2009

Dessinateur : PLA

Ingénieur d'affaire : YML

LEGENDE

Emprise maximale de la zone inondable pour le scénario de suppression totale des digues

Emprise maximale de la zone inondable pour la configuration actuelle des protections

Scénarios de ruptures

Localisation des ruptures modélisées

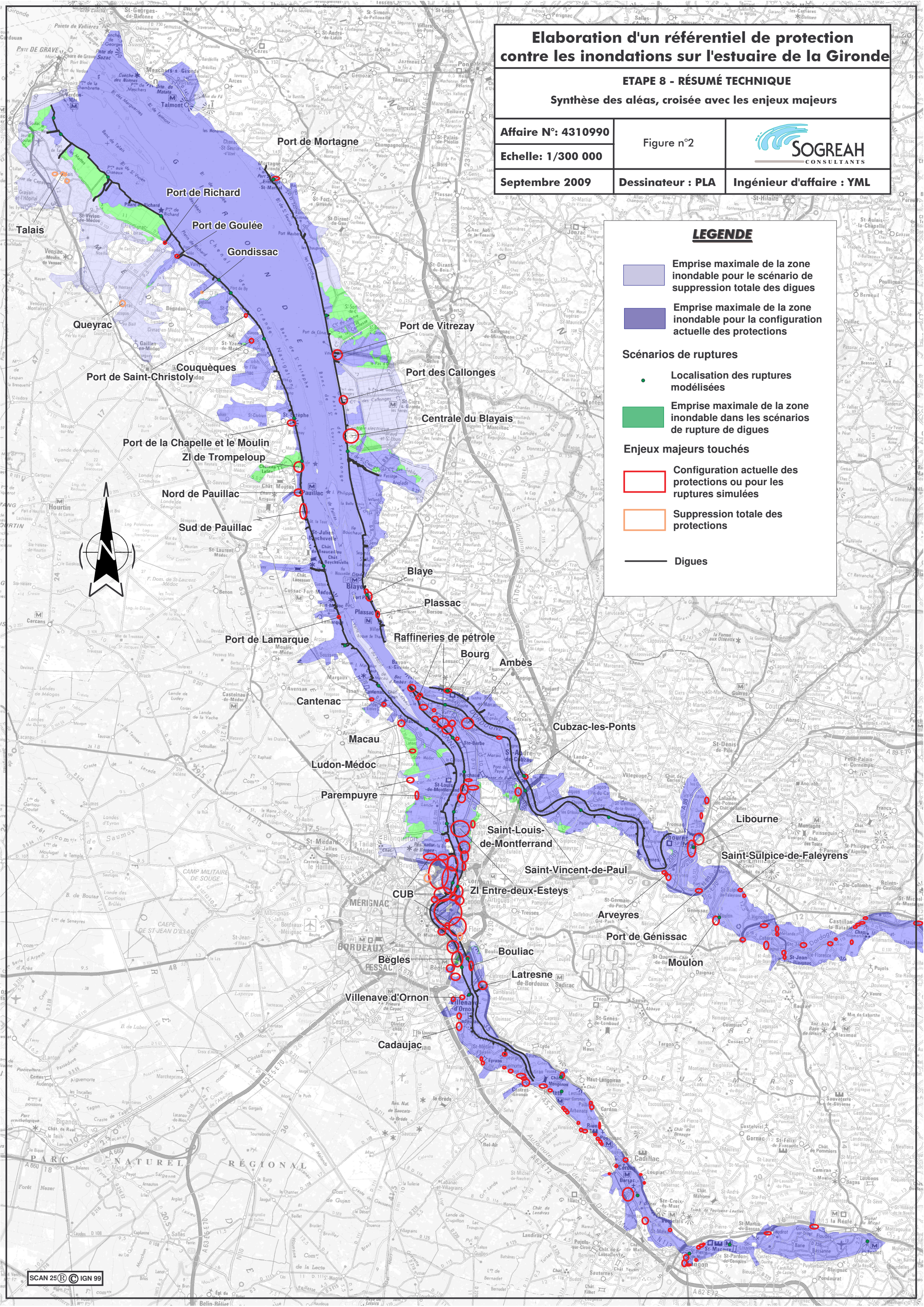
Emprise maximale de la zone inondable dans les scénarios de rupture de digues

Enjeux majeurs touchés

Configuration actuelle des protections ou pour les ruptures simulées

Suppression totale des protections

Dignes



2.7. ETAPE 7 : GRANDS EQUILIBRES DE L'ESTUAIRE : ORIENTATIONS DU SCHEMA

L'objectif du schéma d'aménagement est de réduire les aléas des secteurs présentant une urbanisation importante.

Pour ce faire, dans cette étape, différents tests d'aménagements globaux sont réalisés afin de quantifier les impacts associés et ainsi donner des pistes d'orientation pour la définition du schéma de gestion globale des zones inondables à l'échelle de l'ensemble du secteur d'étude.

Les grands principes d'aménagements testés sont les suivants :

- 1) Favoriser l'inondabilité des zones à faible densité de population : suppression de digues au niveau des principales zones de stockage :
 - marais du Bas-Médoc (dont Parempuyre),
 - marais du Haut-Médoc,
 - grand marais du Blayais,
 - presqu'île d'Ambès,
 - Saint-André-de-Cubzac,

Cette mesure doit impérativement s'accompagner de la mise en œuvre des mesures de protection des populations et des biens existants dans ces secteurs.

- 2) Réduction de l'aléa sur les secteurs à forte densité de population : rehausse des digues au droit des secteurs suivants:
 - de Cardonne à Beychevelle,
 - de Cantenac à Macau,
 - devant le port de Mortagne,
 - de Blaye à Plassac,
 - de Bourg à Prignac,
 - la pointe d'Ambès au droit des enjeux (usines et bourg),
 - de Saint-Louis-de-Montferrand à Floirac en rive droite de la Garonne,
 - au sud du Pont d'Aquitaine jusqu'à Villenave d'Ornon en rive gauche de la Garonne.

Ces zones ont été retenues principalement à partir du SDAU et de la configuration du lit majeur et de son urbanisation dans le Centre-Médoc.

- 3) Réduction de l'aléa sur les secteurs à forte densité de population : protection locale en lit majeur par endiguement ou remblaiement.

Les grands aménagements testés ne semblant pas réalisables dans la totalité pour chacun d'eux, une seconde série de tests a été lancée sur la base des résultats obtenus.

La protection des secteurs à enjeux par les aménagements testés génère des impacts importants dans les secteurs non-protégés.

Une troisième série de tests a donc été réalisée afin de définir les mesures compensatoires à mettre en œuvre en parallèle de ces mesures de protection. Les aménagements testés consistent à des abaissements de portions de digue ou bien encore à la création de digues favorisant le remplissage du lit majeur sans modifier la fréquence des débordements observés. Ces deux principes consistent à augmenter le linéaire de digue submergé lors d'un évènement important et ainsi à favoriser le remplissage des zones à faible densité de population.

2.8. ETAPE 8 : SCHEMA D'AMENAGEMENT GLOBAL DE L'ESTUAIRE

La gestion du risque inondation est basée sur deux principes de base sur lesquels reposent les textes réglementaires traitant de la prévention des risques naturels et de l'aménagement durable du territoire à l'échelle nationale :

- 4) **le principe de protection** de l'existant pour les biens et les personnes en zone inondable,
- 5) **le principe de précaution** consistant à ne pas aggraver le risque en limitant l'urbanisation en zone inondable.

Ces deux principes servent de préceptes à la définition des règles d'urbanisme par le biais des Plans de Prévention des Risques Inondation (PPRI) prescrits par l'Etat sur les territoires soumis au risque inondation. Ils servent de base à la définition du Schéma d'aménagement de l'estuaire de la Gironde.

2.8.1. PRINCIPES

La connaissance du système hydraulique acquise lors des différentes Etapes de l'étude a permis de proposer une première ébauche du Schéma de Gestion de l'Estuaire qui a servi de base aux discussions lors des Comités Techniques de l'étude. Cette première ébauche consiste à l'élaboration d'un scénario d'aménagement non détaillé permettant de déterminer les ordres de grandeurs des impacts hydrauliques associés aux mesures de protection et de montrer qu'il est possible de mettre en œuvre en parallèle des mesures compensatoires efficaces.

Le schéma d'aménagement final nécessite une définition plus fine des secteurs à protéger (actuels et futurs), puis du mode de protection le plus adapté associé. Enfin les mesures compensatoires à mettre en place en parallèle pour annuler les impacts engendrés par les protections retenues seront déterminées.

Cette définition sera réalisée dans le cadre de la Phase 2 de l'étude et suite à une concertation globale avec l'ensemble des acteurs de l'estuaire qui sera menée lors d'un Comité de Pilotage de l'étude.

Les Etapes précédentes ont permis de déterminer les principes de protections à retenir pour la mise en œuvre du Schéma de gestion et d'aménagement global de l'estuaire :

- la protection des enjeux existants, adaptée au fonctionnement hydraulique du système,
- la préservation des zones d'expansion de crue actuelles.

Dans le cadre de ce travail, les enjeux futurs ont été estimés principalement à partir du SDAU, il conviendra de les préciser lors de la définition des secteurs à protéger.

La définition de ce schéma consiste donc à proposer le meilleur équilibre entre protection des enjeux et conservation des zones d'expansion des crues.

2.8.2. PROTECTION DES ENJEUX ADAPTEE AU FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE DU SYSTEME

Les mesures de protection à mettre en œuvre sont définies par l'urbanisation actuelle du lit majeur et le fonctionnement hydrodynamique de l'estuaire.

Le Comité de Pilotage recherche le mode de gouvernance territoriale le mieux adapté au contexte local permettant de porter les mesures de protections à grande échelle, d'en assurer la gestion et l'entretien.

2.8.2.1. ZONES URBAINES DENSES PROCHES DU LIT MINEUR : REHAUSSE DES DIGUES

La protection des secteurs à enjeux entraîne une diminution du volume débordé sur ces secteurs, qui se traduit par un impact hydraulique (rehausse des niveaux maximaux) sur les secteurs non protégés. Il convient de limiter cet impact en adaptant le mode de protection à la configuration topographique du lit majeur et au fonctionnement hydrodynamique du système. Ceci se traduit par une protection en bord de lit mineur (rehausse des digues existantes) uniquement au droit des secteurs urbains denses situés à proximité du lit mineur. Ce type d'aménagement est à accompagner de digues en retour (perpendiculaires au lit mineur) qui empêchent les inondations des terrains par les secteurs voisins non protégés.

Ce principe d'aménagement aggrave toutefois le risque pour les terrains situés le plus en arrière au regard du phénomène de rupture de la protection. Il nécessite impérativement qu'une structure pérenne assure la gestion et l'entretien de la protection.

Il convient de rappeler que, bien que protégés, les secteurs situés en arrière des digues rehaussées ou créées ne sont pas sortis de la zone inondable réglementaire. Les nouvelles urbanisations dans ces secteurs et les modifications de l'existant sont soumises au règlement du PPRI du secteur.

Les secteurs concernés par des linéaires très importants se situent essentiellement sur la CUB. Ce sont les secteurs mentionnés dans le SDAU qui sont actuellement en cours de redéfinition par la CUB de manière à en réduire l'emprise.

Les secteurs urbains et industriels de Pauillac, de Blaye et de Plassac sur l'estuaire sont également à protéger selon ce principe d'aménagement.

2.8.2.2. ZONES URBAINES EN BORDURE DE ZONE INONDEE : PROTECTIONS LOCALES

Pour les secteurs plus éloignés du lit mineur, une protection locale et au plus près des enjeux est à mettre en œuvre. Cette solution consiste en la création de digues en lit majeur isolant les habitations à protéger des débordements.

Ces secteurs sont présents sur l'ensemble du secteur d'étude et sont extrêmement nombreux. Ils se situent soit en bordure de zone inondée, soit au milieu de celle-ci.

2.8.2.3. HABITAT DIFFUS

Concernant les secteurs d'habitat diffus, présents essentiellement dans les secteurs des marais de l'estuaire, les mesures de protection à mettre en œuvre sont à l'échelle de l'habitation. Elles consistent à limiter les dégâts associés à l'inondation de l'habitation (mise en œuvre de batardeaux mobiles aux entrées,...) et à assurer une information sur les mesures à suivre en cas d'inondation auprès des populations concernées.

2.8.2.4. ENJEUX AUTRES QU'HABITAT

2.8.2.4.1. ZONES AGRICOLES

Les secteurs agricoles ne sont pas considérés comme des enjeux à protéger dans le cadre de la présente étude, ce qui ne signifie pas que ces secteurs ne soient pas impactés en période d'inondation. Les secteurs les plus touchés se situent à proximité de l'embouchure de l'estuaire, du fait de la salinité importante des eaux débordantes. Cette dernière peut modifier de manière importante le rendement de terres pour plusieurs années.

2.8.2.4.2. ZONES NATURELLES

Les zones naturelles ne sont pas considérées comme des enjeux prioritaires. La configuration actuelle du secteur d'étude fait que ces dernières se confondent avec les zones d'expansion de crue. La conservation de ces dernières est un principe de base du Schéma d'aménagement.

2.8.3. MESURES COMPENSATOIRES

Les mesures compensatoires adaptées devront impérativement être définies et mises en place avant la mise en œuvre de mesures de protection.

Le principe associé à ces mesures compensatoires (cf. figure 5) est de favoriser les volumes débordés au niveau des secteurs recensés (marais du Blayais, marais du Haut-Médoc et marais d'Ambès, éventuellement le secteur naturel de Saint-André sur la Dordogne) sans modifier la fréquence des premiers débordements. Pour cela, le linéaire de protection débordant doit être fortement augmenté par rapport à la configuration actuelle du système de protection.

Les solutions compensatoires ne pourront être définies que lorsque les mesures de protections finales, qui auront fait l'objet d'un consensus de la part de l'ensemble des acteurs, seront connues et arrêtées. Les impacts hydrauliques associés seront alors déterminés et les solutions compensatoires les mieux adaptées pourront être définies.

Elaboration d'un référentiel de protection contre les inondations sur l'estuaire de la Gironde

ETAPE 8 - RÉSUMÉ TECHNIQUE

Première ébauche du schéma d'aménagement

Affaire N°: 4310990

Figure n°3

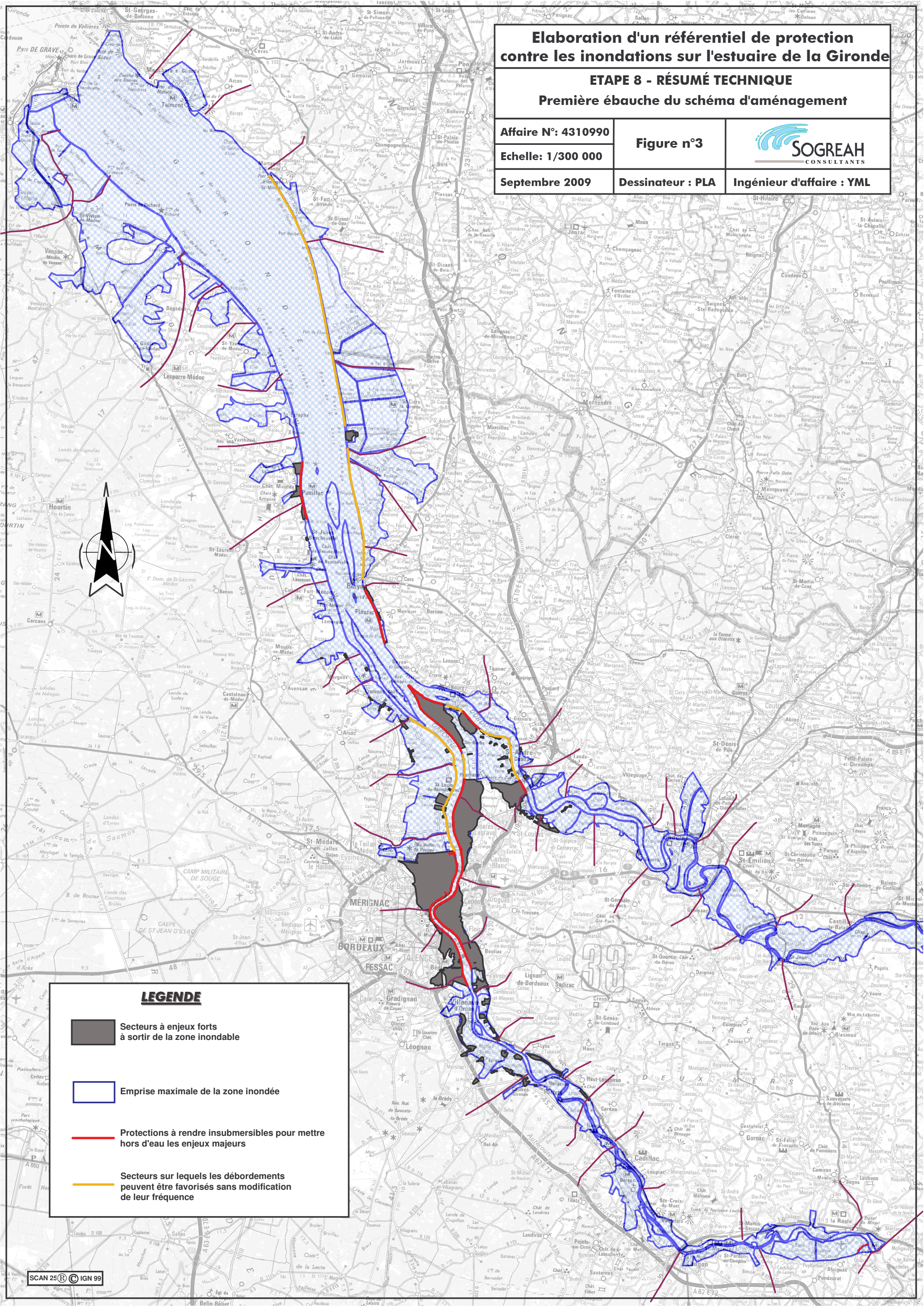


Echelle: 1/300 000

Septembre 2009

Dessinateur : PLA

Ingénieur d'affaire : YML



LEGENDE

Secteurs à enjeux forts à sortir de la zone inondable

Emprise maximale de la zone inondée

Protections à rendre insubmersibles pour mettre hors d'eau les enjeux majeurs

Secteurs sur lesquels les débordements peuvent être favorisés sans modification de leur fréquence