

RAPPORT

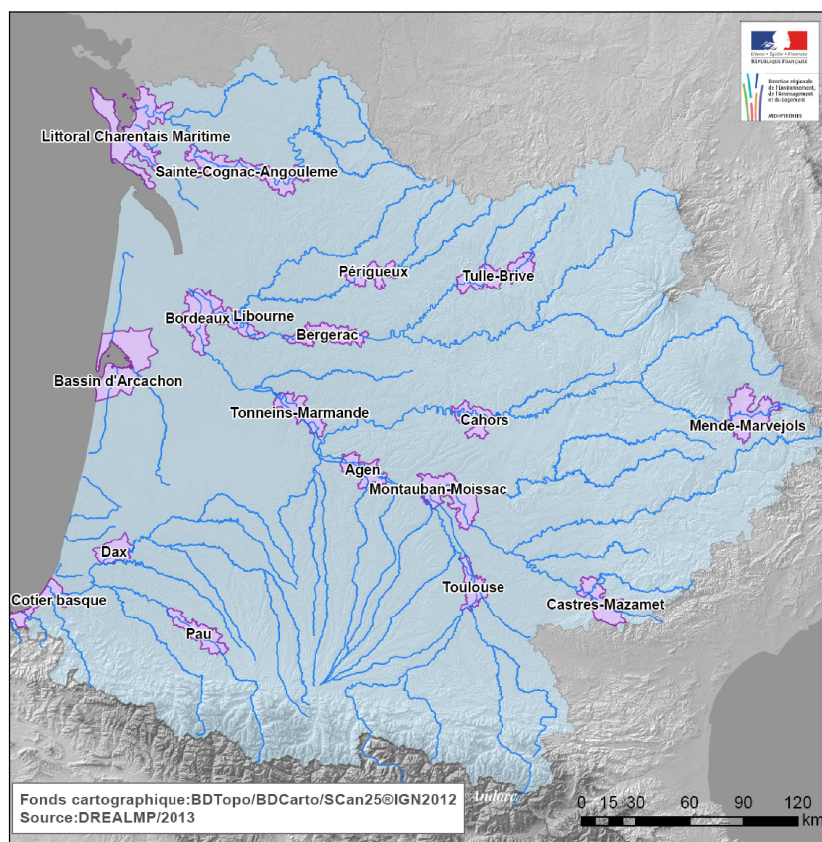
DREAL AQUITAINE
Service Prévention des
Risques
Mission Connaissance et
Evaluation

DDTM de la Gironde
Service Risques et
Gestion de Crise

Approuvé le
03 Décembre 2014

Mise en œuvre de la Directive Inondation

Rapport d'accompagnement des cartographies du TRI Bordeaux



Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement Aquitaine
Direction Départementale des Territoires et de la Mer de la Gironde

www.aquitaine.developpement-durable.gouv.fr



PRÉFET DE LA RÉGION
AQUITAINE



PRÉFET
DE LA GIRONDE

DREAL Aquitaine
Service Prévention des Risques
Division Risques Naturels et Ouvrages Hydrauliques

Contact : spr.dreal-aquitaine@developpement-durable.gouv.fr

SOMMAIRE

RESUMÉ NON TECHNIQUE	5
• La Directive Inondation	
• Le TRI de Bordeaux	
• La cartographie du TRI de Bordeaux	
1- INTRODUCTION.....	9
1.1- Une cartographie s’inscrivant dans le cadre de la Directive Inondation	
1.1.1- Le contexte général	
1.1.2- La Directive Inondation	
1.1.3- Les Territoires à Risque Important d’Inondation (TRI)	
1.2- Objectifs et contenu de la cartographie des surfaces inondables et des risques d’inondation dans les TRI	
1.2.1- La cartographie des TRI – une nouvelle source de connaissance	
1.2.2- Contenu des cartes des surfaces inondables et des risques d’inondation sur le TRI de Bordeaux	
1.3- Contenu de la cartographie des surfaces inondables et des risques d’inondation	
2-.PRESENTATION DU TRI DE BORDEAUX.....	16
2.1- Le périmètre du TRI	
2.2- Les caractéristiques du TRI	
2.2.1- La géographie	
2.2.2- Les conditions d’inondation	
3.LES INONDATIONS – BILAN DES CONNAISSANCES.....	22
3.1- Synthèses des études antérieures	
3.2- Connaissance des inondations -Historique des crues	
3.3- Actions de prévention déjà engagées sur le TRI	
3.3.1- Les Plans de Prévention du Risque Inondation et la maîtrise de l’urbanisation	
3.3.2- Les Programmes d’Actions de Prévention des Inondations (PAPI)	
3.3.3- La Prévision des crues	
3.3.4- Les Plans communaux de sauvegarde	
4.LA CARTOGRAPHIE DES SURFACES INONDABLES.....	29
4.1- Caractéristiques de inondations du TRI	
4.1.2- Présentation générale du bassin versant de la Garonne et de l’Estuaire de la Gironde	
4.1.2- Typologie des inondations sur le TRI de Bordeaux en fonction de leurs origines météorologiques	
4.2- Études et méthodes mobilisées	
4.2.1- Présentation du modèle hydraulique utilisé	

4.2.2-	Améliorations du modèle dans le cadre de la cartographie du TRI de Bordeaux	
4.3-	Le choix des événements cartographiés	
4.3.1-	Quantification des périodes de retour	
4.3.2-	Critères de choix communs aux deux type d'aléas	
4.3.3-	Les événements retenus pour l'aléa débordement de la Garonne	
4.3.4-	Les événements retenus pour l'aléa submersion marine	
4.4-	Cartographie des surfaces inondables des événements retenus	
4.4.1-	Prise en compte des ouvrages de protection et mode d'effacement de ces derniers dans l'élaboration des cartes de surfaces inondables	
4.4.2-	Modèle utilisé et prise en compte des données topographiques récentes (cf.paragraphe 4.2.2)	
4.4.3-	Précision des résultats	
4.4.4-	Présentation des cartes de surfaces inondables	
5.	L'ANALYSE DES ENJEUX.....	62
5.1-	Type d'enjeux caractérisés pour la cartographie des risques	
5.1.1-	Estimation de la population permanente dans la zone potentiellement touchée	
5.1.2-	Estimation des emplois dans la zone potentiellement touchée	
5.1.3-	Estimation de la population saisonnière	
5.1.4-	Bâtiments dans la zone potentiellement touchée	
5.1.5-	Types d'activités économiques dans la zone potentiellement touchée	
5.1.6-	Installations polluantes	
5.1.7-	Zones protégées pouvant être impactées par des installations polluantes	
5.1.8-	Établissements, infrastructures ou installations sensibles dont l'inondation peut aggraver ou compliquer la gestion de crise, notamment les établissements recevant du public	
5.1.9-	Le patrimoine culturel impacté	
5.2.	Les ouvrages de protections	
5.3.	Précision sur les sources de données des enjeux	
6.	LA CARTOGRAPHIE DU RISQUE.....	71
6.1	Méthode d'élaboration	
6.2	La carte des risques	
6.3	Le SIG	
6.4	Commentaires	
6.5	Limite des résultats obtenus	
6.5.1.-	Données d'enjeux	
6.5.2.-	Localisation des digues	
7.	CONCLUSION.....	75
ANNEXES.....		78

Résumé non technique

- **La Directive Inondation**

La mise en œuvre de la Directive européenne Inondation vise à fixer un cadre d'évaluation et de gestion des risques d'inondation à l'échelle des districts hydrographiques. Elle priorise l'intervention des États pour les territoires à risque important d'inondation (TRI), avec un objectif de réduction des conséquences dommageables des inondations sur ces territoires.

Sur le bassin Adour Garonne, 18 TRI ont été arrêtés par le préfet coordonnateur de bassin le 11 janvier 2013 sur la base du diagnostic réalisé dans le cadre de l'évaluation préliminaire des risques d'inondation (EPRI).

Pour le département de la Gironde, 4 TRI ont été retenus : Celui de Bordeaux (28 communes), du Bassin d'Arcachon (10 communes), de Libourne (20 communes) et de Bergerac (22 communes dont 7 communes sont en Gironde).

La qualification d'un territoire en TRI engage l'ensemble des pouvoirs publics concernés territorialement dans la recherche de la réduction du risque d'inondation.

À cette fin, des stratégies locales de gestion du risque d'inondation (SLGRI) devront être mises en œuvre sur chaque TRI. Leurs objectifs et leurs délais d'élaboration devront être arrêtés par le préfet coordonnateur de bassin fin 2014, en tenant compte des priorités de la stratégie nationale de gestion du risque d'inondation (SNGRI) et de sa déclinaison dans le plan de gestion du risque d'inondation (PGRI) du bassin Adour Garonne.

Pour ce faire, la connaissance des inondations sur les TRI a été approfondie en réalisant une cartographie des risques pour 3 scénarios basés sur :

- ✓ les événements dits fréquents ou de forte probabilité (période de retour entre 10 et 30 ans, soit chaque année, une probabilité de se produire comprise de 10 % à 30 %) ;
- ✓ les événements dits d'occurrence moyenne (période de retour comprise entre 100 et 300 ans) ;
- ✓ et les événements extrêmes ou de faible probabilité (période de retour supérieure à 1000 ans).

Pour l'aléa submersion marine, un scénario supplémentaire est également à prendre en compte : Afin de tenir compte des effets du changement climatique, une augmentation du niveau marin de 60 cm en 2100 est retenue, pour étudier un scénario d'occurrence moyenne en 2100.

La cartographie du TRI apporte un approfondissement de la connaissance sur les surfaces inondables et les risques pour les débordements des cours d'eau ou la submersion marine pour ces 3 ou 4 types d'événements (fréquent, moyen, extrême, moyen 2100).

De fait, elle constitue le premier support d'évaluation des conséquences négatives sur le TRI de différents scénarios d'inondation pour permettre la définition d'une stratégie locale de gestion des risques. En représentant les aléas « inondation » et les enjeux qui y sont exposés à une échelle appropriée, la cartographie sert, parmi d'autres éléments, de support pour identifier des objectifs de réduction du risque puis des mesures pertinentes possibles pour gérer le risque à une échelle

globale. L'objectif de cette étape de cartographie est donc principalement d'apporter des éléments quantitatifs permettant d'évaluer plus finement la vulnérabilité d'un territoire pour trois niveaux de probabilité d'inondation. Les mesures retenues dans les futures stratégies locales peuvent nécessiter des approches plus détaillées allant bien au-delà de la cartographie initiale, en particulier pour ce qui concerne leur validation, la détermination de l'événement de projet ou le dimensionnement de ces mesures, ainsi que l'étendue du territoire étudié. Toutefois, ces premières cartes peuvent déjà être utiles pour identifier certaines propositions.

Elle enrichit le porter à connaissance de l'État dans le domaine des inondations et contribue à la sensibilisation du public, mais n'a pas vocation à se substituer aux cartes d'aléas des PPRi (lorsqu'elles existent sur le TRI). En effet, cette cartographie constitue un enrichissement de la connaissance complémentaire aux éléments existants (PPRi, AZI..), même si la précision n'est pas forcément meilleure.

C'est pourquoi ces cartes sont à considérer comme un élément du porter à connaissance sur le risque « inondation ». Lorsque d'autres éléments sont plus précis ou à des échelles plus fines, en particulier les cartes des PPRi, ces éléments et la cartographie du TRI doivent être compatibles. Dans le cas contraire, le porter à connaissance qui accompagnera la diffusion de ces cartes explicitera l'articulation de ces connaissances nouvelles avec les documents existants.

À l'instar des atlas de zones inondables (AZI), ces cartes contribueront donc à la prise en compte du risque dans les documents d'urbanisme, les documents d'orientation pour l'aménagement du territoire, et l'application du droit des sols, par l'État et les collectivités territoriales, selon des modalités à adapter à la précision des cartes et au contexte local, et ceci surtout en l'absence de PPRi ou d'autres documents de référence à portée juridique.

Le scénario « extrême » apporte, quant à lui, des éléments de connaissance ayant principalement vocation à être utilisés pour préparer la gestion de crise.

Il convient enfin de rappeler que cette cartographie du TRI est partielle. En effet, tous les cours d'eau (notamment les affluents) n'ont pas été étudiés, ce qui conduit à une analyse non exhaustive des enjeux sociaux et économiques sur l'ensemble du TRI

• **Le Territoire à Risque Important d'Inondation (TRI) de Bordeaux**

Le Territoire de Bordeaux a été retenu au vu des enjeux liés aux débordements de la Garonne et aux risques de submersion marine.

Les crues des autres cours d'eau de ce territoire (affluents, débordements fluviaux de la Dordogne) ne sont pas traitées dans le cadre de cette démarche.

Le TRI de Bordeaux comprend 28 communes, situées autour de l'agglomération bordelaise en bordure de la Garonne mais aussi de la Dordogne :

Villenave d'Ornon, Bègles, Bouliac, Floirac, Cenon, Bordeaux, Le Bouscat, Eysines, Bruges, Bassens, Blanquefort, Parempuyre, Saint Louis de Montferrand, Ambares et Lagrave, Saint Vincent de Paul, Ambes, Lormont, Saint-Seurin de Bourg, Bourg, Prignac et Marcamps), Saint Gervais, Saint-André-de-Cubzac, Cubzac-les-ponts, Latresne, Cadaujac, Ludon-Médoc, Macau et Labarde.

Selon le type d'aléa considéré, le TRI de Bordeaux regroupe entre 85 000 et 115 000 habitants permanents implantés en zone potentiellement inondable et le nombre d'emplois en zone inondable est estimé entre 70 000 et 100 000. Le potentiel touristique de ce TRI peut également être qualifié de fort.

Les premières estimations de l'EPRI, en faisait le premier TRI de Bassin Adour Garonne avec

9,2 % de la population potentiellement inondable totale sur le bassin Adour-Garonne.

Il s'agit d'un territoire relativement dense, autour de Bordeaux, qui concentre les principaux enjeux économiques et urbains girondins avec, notamment sur la presqu'île d'Ambès, une zone industrielle importante ainsi que les activités du Grand Port Maritime de Bordeaux.

Toutes les inondations sur le périmètre du TRI de Bordeaux se produisent à marée haute et mettent toutes en jeu de nombreux paramètres que ce soit le coefficient de marée, la surcote atmosphérique, la direction et l'intensité du vent et les débits des cours d'eau. Elles peuvent donc toutes être qualifiées d'inondations fluvio-maritimes.

L'importance du nombre de paramètres intervenant dans la genèse de ces inondations permet un très grand nombre de combinaisons entre ces différents paramètres et peut donc conduire à une grande diversité des inondations possibles. Toutefois l'analyse des inondations passées permet de distinguer deux grands types d'inondation, celles qui proviennent de l'amont et qui impactent une très grande partie du bassin de la Garonne (1930 par exemple), celles qui proviennent de l'océan et dont les effets s'estompent au-delà de la CUB sur la Garonne. 1999 en est l'exemple le plus marquant.

Les premières sont caractéristiques d'inondations produites par des débits fluviaux importants associées à des paramètres maritimes beaucoup plus courants. A contrario, lors des secondes, les débits amont de la Garonne sont moins marqués et un ou plusieurs paramètres maritimes particulièrement élevés. Les inondations prépondérantes à l'amont du TRI ont ainsi comme paramètre principal, le débit du fleuve, alors qu'à l'aval d'une zone Latresne – Cadaujac, les paramètres influants deviennent les paramètres maritimes. La typologie des aléas à distinguer dans le cadre de la mise en œuvre de la Directive Inondation (submersion, débordement de cours d'eau, ruissellement ou remontée de nappe) ne permet pas par un choix unique de rendre compte de la complexité des phénomènes au niveau des TRI de Libourne et Bordeaux.

Le TRI de Bordeaux est donc étudié à la fois au titre des débordements de la Garonne (3 scénarios) et de la submersion marine (4 scénarios).

- **La cartographie sur le TRI de Bordeaux**

Le secteur d'étude couvre le champ d'expansion maximal des crues de la Garonne et des submersions marines.

Les crues des autres cours d'eau de ce territoire (affluents de la Garonne **ou de la Dordogne**) ne sont pas traitées dans le cadre de cette démarche, **de même que les crues de type « fluvial » de la Dordogne**. Les seuls débordements de Dordogne étudiés sur ce TRI d'Ambès à Saint-Vincent-de-Paul sont les débordements liés à des événements maritimes et à des forts débits sur la Garonne.

La cartographie des surfaces inondables s'est appuyée sur les données existantes disponibles et sur les modélisations réalisées dans le cadre de la présente étude.

Les conséquences négatives potentielles sont représentées sur les cartes de risques, élaborées par superposition des aléas et des enjeux, au moyen de plusieurs paramètres fixés au niveau national: bâti, activités économiques, installations polluantes, établissements, infrastructures ou installations sensible, etc.

La cartographie du TRI de Bordeaux se compose des cartes suivantes, au 25 000 ème par type d'aléas:

- les 7 cartes des surfaces inondables pour les événements fréquents, moyens et extrêmes des aléas débordement de la Garonne et submersion marine (1 carte complémentaire a été réalisée pour l'aléa moyen submersion marine de façon à intégrer les premiers effets du réchauffement climatique à l'horizon 2100) ;
- les 2 cartes de synthèse des 3 scénarios, débordement de la Garonne, et des 4 scénarios submersion marine ;
- les 2 cartes des risques présentant les enjeux situés en zone inondable, pour ces deux types d'inondation.

Des cartes de synthèse sont reproduites dans la suite du rapport afin de permettre une vision d'ensemble à l'échelle du TRI.

L'échelle et la sémiologie imposée par le Standard Covadis afin de permettre un traitement homogène au niveau national des cartes et des SIG associés, ne nous permet pas d'améliorer la lisibilité des cartes produites (certaines gammes de hauteur d'eau sont ainsi difficiles à distinguer).

Un SIG, Système d'Informations Géographiques, a été établi: il sera accessible à l'ensemble du public et permettra le téléchargement de ces données. La diffusion de l'ensemble des éléments cartographiés sous forme de données numériques géo-référencées permettra à ceux qui le souhaitent, d'effectuer les traitements appropriés de nature à améliorer cette lisibilité. Il conviendra cependant de garder en mémoire l'échelle de validité de ces données dont le niveau de précision et de saisie reste le 1/25 000, et n'est pas compatible avec un rendu à une échelle beaucoup plus fine.

1-INTRODUCTION

1.1- Une cartographie s'inscrivant dans le cadre de la Directive Inondation

1.1.1 Le contexte général

Les inondations constituent un risque majeur sur le territoire national, mais également en Europe et dans le monde entier (environ 20 000 morts par an). En raison de pressions économiques, sociales, foncières ou encore politiques, les cours d'eau ont souvent été aménagés, couverts, déviés, augmentant ainsi la vulnérabilité des hommes et des biens. Pour remédier à cette situation, la prévention reste l'outil essentiel, notamment à travers la maîtrise de l'urbanisation en zone inondable.

De 1998 à 2002, l'Europe a subi plus de 100 inondations graves, dont celles le long du Danube et de l'Elbe en 2002, qui ont causé des pertes humaines et économiques lourdes. En France, parmi les événements plus récents, peuvent être citées la combinaison des deux cyclones Lothar et Martin en fin 1999, Xynthia en février 2010, les grandes précipitations dans le Var en 2011 et plus récemment les crues du gave de Pau à Lourdes et alentours en juin 2013.

Les inondations, sur le territoire français en général, et dans le Sud du pays en particulier, sont quasi annuelles et exigent de rester particulièrement vigilant. 1 habitant sur 4 est exposé aux inondations, les dommages économiques sont évalués autour de 650 à 800 M€/an.

Pour lutter contre ces phénomènes naturels et diminuer la vulnérabilité des citoyens face à ces événements, l'Europe a décidé de mettre en place un cadre unifié pour l'évaluation et la gestion des inondations.

1.1.2- La Directive Inondation

La Directive 2007/60/CE du Parlement Européen et du Conseil du 23 octobre 2007 relative à l'évaluation et la gestion des risques d'inondations dite « Directive Inondation », a pour principal objectif d'établir **un cadre pour l'évaluation et la gestion globale des risques d'inondations**, qui vise à réduire les conséquences négatives pour la santé humaine, l'environnement, le patrimoine culturel et l'activité économique associées aux différents types d'inondations dans la Communauté. Pour cela, elle préconise de travailler à l'échelle des grands bassins hydrographiques appelés « districts hydrographiques ».

La Directive Inondation a été transposée en droit français par les 2 textes suivants :

- L'article 221 de la Loi d'Engagement National pour l'Environnement dite « LENE » du 12 juillet 2010.
- Le décret n° 2011-227 du 2 mars 2011 relatif à l'évaluation et à la gestion des risques d'inondation.

Cette transposition française prévoit une mise en œuvre à trois niveaux : 1-National / 2-District hydrographique / 3-Territoire à Risques d'Inondations importants (TRI).

Au niveau national, l'Etat, en s'appuyant sur le conseil d'orientation pour la prévention des risques naturels majeurs élabore une **stratégie nationale de gestion des risques d'inondation (SNGRI)**. Celle-ci définit les grands objectifs de réduction des conséquences négatives potentielles associées aux inondations pour les intérêts définis à l'article L.566-1 (c'est-à-dire la santé humaine, l'environnement, les biens, dont le patrimoine culturel, et l'activité économique), les

orientations et le cadre d'actions à décliner sur le territoire, ainsi que les critères nationaux de caractérisation de l'importance du risque d'inondation. Les grands enjeux et les objectifs prioritaires qui en découlent vont permettre à chaque grand bassin hydrographique de décliner ces orientations stratégiques en prenant en compte la spécificité des territoires. L'objectif est de protéger les personnes et les biens et de favoriser la compétitivité et l'attractivité des territoires par la prévention: en réduisant leur vulnérabilité aux inondations, en les préparant à gérer mieux la crise pour éviter la catastrophe et en organisant le retour à la normale.

Pour ce faire, la stratégie nationale poursuit 3 objectifs majeurs :

- Augmenter la sécurité des populations exposées
- Stabiliser à court terme, et réduire à moyen terme, le coût des dommages
- Raccourcir fortement le délai de retour à la normale après une inondation.

Au niveau de chaque district hydrographique, le Préfet Coordonnateur de Bassin, le bassin Adour Garonne dans le cas présent, met en œuvre une démarche itérative:

Calendrier 2011-2015	Une méthode en 4 étapes	Une révision tous les 6 ans
2011	1. Etat des lieux : Évaluation Préliminaire du Risque sur le district	
mi-2012	2. Définition de priorités : Identification des Territoires à Risque Important	
2013	3. Approfondissement des connaissances sur ces priorités : Cartographie des risques sur les Territoires à Risque Important	
2015	4. Définition d'une politique d'intervention sur le district : Élaboration d'un plan de gestion du risque d'inondation sur le district , intégrant des stratégies locales de gestion du risque d'inondation sur les territoires à risque important	

L'évaluation Préliminaire des Risques d'Inondation (EPRI), est un état des lieux de la sensibilité des territoires au risque d'inondation réalisé à partir des informations aisément mobilisables. L'EPRI du bassin Adour-Garonne¹ arrêtée le 21 décembre 2011, a posé ainsi un diagnostic **global** à l'échelle de ce bassin.

Sur cette base, un **Plan de Gestion des Risques d'Inondation (PGRI)** à la même échelle définira un cadre réglementaire de définition des objectifs et des moyens pour la réduction des conséquences dommageables des inondations. Le PGRI devra être arrêté avant le 22 décembre 2015 par M. le préfet coordonnateur de bassin Adour-Garonne.

Le PGRI constitue un document de planification pour la gestion des risques d'inondation sur le bassin Adour-Garonne. À ce titre, au-delà de dispositions communes à



¹ Document consultable avec le lien suivant : http://webissimo.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Rapport_EPRI-Adour-Garonne-v1f-2_cle757937.pdf

l'ensemble du bassin, celui-ci doit porter les efforts en priorité sur les **Territoires à Risque Important d'Inondation (TRI)**.

Au niveau local, en coordination avec le calendrier de déclinaison de la Directive nationale inondation au niveau du bassin, **des cartes des surfaces inondables et des risques** doivent être réalisées sur chaque TRI pour approfondir la connaissance des principaux phénomènes d'inondation caractérisant le territoire au travers d'événements fréquents, moyens et rares (**c'est l'étape actuelle et l'objet du présent rapport en ce qui concerne le TRI de Bordeaux**).

En représentant les aléas « inondation » et les enjeux qui y sont exposés à une échelle appropriée, la cartographie, parmi d'autres éléments, doit servir de support pour identifier des objectifs de réduction du risque puis des mesures pertinentes possibles pour gérer le risque.

La qualification d'un territoire en TRI, implique en effet une nécessaire réduction de son exposition au risque d'inondation et engage l'ensemble des pouvoirs publics concernés territorialement dans la recherche de cet objectif.

Pour cela, une ou plusieurs **stratégies locales de gestion des risques d'inondation (SLGRI)** devront être élaborées. Elles délimiteront (à l'échelle d'un bassin de risque cohérent à définir, intégrant le territoire du TRI), les objectifs de réduction des conséquences négatives des inondations du Plan de Gestion des Risques d'Inondation (PGRI) en tenant compte des priorités de la stratégie nationale de gestion du risque d'inondation (SNGRI). Ces stratégies se traduiront en plans d'actions. Une évaluation des résultats obtenus sera faite sur le périmètre des TRI et fera l'objet d'un rapportage² auprès de la Commission européenne.

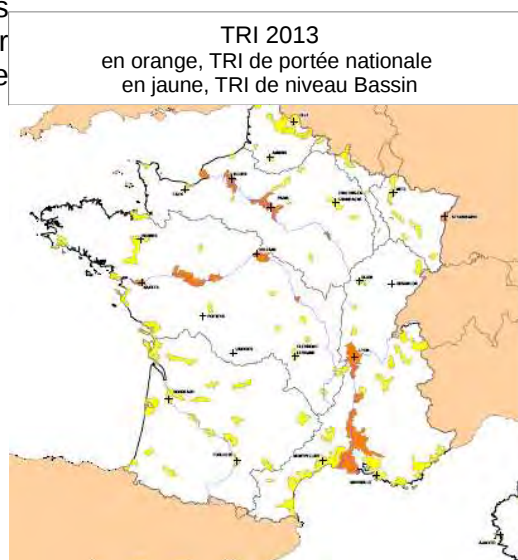
L'ensemble de ces étapes est également révisé tous les 6 ans.

Axée très fortement sur la maîtrise de la vulnérabilité dans les zones exposées, cette démarche européenne vient en complément des politiques de prévention des risques nationaux. Elle ne remet en cause ni les outils, ni les démarches existantes (Plans de Prévention des Risques (PPR), Programmes d'Actions de Prévention des Inondations (PAPI), Plan de Submersion Rapide (PSR) Plans Communaux de Sauvegarde (PCS),, etc.) mais fournit un cadre visant à leur mobilisation optimale pour réduire les conséquences négatives des inondations sur le territoire.

1.1.3- Les Territoires à Risque Important d'Inondation (TRI)

DÉFINITION : Un TRI est un secteur où se concentrent fortement des enjeux exposés aux inondations, qu'elles soient issues de submersions marines, de débordements de cours d'eau ou de toute autre origine.

L'identification des Territoires à Risques Importants d'inondations dans la mise en œuvre de la Directive Inondation obéit à une logique de priorisation des actions et des moyens apportés par l'État dans sa politique de gestion des inondations sur le territoire.



² Les États membres de l'Union européenne ont une obligation légale de rendre compte à la Commission européenne de la mise en œuvre des directives communautaires, sous la forme de rapports qu'ils produisent régulièrement. L'élaboration de ces rapports et leur transmission constituent le **rapportage**.

SÉLECTION DES TRI : Sur la base du diagnostic de l'EPRI et d'une concertation avec les parties prenantes du bassin, 18 TRI ont été sélectionnés dans le Bassin Adour-Garonne par arrêté du préfet coordonnateur de bassin (Midi-Pyrénées) du 11 janvier 2013. Le choix de ces territoires et de leur périmètre s'est appuyé sur la définition de **bassin de vie** exposé aux inondations au regard de leur impact potentiel sur la santé humaine et l'activité économique, mais aussi d'autres critères tels que la nature et l'intensité des phénomènes ou encore la pression démographique et saisonnière.

Quatre TRI ont été retenus dans le département de la Gironde :

- celui de Bordeaux, objet du présent rapport, reconnu comme TRI au titre des aléas de débordement de la Garonne et de submersion marine ;
- celui du Bassin d'Arcachon au titre de l'aléa de submersion marine ;
- celui de Libourne au titre des aléas submersion marine et débordement de la Dordogne ;
- et pour partie celui de Bergerac, au titre de l'aléa débordement de la Dordogne.

LE TRI DE BORDEAUX : Du vent, de fortes dépressions conjugués avec l'importance du coefficient de marée d'une part et des débits plus ou moins forts sur la Garonne et la Dordogne, constituent les paramètres généraux des inondations sur le TRI de Bordeaux.

Les premiers paramètres sont qualifiés de paramètres « maritimes », ils influencent directement le niveau de l'océan et l'importance des masses d'eau entrant dans l'Estuaire au Verdon, les seconds paramètres de fluviaux, représentent les quantités d'eau en provenance de l'amont des cours d'eau.

Quel que soit le type de combinaison entre ces paramètres, les inondations interviennent toujours à marée haute : les inondations sur le TRI de Bordeaux peuvent donc toutes être qualifiées de fluvio-maritimes.

L'importance du nombre de paramètres intervenant dans la genèse de ces inondations permet un très grand nombre de combinaisons entre ces différents paramètres et peut donc conduire à une grande diversité des inondations possibles. Toutefois l'analyse des inondations passées permet de distinguer deux grands types d'inondation, celles qui proviennent de l'amont et qui impactent une très grande partie du bassin de la Garonne (1930 par exemple), celles qui proviennent de l'océan et dont les effets s'estompent au-delà de la CUB sur la Garonne. 1999 en est l'exemple le plus marquant.

Les premières sont caractéristiques d'inondations produites par des débits fluviaux importants associées à des paramètres maritimes beaucoup plus courants. A contrario, lors des secondes, les débits amont de la Garonne sont moins marqués et un ou plusieurs paramètres maritimes particulièrement élevés. La typologie des aléas à distinguer dans le cadre de la mise en œuvre de la Directive Inondation (submersion, débordement de cours d'eau, ruissellement ou remontée de nappe) ne permet pas par un choix unique de rendre compte de la complexité des phénomènes au niveau des TRI de Libourne et Bordeaux.

Les inondations prépondérantes à l'amont du TRI ont comme paramètre principal, le débit du fleuve et à l'aval d'une zone Latresne – Cadaujac, les paramètres influants sont les paramètres maritimes.

Ce territoire constitue donc une zone de transition à l'amont de laquelle les inondations les plus graves sont plutôt caractérisées par l'importance des quantités d'eau qui proviennent de l'amont, on parle alors de crues de type plutôt fluvial ou « par débordement de cours d'eau » et à l'aval duquel, elles le sont plutôt par l'importance des conditions météorologiques marines à l'entrée de l'Estuaire de la Gironde (coefficient de marée, surcote atmosphérique et vent). On parle alors de crue de type plutôt maritime ou de « submersion marine ».

L'importance des enjeux vulnérables à ces deux « types » de crues, a donc conduit à retenir le TRI de Bordeaux³ au titre de l'aléa submersion marine ainsi que de l'aléa débordement de cours d'eau (débordement de la Garonne).

Seront donc étudiés pour cela, pour l'aléa submersion marine, des événements dans la genèse desquels les conditions maritimes sont prépondérantes et a contrario, pour l'aléa débordement de cours d'eau, des événements pour lesquels le paramètre majorant est constitué par le débit de la Garonne.

1.2-Objectifs et contenu de la cartographie des surfaces inondables et des risques d'inondation dans les TRI

1.2.1 La cartographie des TRI – une nouvelle source de connaissance

EN TERMES D'ALÉA :

La cartographie des surfaces inondables et des risques apporte un approfondissement de la connaissance des inondations sur le territoire des TRI pour 3 scénarios et pour les différents types d'inondations étudiés :

- des événements fréquents (d'une période de retour entre 10 et 30 ans) ;
- des événements d'occurrence moyenne (généralement d'une période de retour comprise entre 100 et 300 ans) ;
- les événements exceptionnels ou « extrêmes » (d'une période de retour de l'ordre de 1000 ans a minima).

Un scénario supplémentaire est également à prendre en compte pour l'aléa submersion marine afin de tenir compte des effets du changement climatique. Celui-ci n'est cependant étudié que pour l'événement moyen à travers la prise en compte d'un second scénario à échéance 100 ans. A cette fin, une augmentation du niveau marin de 60 cm en 2100 est retenue selon le scénario pessimiste de l'ONERC.

Cette projection à l'horizon 2100, n'est pas réalisée pour l'aléa extrême conformément aux instructions ministérielles car celui-ci comprend une marge de sécurité et d'incertitude incluant l'impact du changement climatique sur le niveau des mers.

EN TERMES DE VULNÉRABILITÉ :

L'objectif principal de ces cartes, décrit plus haut, reste la quantification des enjeux situés dans les TRI pour différents scénarii d'inondation, éléments de connaissance supplémentaire, à même d'alimenter la réflexion sur les orientations de la future stratégie locale.

C'est le rôle des cartes de risques qui, en superposant les enjeux présents sur le territoire avec une synthèse des surfaces inondables des différents scénarios, mettent ainsi à disposition **une vision globale des enjeux principaux présents sur le TRI, mais aussi de leur vulnérabilité potentielle face à ces 3 (ou 4) niveaux d'aléas.** Elles constituent ainsi des cartes

³ *Le TRI de Libourne se situe à l'amont immédiat de celui de Bordeaux en remontant le long de la Dordogne. Reconnu également comme TRI à la fois pour des aléas submersions et débordement de cours d'eau, il présente comme celui de Bordeaux un caractère de transition entre inondations à influence prépondérante maritime ou fluviale et a fait l'objet d'une démarche d'étude en tout point similaire à celle développée sur le TRI de Bordeaux.*

« stratégiques » permettant d'appuyer un diagnostic et de construire une stratégie locale de gestion des risques d'inondation (SLGRI).

L'objectif de cette étape de cartographie est donc principalement d'apporter des éléments quantitatifs permettant d'évaluer plus finement la vulnérabilité d'un territoire pour trois niveaux de probabilité d'inondation. Les mesures retenues dans les futures stratégies locales peuvent nécessiter des approches plus détaillées allant bien au-delà de la cartographie initiale, en particulier pour ce qui concerne leur validation, la détermination de l'événement de projet ou le dimensionnement de ces mesures, ainsi que l'étendue du territoire étudié. Toutefois, ces premières cartes peuvent déjà être utiles pour identifier certaines propositions.

Elles permettent une analyse relativement fine de l'exposition du territoire au risque inondation grâce à la représentation de plusieurs scénarios d'inondation d'intensité différente, ce qui doit permettre d'adapter au mieux les mesures retenues pour prendre en compte ce risque à la nature et aux caractéristiques de l'aléa. Il s'agit de faire prendre conscience de la possibilité d'occurrence de l'ensemble des différents événements du fréquent à l'extrême, de la diversité des inondations en termes de gravité, et de l'incertitude qui s'y attache, et aussi de **figurer l'augmentation progressive des dommages selon le niveau d'aléa.**

Attention toutefois, seuls les effets des aléas au titre desquels le TRI a été reconnu ont été cartographiés. Les crues des autres cours d'eau de ce territoire (affluents de la Garonne ou de la Dordogne) ne sont pas traitées dans le cadre de cette démarche, de même que les crues de type « fluvial » de la Dordogne. Les seuls débordements de Dordogne étudiés sur ce TRI d'Ambès à Saint-Vincent-de-Paul sont les débordements liés à des événements maritimes et à des forts débits sur la Garonne.

En complément de ce premier objectif, ces cartes des surfaces inondables et des risques d'inondation, visent à enrichir le porter à connaissance de l'État dans le domaine des inondations et à contribuer à la sensibilisation du public, mais n'a pas vocation à se substituer aux cartes d'aléas des PPRI (lorsqu'elles existent sur le TRI). En effet, cette cartographie constitue un enrichissement de la connaissance complémentaire aux éléments existants (PPRI, AZI.), même si la précision n'est pas forcément meilleure.

C'est pourquoi ces cartes sont à considérer comme un élément du porter à connaissance sur le risque « inondation ». Lorsque d'autres éléments sont plus précis ou à des échelles plus fines, en particulier les cartes des PPRI, ces éléments et la cartographie du TRI doivent être compatibles. Dans le cas contraire, le porter à connaissance qui accompagnera la diffusion de ces cartes explicitera l'articulation de ces connaissances nouvelles avec les documents existants.

À l'instar des atlas de zones inondables (AZI), les cartes contribueront donc à la prise en compte du risque dans les documents d'urbanisme, les documents d'orientation pour l'aménagement du territoire, et l'application du droit des sols par l'État et les collectivités territoriales, selon des modalités à adapter à la précision des cartes et au contexte local, et ceci surtout en l'absence de PPRI ou d'autres documents de référence à portée juridique. Ces cartes permettent également de rappeler qu'on ne peut jamais écarter la possibilité qu'une crue supérieure à la crue de référence retenue dans le PPRI se produise sur un territoire donné.

Par ailleurs, le scénario « extrême » apporte des éléments de connaissance ayant principalement vocation à être utilisés pour préparer la gestion de crise.

Ces cartes constituent également un outil de communication et d'information vers le public, dans un objectif de sensibilisation sur la vulnérabilité du territoire, de prise de conscience de l'importance des enjeux concernés et de développement de la culture de prévention. Aussi,

conformément à l'article L.125-2 du code de l'environnement relatif à l'information du citoyen sur les risques majeurs, ces cartes seront rendues publiques et mises à disposition des citoyens. Elles seront ainsi largement diffusées dans un souci de transparence sur l'application de la directive.

1.2.2-Contenu des cartes des surfaces inondables et des risques d'inondation sur le TRI de Bordeaux

Le TRI de Bordeaux a été arrêté comme TRI au titre de l'aléa submersion marine et de l'aléa débordement de la Garonne. La cartographie des surfaces inondables **par chacun de ces deux aléas (et eux seuls)** et des risques d'inondation en découlant sur ce TRI est constituée de plusieurs types de cartes :

Les événements **de faible probabilité** sont des événements qui se produisent rarement. Ils sont également qualifiés d'**événements rares ou extrêmes** dans la suite de ce rapport.

Les événements de forte probabilité sont des événements qui se produisent relativement souvent. Ils sont également qualifiés d'**événements fréquents** de ce rapport.

1. Les cartes des surfaces inondables de chaque scénario (fréquent, moyen, extrême) pour les submersions marines et les débordements de la Garonne. Celles-ci représentent l'extension des inondations, par classe de hauteurs d'eau : 0-0,5m, 0,5-1m, 1-2m, et >2m

- Pour chaque type d'aléa, débordement de cours d'eau et submersion marine, des cartes des surfaces inondables de chaque scénario (fréquent, moyen, extrême) ;
 - « CARTE DES SURFACES INONDABLES – TYPE DÉBORDEMENT FLUVIAL – CARTE DES HAUTEURS D'EAU (ÉVÉNEMENT DE FAIBLE, MOYENNE OU FORTE PROBABILITÉ) »
 - «CARTE DES SURFACES INONDABLES – TYPE SUBMERSION – CARTE DES HAUTEURS D'EAU (ÉVÉNEMENT DE FAIBLE, MOYENNE OU FORTE PROBABILITÉ) »
- Pour l'aléa submersion marine seul, une carte des surfaces inondables, de l'événement moyen avec prise en compte du réchauffement climatique
 - «CARTE DES SURFACES INONDABLES – TYPE SUBMERSION – CARTE DES HAUTEURS D'EAU – ÉVÉNEMENT DE MOYENNE PROBABILITÉ AVEC CHANGEMENT CLIMATIQUE»

2. Une carte de synthèse des surfaces inondables de l'ensemble des différents scénarios relatifs à un type d'aléa, débordement de cours d'eau et submersion marine laquelle représente uniquement l'extension de ces inondations.

- « CARTE DES SURFACES INONDABLES – TYPE DÉBORDEMENT FLUVIAL – CARTE DE SYNTHÈSE DES ÉVÉNEMENTS »
- «CARTE DES SURFACES INONDABLES – TYPE SUBMERSION – CARTE DE SYNTHÈSE DES ÉVÉNEMENTS »

3. Une carte des risques d'inondation par type d'aléas, débordement de cours d'eau et submersion marine

Cette dernière représente par type d'aléa, la superposition de la carte de synthèse des surfaces inondables pré-citée avec les enjeux présents dans ces surfaces inondables (bâti ; activités économiques ; installations polluantes ; établissements, infrastructures ou installations sensibles dont l'inondation peut aggraver ou compliquer la gestion de crise).

- «CARTE DES RISQUES – DÉBORDEMENT DE COURS D'EAU »
- «CARTE DES RISQUES – SUBMERSION MARINE »

4. Des tableaux d'estimation des populations et des emplois par type d'aléa, par commune et par scénario.

Ces tableaux sont insérés dans les légendes des cartes de risques.

Le présent rapport, établi conjointement par la DREAL Aquitaine et la DDTM33, a pour objectifs de rappeler les principaux éléments de caractérisation du TRI de Bordeaux et d'explicitier les méthodes utilisées pour cartographier les surfaces inondables et la carte des risques d'inondation.

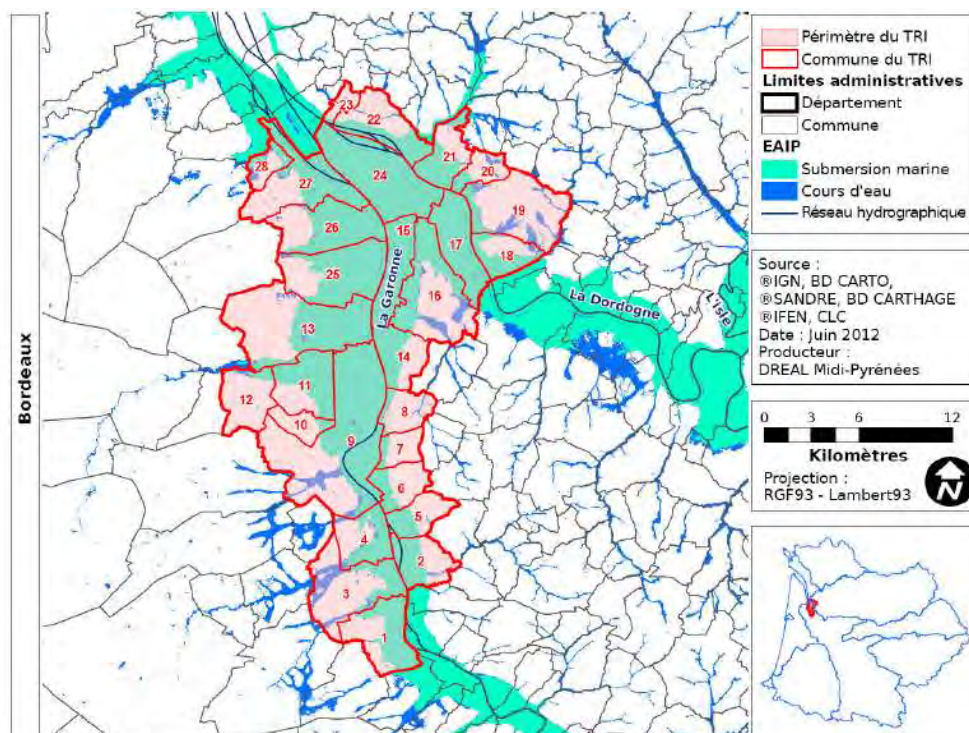
Ce rapport est accompagné d'un atlas cartographique qui présente ces différents types de carte au 1/25 000° ainsi que d'un SIG.

2- PRÉSENTATION DU TRI DE BORDEAUX

2.1- Le périmètre du TRI

Le TRI de Bordeaux se situe en totalité dans le département de la Gironde.

Les 28 communes du TRI sont les suivantes (Cf. carte ci-après): Cadaujac (1), Latresne (2), Villenave d'Ornon (3), Bègles (4), Bouliac (5), Floirac(6), Cenon (7), Lormont (8), Bordeaux (9), Le Bouscat (10), Bruges (11), Eysines (12), Blanquefort (13), Bassens (14), Saint Louis de Montferrand (15), Ambares et Lagrave (16), Saint Vincent de Paul (17), Cubzac-les-ponts (18), Saint-André-de-Cubzac (19), Saint Gervais (20), Prignac et Marcamps (21), Bourg (22), Saint-Seurin de Bourg (23), Ambes (24), Parempuyre (25), Ludon-Médoc (26), Macau (27) et Labarde (28)



Plusieurs intercommunalités sont concernées dont la Communauté Urbaine de Bordeaux (CUB), et les communautés de communes du Canton de Bourg sur Gironde, de Médoc Estuaire, du Cubzaguais, des Portes de l'Entre-deux-Mers et de Montesquieu.

Deux Établissements publics territoriaux de bassin (EPTB) (ou assimilés) interviennent sur ce territoire . Ces structures constituées par des groupements de collectivités, ont pour mission à l'échelle d'un bassin ou d'un sous-bassin hydrographique, la prévention des inondations et la gestion équilibrée de la ressource en eau ainsi que la préservation et la gestion des zones humides. Elles contribuent également à l'élaboration et au suivi du schéma d'aménagement et de gestion des eaux (SAGE).

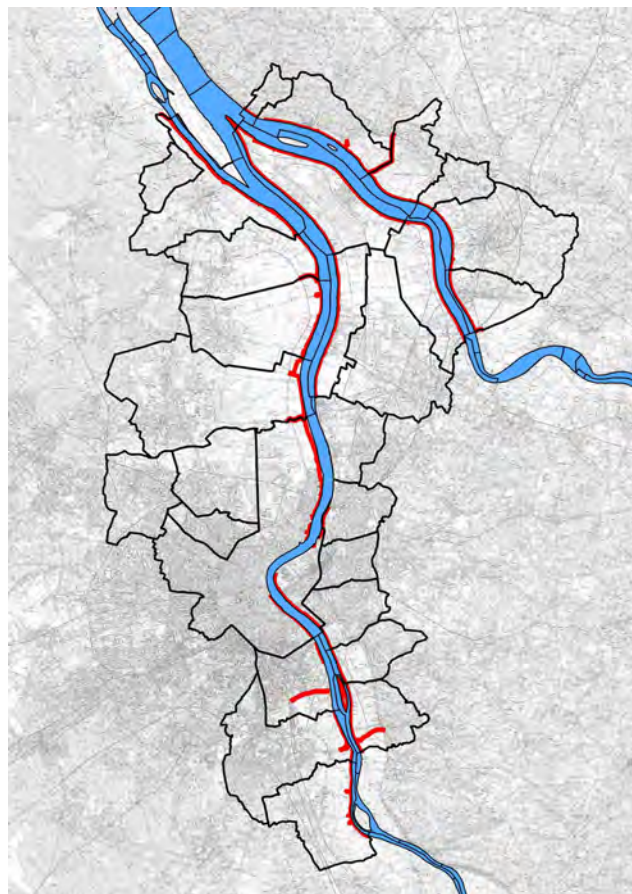
Le TRI de Bordeaux se situe principalement sur le territoire d'intervention du SMIDDEST, Syndicat Mixte pour le Développement Durable de l'Estuaire de la Gironde, lequel porte actuellement le programme d'actions de prévention contre les inondations (PAPI) d'intention de l'Estuaire de la Gironde lancé en 2012 et dont l'objet est de promouvoir et de développer une gestion intégrée des risques d'inondation en vue de réduire leurs conséquences dommageables sur la santé humaine, les biens, les activités économiques et l'environnement.

Les communes amont du TRI, Cadaujac, ainsi que Latresne et Villenave d'Ornon en partie, se situent sur le territoire d'intervention du SMEAG, Syndicat Mixte d'Études et d'Aménagement de la Garonne, lequel porte actuellement le PAPI d'intention de la Garonne Girondine qui jouxte le PAPI de l'Estuaire.

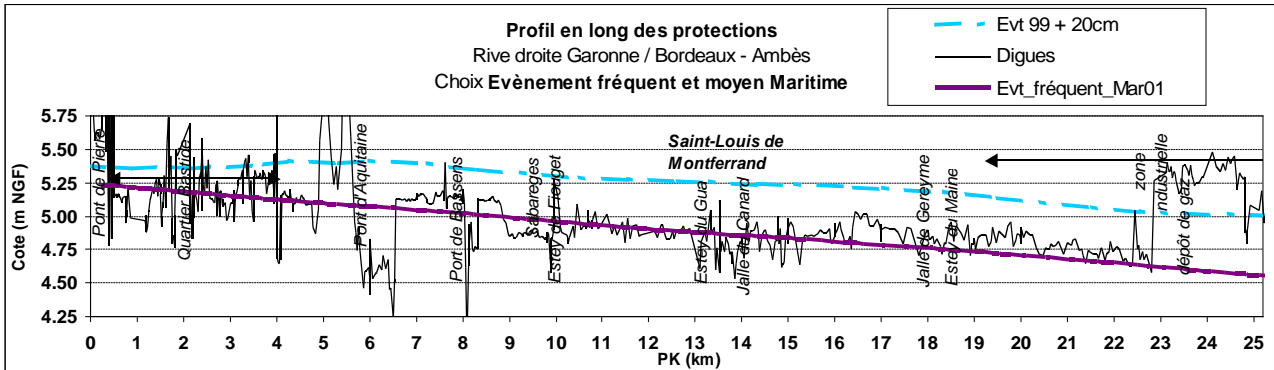
Ce territoire est centré sur le cœur d'agglomération de la métropole bordelaise. Il regroupe entre 85 000 et 115 000 habitants permanents selon le type d'aléa. Selon les estimations de l'EPRI, il s'agirait du premier TRI de Bassin Adour Garonne avec 9,2 % de la population potentiellement inondable totale sur le bassin Adour-Garonne.

Il s'agit d'un territoire relativement dense, autour de Bordeaux en particulier, qui concentre les principaux enjeux économiques et urbains girondins avec, notamment sur la presqu'île d'Ambès, une zone industrielle importante ainsi que les activités du Grand Port Maritime de Bordeaux. Le nombre d'emplois en zone inondable est estimé entre 70 000 et 100 000 selon le type d'aléa considéré. Le potentiel touristique de ce TRI peut également être qualifié de fort. De plus, dans le but de lutter contre l'étalement urbain, la Communauté Urbaine de Bordeaux entend développer fortement ce territoire d'ici 2030.

C'est également un territoire très endigué comme le montre la carte ci-contre (les digues y sont représentées en rouge), par un ensemble d'ouvrages assez disparates

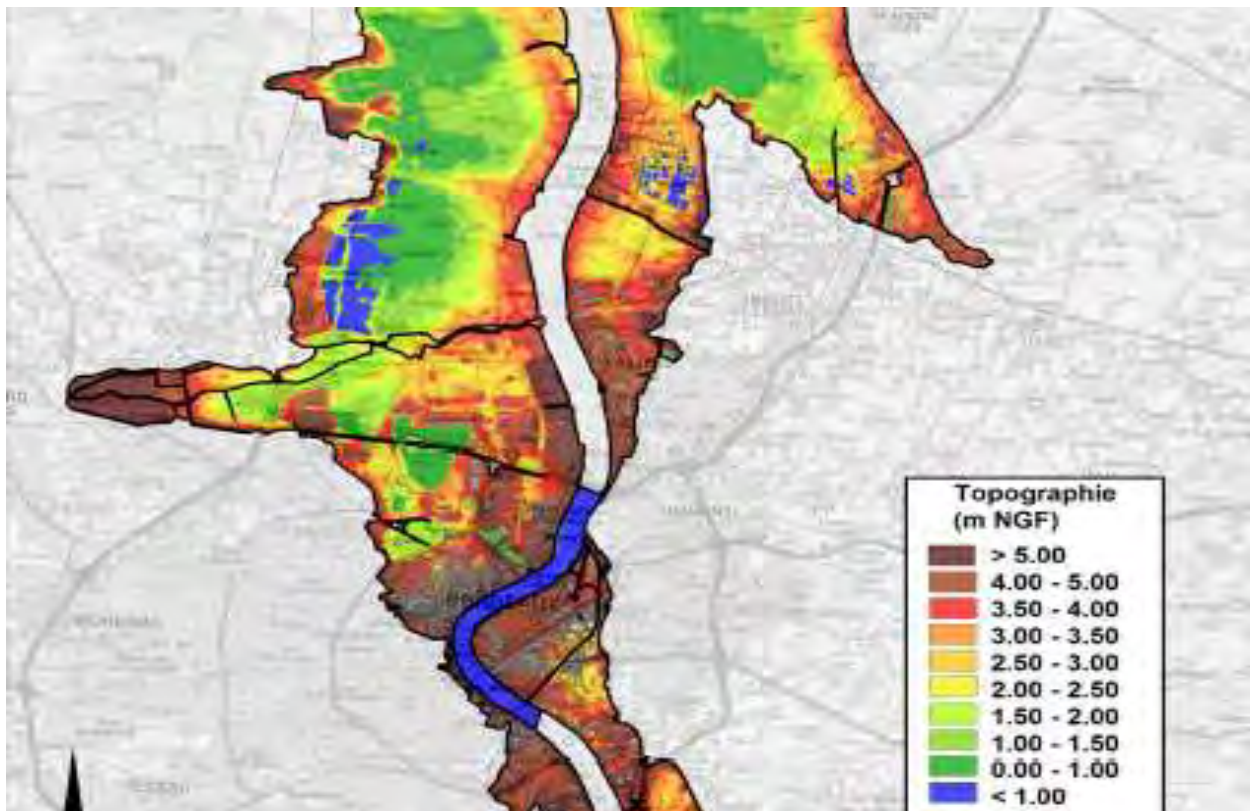


tant en termes de niveau de protection comme l'illustre le profil en long ci-dessous (les lignes d'eau représentées en bleu et violet représentent celles de 2 événements étudiés parmi d'autres) qu'en termes de solidité.



2.2- Les caractéristiques du TRI

Le TRI de Bordeaux a la particularité de se trouver à la confluence des deux cours d'eau importants que sont la Garonne et la Dordogne, en fond d'Estuaire de la Gironde.

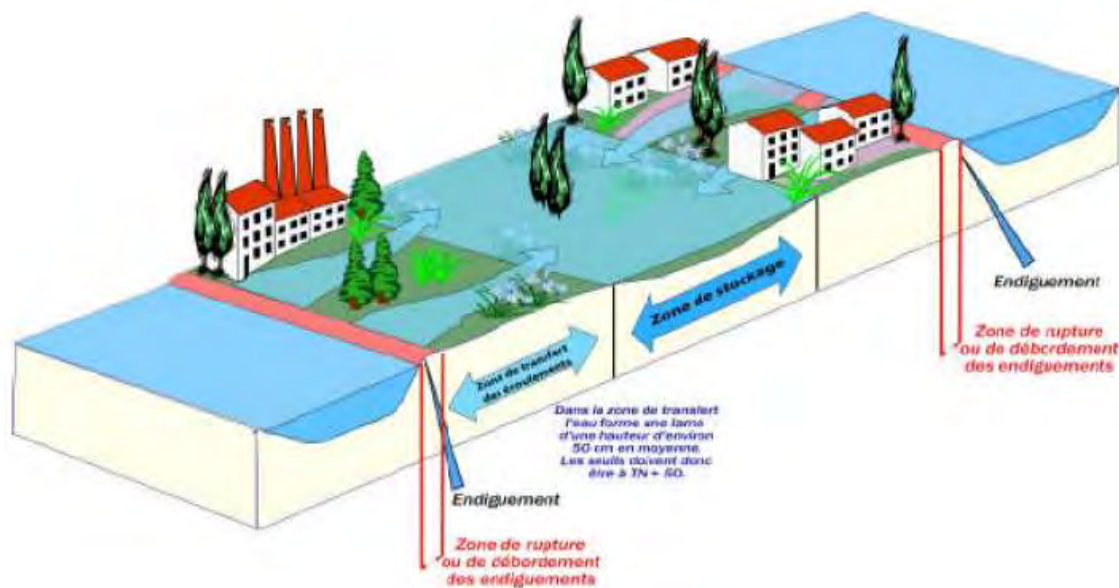


Topographie de la zone inondable et de ses abords – source-Artelia – étude du RIG -phase 2

Comme l'illustre la topographie partielle du TRI de Bordeaux ci-dessus, la zone inondable par débordement de la Garonne ou submersion, vient buter sur les coteaux de la rive droite.

Cette carte met également en évidence l'existence d'une zone « rouge, orangée » en bordure de fleuve qui sépare celui-ci de zones beaucoup plus basses situées en arrière. Il s'agit d'un bourrelet alluvionnaire souvent aménagé notamment au cœur de l'agglomération et sur une grande partie de la Presqu'île d'Ambès

L'altimétrie de ces zones basses peut descendre à moins de 1m NGF (couleur verte sur cette carte) en milieu naturel (Presqu'île d'Ambès et Sud Médoc...). Elle est plus élevée en zone urbaine (2 à 3m NGF au plus bas dans la plaine de Garonne en rive droite sur Bordeaux et Floirac).



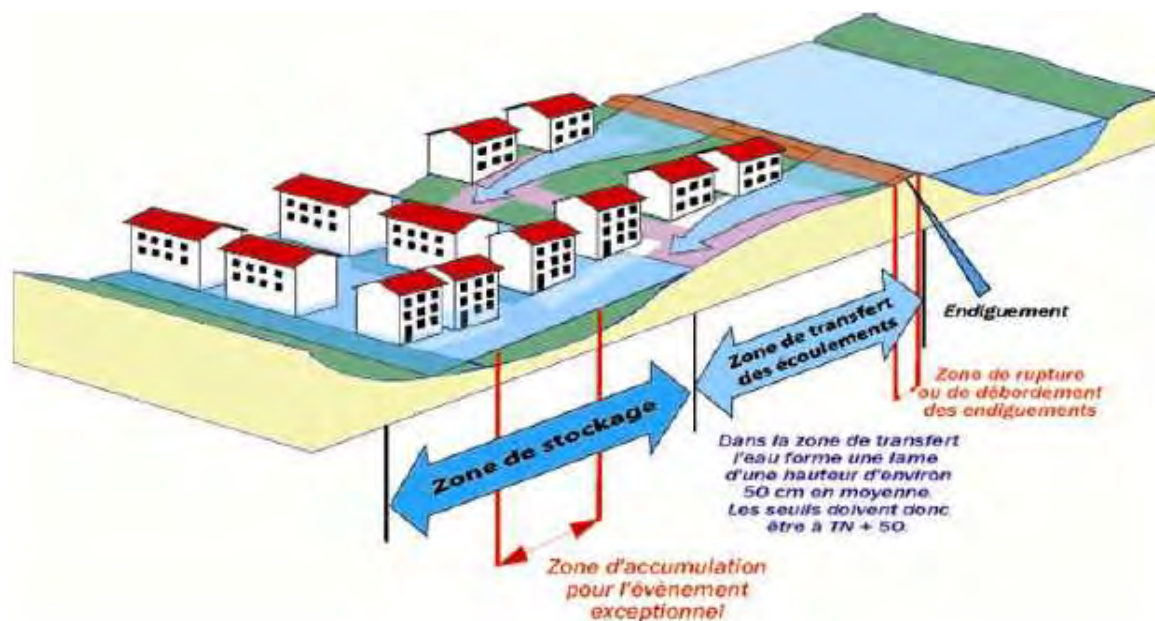
Ce schéma de propagation de l'inondation sur ce territoire illustre cette particularité:

Les débordements s'effectuent par-dessus les digues et le bourrelet alluvial existant. Ils sont transférés, via le réseau des voiries ou le réseau pluvial, vers des zones basses et les marais situés en contrebas au cœur de la Presqu'île.

Ces zones basses en milieu rural (Presqu'île d'Ambès, Rive Droite de la Dordogne, Sud-Médoc) ont souvent une vocation agricole et/ou de marais.

Moins basses au cœur de l'agglomération, elles y sont aménagées et protégées par des digues (secteur Plaine de Garonne en rive droite, Baccalan en rive gauche sur Bordeaux ...) comme l'illustre le schéma de propagation de l'inondation en zone dense urbaine ci-dessous.

Les débordements s'effectuent par-dessus les digues. Ils sont transférés, via le réseau des voiries ou le réseau pluvial, vers des zones situées en contrebas des quais, des endiguements et/ou du bourrelet alluvial existants.



2.2.2- les conditions d'inondation

Toutes les inondations sur le périmètre du TRI de Bordeaux se produisent à marée haute. La dynamique et l'étendue de chaque inondation sont conditionnées par la conjonction d'une marée, d'une surcote océanique, d'un vent et d'un débit fluvial donnés. Elles peuvent donc toutes être qualifiées d'inondations fluvio-maritimes.

L'importance du nombre de paramètres intervenant dans la genèse de ces inondations permet un très grand nombre de combinaisons entre ces différents paramètres et peut donc conduire à une grande diversité des inondations possibles. Toutefois l'analyse des inondations passées permet de distinguer deux grands types d'inondation, celles qui proviennent de l'amont et qui impactent une très grande partie du bassin de la Garonne (1930 par exemple), celles qui proviennent de l'océan et dont les effets s'estompent au-delà de la CUB sur la Garonne. 1999 en est l'exemple le plus marquant

Le TRI de Bordeaux est donc une zone sous influence fluvio-maritime, au sein de laquelle, **pour les inondations les plus importantes**, deux zones d'influences peuvent être distinguées:

- une zone d'influence à prédominance MARITIME, au fonctionnement estuarien, régie par les notions de volume oscillant apporté par chaque marée qui remonte plus ou moins loin dans les fleuves en fonction des débits de chacun (phénomène de blocage d'un des cours d'eau possible en cas de crue) ;
- la zone d'influence à prédominance FLUVIALE, au fonctionnement plus fluvial, où les impacts des débits sont définis par rapport au niveau de pleine-mer. Pour des niveaux de pleines mers (lien avec le coefficient de marée), les conséquences d'une crue fluviale seront plus importantes et provoqueront des débordements accentués ou retarderont la décrue.

Les limites respectives en régime de crue importante de ces deux zones d'influence ont cependant pu être déterminées approximativement sur la base de l'analyse des débordements

associés aux crues moyennes de ces cours d'eau étudiées dans les études du RIG⁴ (crues centennales sur les parties fluviales et tempête de 1999 sur la partie maritime).

Cette limite se situe approximativement entre Bègles et Quinsac sur la Garonne. En amont, la marée se fait encore sentir dans la dynamique des crues, mais le paramètre prépondérant dans la genèse de ces crues devient le débit fluvial.

Les cartes réalisées dans le cadre de la présente étude confirment le positionnement de celle-ci.

Le TRI de Bordeaux constitue donc un territoire de transition à l'amont duquel **les inondations les plus importantes** sont plutôt caractérisées par l'importance des quantités d'eau qui proviennent de l'amont, et que l'on peut qualifier par convention de crues de type plutôt fluvial ou « par débordement de cours d'eau » et à l'aval duquel, elles le sont plutôt par l'importance des conditions météorologiques marines à l'entrée de l'Estuaire de la Gironde (coefficient de marée, mais aussi surcote atmosphérique et vent, paramètres agissant tous deux sur le niveau de l'océan et sur la propagation des eaux à l'entrée de l'Estuaire), on parle alors toujours par convention de crue de type plutôt maritime ou de « submersion marine ».

Le TRI de Bordeaux est globalement plus sensible aux crues d'influences maritimes. Seule son extrémité amont l'est davantage aux inondations plus fluviales. La typologie des aléas à distinguer dans le cadre de la mise en œuvre de la Directive Inondation (submersion, débordement de cours d'eau, ruissellement ou remontée de nappe) ne permet pas par un choix unique de rendre compte de la complexité des phénomènes au niveau des TRI de Libourne et Bordeaux. C'est pourquoi, l'importance des enjeux vulnérables à ces deux typologies de crues, comme l'ont montré les grandes inondations passées, a amené à arrêter également ce TRI **en tant que Territoire à Risque Important d'inondation pour un double aléa : la submersion marine et les débordements de la Garonne, chacun d'entre eux constituant cependant toujours un événement fluvio-maritime.**

Ces deux types d'inondation ont donc fait l'objet de cartographies spécifiques (Cf. paragraphe 1.2.1).

- 4 cartes des surfaces inondables – cartes de hauteur d'eau et 1 carte de synthèse des surfaces inondables pour l'aléa « Submersion »
- 3 cartes des surfaces inondables – cartes de hauteur d'eau et 1 carte de synthèse des surfaces inondables pour l'aléa « débordement fluvial »

La gamme de bleu utilisée pour les aléas « submersions » tire légèrement plus vers le vert que celle utilisée pour les aléas « débordement fluvial »

Les cartes de synthèse elles, réalisées avec les mêmes gammes de vert.

Les crues des autres cours d'eau de ce territoire (affluents de la Garonne **ou de la Dordogne**) ne sont pas traitées dans le cadre de cette démarche, **de même que les crues de type « fluvial » de la Dordogne.** Les seuls débordements de Dordogne étudiés sur ce TRI d'Ambès à Saint-Vincent-de-Paul sont les débordements liés à des événements maritimes et à des forts débits sur la Garonne.

⁴ RIG : Référentiel Inondation Gironde. Les études initiées en 2007 par le Smiddest, la Cub, l'Etat et le Sysdau afin d'affiner la connaissance du fonctionnement de l'Estuaire et des inondations fluvio-estuariennes ont conduit à construire un modèle hydraulique bidimensionnel spécifique sur l'ensemble du territoire du département de la Gironde sous influence de la marée : le RIG (Référentiel Inondation Gironde) puis à exploiter celui-ci.

3- LES INONDATIONS – BILAN DES CONNAISSANCES

3.1- Synthèse des études antérieures

Le bilan des connaissances sur les inondations de la Garonne, et de la Gironde a été effectué dans la présente étude par analyse critique des études hydrologiques et hydrauliques antérieures concernant le secteur d'étude:

- Étude des cotes exceptionnelles de la Garonne à Bordeaux 1990
- Évaluation Préliminaire du Risque Inondation sur le Bassin Adour Garonne et ses annexes unités de présentation « Sous bassin de la Garonne », et « Littoral Atlantique » mars 2012, DREAL Midi Pyrénées
- Plans de Prévention du Risque Inondation de la Vallée de Garonne, secteur Cadaujac – Beautiran – Rapport de présentation – 2005
- Élaboration des PPRI de l'Aire élargie de l'agglomération Bordelaise – Secteurs Bordeaux Nord et Sud – rapport de 1^{er} phase – Recherche des crues historiques 2003
- Plans de Prévention du Risque Inondation de l'Aire élargie de l'agglomération Bordelaise – Secteurs Bordeaux Nord et Sud – Rapport de présentation – 2005
- Plans de Prévention du Risque Inondation de l'Aire élargie de l'agglomération Bordelaise – Secteurs Bordeaux Nord et Sud – Rapport de présentation – 2005
- Plans de Prévention du Risque Inondation de la Presqu'île d'Ambès – Rapport de présentation – 2005
- Plans de Prévention du Risque Inondation du Médoc-Sud – Rapport de présentation – 2005
- Plans de Prévention du Risque Inondation – secteur Bourg-Izon- Rapport de présentation – 2005
- Submersions marines remarquables dans l'Estuaire de la Gironde – Note Historique – IRSTEA – programme BDHI – Acthys-diffusion – 2012
- Estuaire de la Gironde -État des connaissances pour la détermination d'aléas de références dans un contexte d'estuaire – Centre d'Études Techniques de l'Équipement du Sud-Ouest – 2012
- Recommandations sur l'aléa de référence sur la Garonne en amont de Bordeaux -- Centre d'Études Techniques de l'Équipement du Sud-Ouest – 2013
- Référentiel de protection contre les inondations le long de l'Estuaire de la Gironde, de la Garonne et de la Dordogne – phase 1, rapports d'étape 1 à 7 -2008-2009
- Monographie de la tempête Xynthia – 28 février 2010 – Estuaire de la Gironde, Garonne et Dordogne – CETE du Sud-Ouest – 2010
- Référentiel de protection contre les inondations le long de l'Estuaire de la Gironde, de la Garonne et de la Dordogne – rapports d'étape 2 : Schéma d'aménagement de l'Estuaire – 2012
- PAPI d'intention Estuaire de la Gironde -2012
- PAPI d'intention La Garonne en Gironde – 2011
- Etude hydrologique du TRI de Bergerac – 2014
- Etude hydrologique du TRI d'Agen – 2014
- Analyse des surcotes extrêmes le long des côtes métropolitaines – CETMEF – Avril 2013 + monographie Xynthia oct 2010

3.2 Connaissance des inondations – Historique des crues

De nombreuses inondations ont été recensées sur la Garonne depuis 1435.

Toutefois, celles-ci sont beaucoup plus documentées dans la partie fluviale de la Garonne notamment en amont du département de la Gironde et au-delà. De nombreuses études ont ainsi été réalisées à partir des données collectées aux échelles de crues de Cadillac, Langon, Agen...

Il existe par contre relativement peu d'informations disponibles quant aux événements maritimes hormis les plus récents. **Il est difficile de trouver trace de phénomènes maritimes très anciens sur l'Estuaire de la Gironde.**

Le rayonnement historique de Bordeaux sur l'Aquitaine et l'importance de son développement en zone inondable a permis cependant de recenser au travers de différentes chroniques, les effets du passage d'un certain nombre d'inondations marquantes antérieures à 1900, qu'il s'agisse de⁵ la "Grande Souberne" d'avril 1770 qualifiée d'une des plus mémorables crues du siècle, de l'inondation de janvier 1843, définie comme "épouvantable catastrophe" et cause d'"affreux malheurs", de celle de juin 1875, qui constitue la crue de référence sur de nombreux secteurs du bassin amont de la Garonne, mais qui « n'a cependant pas eu une importance notable sur la zone d'étude » ou de celle de février 1879, crue qui « a durement éprouvé l'agglomération, submergeant les quais des deux rives et causant de notables dégâts ».

Les chroniques de hauteurs d'eau sur l'estuaire de la Gironde gardent la trace d'événements plus ou moins marquant tel 1952 au Verdon, 1934 à Lanema, 1913 à Pauillac, 1919 à Ambes – Marquis et 1919 à Bordeaux). Le phare de Cordouan, à l'entrée de l'estuaire dispose également de deux repères historiques faisant référence à des événements importants, dont l'un au moins apparaît dans la littérature (1924), et 1819. Toutefois aucun de ces événements n'a laissé de traces majeures sur le secteur du TRI. Les niveaux de ces événements sur l'agglomération bordelaise lorsqu'ils sont disponibles sont largement inférieurs aux plus hautes eaux connues.

Les informations concernant ces événements ne sont cependant la plupart du temps que qualitatives. Il n'existe malheureusement que très peu d'informations quantitatives sur le périmètre du TRI de Bordeaux en ce qui concerne ces événements les plus anciens. **Les archives du Port de Bordeaux ne permettent pas de remonter au-delà de 1879.**

Les données du Port de Bordeaux ont permis toutefois de déterminer les 12 plus hautes eaux observées au XXe siècle au marégraphe de Bordeaux, présentées dans le tableau suivant:

PRINCIPALES CRUES MESURÉES À BORDEAUX AU XX^{ÈME} SIÈCLE *

Date	Cote à l'échelle (m)	Cote (mNGF)	Débit de la Garonne (m ³ /s)	Coefficient de marée
27 décembre 1999	7,05	5,24	700	77
13 décembre 1981	6,85	5,04	1500 à 2000	99
19 mars 1988	6,84	5,03	4000	115
7 février 1996	6,77	4,96	1000	8

5 "Les inondations à Bordeaux". J.C. Yvard - Annales du Midi

28 avril 1998	6,73	4,92	2700	113
7 février 1974	6,68	4,87	2500	103
23 décembre 1995	6,67	4,86	700	108
4 mars 1923	6,63	4,82	3500	115
15 février 1957	6,64	4,83	1300	114
27 mars 1979	6,61	4,80	900	105
30 janvier 1975	6,57	4,76	3200	105
14 mars 1937	6,57	4,76	1600	112

* Un seul point de mesure ne permet pas de caractériser l'importance de l'inondation sur l'ensemble du TRI.

Ce panorama des crues historiques marquantes sur le TRI de Bordeaux est à compléter par les dernières crues marquantes depuis le début du XXI^{ème} siècle.

LES DEUX CRUES LES PLUS MARQUANTES MESURÉES À BORDEAUX DEPUIS L'AN 2000

Date	Cote à l'échelle (m)	Cote (mNGF)	Débit de la Garonne (m ³ /s)	Coefficient de marée
Xynthia 28 Février 2010	6,92	5,08	816	113
31 janvier 2014	6,92	5,08	2500 à 3000	113

Ces deux événements à prépondérance maritime, bien qu'ayant donné la même hauteur d'eau au marégraphe de Bordeaux, pour un même coefficient de marée, diffèrent par leurs conditions de vent, leur niveau de surcote atmosphérique, et le débit dans les fleuves.

L'impact de la tempête Xynthia a été beaucoup plus important que l'inondation de 2014 sur le territoire du TRI, notamment sur la presqu'île d'Ambès. Cet exemple illustre bien la difficulté de comparer deux événements, y compris au sein d'une même « catégorie d'inondation »..

L'inondation du 27 au 28 décembre 1999 dans l'estuaire de la Gironde et de la basse vallée de la Garonne a surpris par l'ampleur des conséquences matérielles. Les vents sont exceptionnels. On relève des pointes de 194 km/h à Royan. À l'intérieur des terres, les vitesses restent très élevées avec 144 km/h à Bordeaux-Mérignac. La tempête génère une surcote comprise entre 1.20 et 1.50 m qui, accentuée par la forme de l'estuaire, atteint + 2 m à Pauillac, soit une cote marine de 7.05 m au lieu de 5.05 m. Les communes en rive droite sont particulièrement touchées, notamment Saint-Louis-de-Monferrand où les hauteurs d'eau dépassent par endroit un mètre d'eau.

Dans l'estuaire de la Gironde le phénomène est aggravé par les eaux fluviales arrivant en sens inverse. La Garonne perce quelques digues mal entretenues et s'étale hors de son lit sur plusieurs kilomètres, alors qu'à la confluence de la Dordogne le débit de 1 500 m³/s correspond à une crue modeste.

À Bordeaux le fleuve passe par-dessus les quais et emporte une quinzaine de voitures. Dans l'arrondissement de Blaye, la rupture des digues entraîne l'inondation de 5 000 ha de terres. Fort

heureusement, le coefficient de marée est modeste, 77 sur une échelle de 120, et les débordements sur l'estuaire ont contribué à amoindrir les effets de l'inondation sur le cœur de l'agglomération.

Les 27 et 28 février 2010, le littoral atlantique est frappé par la tempête Xynthia. La dépression formée au milieu de l'Océan Atlantique au niveau du tropique du Cancer, évolue en tempête en remontant en direction des côtes européennes, avec une trajectoire atypique. Il ne connaît pas l'intensité des deux tempêtes de décembre 1999, mais s'accompagne tout de même de rafales de vent voisines de 140 km/h.

Une tempête remarquable mais moins exceptionnelle que les tempêtes Lothar et Martin de décembre 1999 ou la tempête Klaus de janvier 2009. Les rafales maximales relevées en plaine, de 160km/h sur le littoral et de 120km/h à 130 km/h dans l'intérieur des terres, sont inférieures à celles enregistrées lors des événements de 1999 et 2009, où l'on relevait près de 200 km/h sur le littoral et 150 à 160 km/h dans l'intérieur des terres.

De même, Xynthia ne peut être qualifiée de « tempête explosive » : son creusement (une diminution de 20 hPa en plus de 24 h) est « classique » pour une dépression hivernale. Lors des tempêtes de décembre 1999, la pression avait chuté de 32 hPa sur le même laps de temps.

La houle provoquée par les vents, avec des vagues de six à sept mètres au large, s'ajoute à une élévation du niveau de la mer de grande ampleur qui trouve son origine dans la concomitance de Xynthia avec les grandes marées d'équinoxes (coefficient de marée de 102-108 à la pointe de Grave) **et de son passage sur le littoral à l'heure de la pleine mer.**

Les submersions touchent la totalité du littoral atlantique avec une intensité variable. Les phénomènes les plus importants sont localisés sur les côtes vendéennes et en Charente-Maritime. L'intensité est moindre sur l'estuaire de la Gironde, qui avec le bassin d'Arcachon constituent les principales zones impactées du département. De nombreuses communes, ont également été touchées, notamment l'aval du TRI de Bordeaux à St Louis de Montferrand.

Il est à noter que les deux plus fortes crues historiques fluviales enregistrées sur le bassin de la Garonne au cours de XXe siècle n'entrent pas dans le tableau précédent. La crue de 1930, n'arrive qu'en 20^{ième} place des hauteurs enregistrées (cote de 4,72m NGF, coefficient de marée de 61 et surcote inconnue) ; la crue du février 1952 n'atteint pas 4,60m NGF (coefficient de marée de 36 et surcote inconnue).

A contrario, les 3 crues ayant induit les plus forts niveaux enregistrés au marégraphe de Bordeaux depuis le début du 20^{ième} siècle se sont produites ces 15 dernières années et sont à prédominance maritime.

Les principaux enseignements que l'on peut tirer de l'étude de ces crues sur ce territoire sont que les grandes crues fluviales qui ont marqué les territoires amont, n'ont eu d'impact sur les inondations de l'agglomération Bordelaise qu'en raison de leur concomitance avec des paramètres maritimes défavorables sur l'estuaire (coefficient de marée, surcote maritime, dépression, vents).

Par contre, des événements d'origine maritime ont pu provoquer des niveaux exceptionnels sur Bordeaux, sans pour autant pouvoir être mis en relation avec de forts débits de la Garonne.

Le meilleur exemple est celui de la marée tempête de décembre 1999 qui a engendré les plus forts niveaux enregistrés en lit mineur de Garonne sur la période 1879-2014.

Les crues les plus remarquables engendrées par le bassin de la Garonne en 1930, 1875, 1879, 1952 n'ont pas permis de battre ce record, ce qui souligne la prédominance des paramètres maritimes sur l'inondabilité de l'agglomération bordelaise. Cependant sur les communes amont du

TRI, la situation est différente ; si à Latresne au Port de l'Homme , les niveaux de la crue fluviale de 1930 se situent 0,20m en deçà des niveaux de 1999, au pont neuf de Camblanes (autrement dit au même niveau que la commune de Cadaujac, commune faisant partie du TRI) les niveaux de la crue de 1930 sont déjà environ 0,25m au-dessus des niveaux de 1999. Cet exemple illustre bien le caractère de transition de l'amont du TRI entre inondations à influence maritime ou fluviale prépondérante.

C'est ainsi que les plus forts événements observés au droit du marégraphe de Bordeaux l'ont été lors de forts coefficients de marée (> 100), à l'exception de la tempête de 1999 et de celle du 7 février 1996. Dans ces deux derniers cas les fortes surcotes permettent d'expliquer les niveaux obtenus, respectivement 2,25 m en 1999, 1,77 m en 1996 à Bordeaux.

Les informations recueillies sur ces crues historiques, si intéressantes soient-elles, sont cependant relatives à des morphologies du lit mineur et du lit majeur des cours d'eau étudiés qui ont été modifiées au cours d'étapes successives, pour les besoins de la navigation et la protection des inondations mais aussi du fait de l'aménagement et des remblaiements des lits majeurs, notamment celui de la Garonne ainsi que le développement de son endiguement.

Aujourd'hui, les communes du TRI de Bordeaux sont globalement très endiguées par des digues qui ont été édifiées au cours du temps. 1861 a vu la construction de digues au droit du viaduc ferroviaire, 1930 celle de la digue de protection de Floirac et Bordeaux Bastide, 1935, celle de la digue de Vimeneux...

Ces ouvrages, même s'ils ont contribué à accroître le niveau d'eau atteint dans le fleuve, ont eu un rôle important dans la diminution de la sensibilité de l'agglomération aux inondations.

Ainsi, l'inondation marquante du 19 février 1879, qui provoqua de très nombreux dégâts sur toute l'agglomération n'avait cependant atteint qu'une hauteur de 6,58 m à Bordeaux soit 4,76 mNGF, à comparer à la cote de 5,24 m NGF atteinte lors de la marée-tempête de décembre 1999, qui provoqua des dégâts beaucoup plus restreints.

Toutefois l'efficacité de ces ouvrages est à tempérer par la récurrence des ruptures de digues recensées lors de la collecte d'informations historiques dont on trouve trace dans de nombreuses chroniques notamment en 1843, 1952, 1974, 1981, 1999...

Les anciennes zones d'inondations historiques, aujourd'hui protégées, restent toujours sensibles en cas de rupture d'endiguement ou d'une crue supérieure à celle prise en compte pour le calage de la crête des endiguements ; il s'agit en particulier :

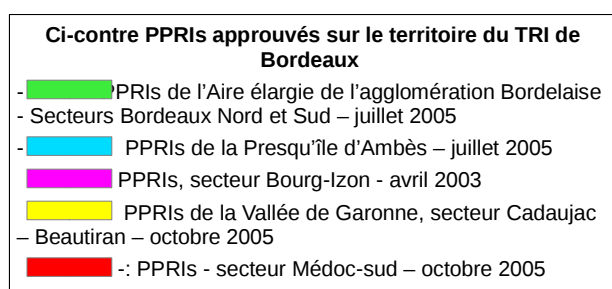
- du quartier de la Bastide, et des points bas des communes de Floirac et Cenon dont l'altitude se situe entre 1 et 3 m en deçà de la cote des endiguements mis en place ;
- des quartiers situés en contrebas du lac, sur les communes de Bruges, du Bouscat et de Bordeaux dont l'altitude se situe entre 3 et 4 m en deçà de la crête des endiguements de Garonne ;
- d'une grande partie de la Presqu'île d'Ambès ;
- des enjeux diffus situés dans les zones basses du Sud-Médoc et de la rive droite de la Dordogne.

L'évolution de la bathymétrie de la Garonne à l'amont du TRI notamment liée « aux travaux d'amélioration de la navigation à partir de 1840 sur la « Garonne Maritime et la Gironde supérieure » tendant à instaurer un chenal unique, stable et suffisamment large ont probablement contribué à augmenter les capacités de « soutirage » des crues de Garonne à l'amont de Bordeaux lors du reflux, amortissant ainsi le stockage de la crue à l'échelle de pleine mer.

3.3- Actions de prévention déjà engagées sur le TRI

3.3.1- Les Plans de Prévention du Risque inondation et la maîtrise de l'urbanisation

L'ensemble des communes du TRI de Bordeaux est couvert par un PPR inondation prenant en compte les inondations de la Garonne, de l'Estuaire de la Gironde et de la Dordogne selon leur cours d'eau riverains.



Toutefois ces PPRIs ont été élaborés sur la base d'événements de référence modélisés antérieurement à la tempête Martin, un certain nombre d'entre eux ne prennent ainsi pas en compte les PHEC, relevés sur leur territoire. La prise en compte de ces derniers événements ainsi que de la spécificité des phénomènes de submersion marine (notamment avec l'intégration de l'élévation du niveau de la mer) est en cours avec la mise en révision des PPRIs de l'agglomération bordelaise.

Suite à la tempête Xynthia et l'adoption au niveau national du Plan de Submersion Rapide (PSR), l'amélioration de la connaissance sur ces territoires s'est traduite dans l'instruction des autorisations d'occupation du sol par la mise en œuvre de l'article R111-2⁶ du code de l'urbanisme. C'est ainsi qu'en fonction des nouveaux éléments de connaissance du risque acquis depuis l'approbation de ces PPRIs et dans l'attente de leur révision, celui-ci se traduit par la mise en œuvre de règles complémentaires à celles édictées dans les PPRIs y compris celle de refuser des permis de construire notamment de logements dans les zones susceptibles de recevoir plus d'un mètre d'eau ainsi que dans les zones de danger à l'arrière des ouvrages de protection contre les inondations.

3.3.2- Les Programme d'Actions de Prévention des Inondations (PAPI)

Le PAPI est l'expression d'un projet global et partagé de prévention du risque d'inondation pensé à l'échelle d'un bassin de risque et porté par les collectivités, qui couvre tous les aspects de cette prévention, au-delà de la seule maîtrise de l'urbanisation ou de la gestion des protections. Il se traduit par la définition d'une stratégie déclinée dans un plan d'actions sur 6 ans. Sa mise en œuvre fait l'objet d'un contrat entre l'État et les collectivités territoriales après labellisation au niveau national.

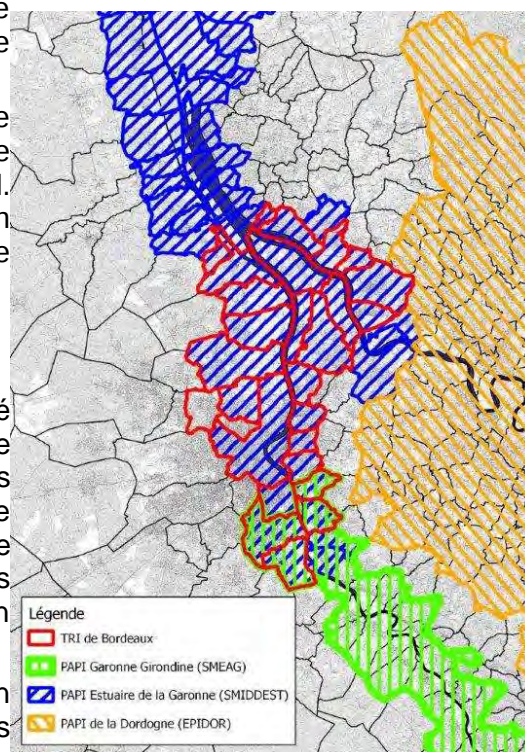
6 Art R111-2 : « Le projet peut être refusé ou n'être accepté que sous réserve de l'observation de prescriptions spéciales s'il est de nature à porter atteinte à la salubrité ou la la sécurité publique du fait de sa situation, de ses caractéristiques, de son importance ou de son implantation à proximité d'autres installations ».

Deux PAPI d'intention sont en cours de réalisation sur le territoire du TRI de BORDEAUX; Il s'agit de ceux de l'Estuaire de la Gironde et de la Garonne en Gironde.

Labellisé respectivement en juillet 2012 et en décembre 2011, ces deux PAPI d'intention doivent permettre de finaliser les études nécessaires au dépôt d'un PAPI global. Un troisième PAPI est en cours d'élaboration sur le bassin versant de la Dordogne en amont immédiat du TRI de Bordeaux.

Le périmètre du PAPI de l'Estuaire de la Gironde, porté par le Syndicat Mixte pour le Développement Durable de l'Estuaire de la Gironde (Smiddest) intègre l'ensemble des communes du TRI de Bordeaux ; il couvre l'ensemble de l'estuaire depuis l'océan jusqu'à Quinsac sur la Garonne et Asques sur la Dordogne et donc l'ensemble des communes du TRI de Bordeaux. Il a pour vocation principale :

- de permettre de mener à son terme l'élaboration de la stratégie de gestion des zones inondables dont celle d'un schéma de gestion des digues de protection ;
- d'améliorer la connaissance de la vulnérabilité des zones inondables afin de définir dans le PAPI des actions de diminution de la vulnérabilité et d'évaluer la pertinence de chacune des actions proposées conformément au cahier des charges national de l'appel à projet PAPI.



Le PAPI de la Garonne en Gironde, porté par le Syndicat Mixte d'Études et d'Aménagement de la Garonne (SMEAG), poursuit sensiblement les mêmes objectifs « L'objectif général des études prévues dans celui-ci est d'acquérir le niveau de connaissance et de compréhension du fonctionnement de la Garonne en crue entre La Réole et Villenave d'Ornon, qui permettra aux gestionnaires et aux acteurs publics de mettre en œuvre les actions nécessaires à différentes échelles pour améliorer la gestion des risques d'inondations dans le cadre d'un PAPI complet. Il couvre les communes amont du TRI de Bordeaux (Bouliac, Villenave d'Ornon, Latrenes, Cadaujac) autrement dit les communes du TRI sous influence plus fluviale.

3.3.3- La Prévision des Crues

Le service de prévision des crues Gironde-Adour-Dordogne (SPC) assure une mission de vigilance et de prévision de crues sur les tronçons de la Garonne, de la Gironde et de la Dordogne intégrés dans ce TRI. Cette mission se matérialise par l'émission d'un bulletin vigilance « crues » bi-quotidiennement à l'attention des services de la sécurité civile et du grand public qualifiant la situation des prochaines 24 heures sur une échelle de gravité, diffusé également via internet sur le site Vigicrues (www.vigicrues.gouv.fr)

La station de suivi du service de prévision des crues sur le secteur d'étude est celle de Bordeaux.

La préfecture de la Gironde s'est dotée d'un règlement départemental spécifique qui fixe les modalités selon lesquelles les alertes de crues doivent être communiquées aux maires et dispose d'un Plan de Dispositions Spécifiques ORSEC Inondation, en cours de révision.

Avertie par le Service de Prévention des Crues (SPC GAD) Gironde-Adour-Dordogne de la DREAL Aquitaine, la préfecture (S.I.D.P.C.) signale, par tout moyen approprié, le degré de vigilance à observer à tous les services intéressés afin qu'ils déploient les moyens nécessaires à leur(s) intervention(s), et diffuse l'information aux maires qui doivent eux-mêmes alerter et protéger leurs administrés.

Pour ce faire, un système de prévision des hauteurs d'eau dans l'estuaire de la Gironde, a été développé et mis en place.

Ce système s'appuie pour fonctionner sur les systèmes informatiques opérationnels de Météo France, des observations du niveau d'eau dans l'estuaire de la Gironde, des observations et prévisions des débits de la Garonne et de la Dordogne, des observations et prévisions météorologiques, et des prévisions de marée du SHOM à la frontière maritime. Celui-ci permet ainsi de disposer de prévisions actualisées plusieurs fois par jour au niveau des marégraphes en dépit de la complexité des phénomènes hydrauliques sur ce territoire.

3.3.4- Les Plans communaux de sauvegarde

Le plan communal de sauvegarde (PCS) est réalisé, sous la responsabilité du Maire, pour planifier les actions des acteurs communaux de la gestion de crise (élus, agents municipaux, bénévoles, entreprises partenaires) en cas d'événements majeurs naturels, technologiques ou sanitaires. Il a pour objectif l'information préventive et la protection de la population.

Les communes de Labarde, Macau, Ludon-Médoc, Parempuyre, Blanquefort, Bruges, Le Bouscat, Bordeaux, Bègles, Villenave d'Ornon, Cadaujac, Latresne, Bouliac, Floirac, Cenon, Bassens, Ambarès et Lagrave, Saint Louis de Montferrand, Ambès et Saint Vincent de Paul, Saint Seurin de Bourg, Prignac et Marcamps, Saint Gervais, et Saint André de Cubzac sont dotées d'un PCS approuvé.

Les communes d'Eysines, Lormont, Bourg et Cubzac les Ponts n'en étaient pas dotées en juin 2013.

4- LA CARTOGRAPHIE DES ZONES INONDABLES

4.1- Caractéristiques des inondations du TRI

4.1.1- Présentation générale du bassin versant de la Garonne⁷, et de l'Estuaire de la Gironde,

La Garonne prend sa source en Espagne, dans le val d'Aran. D'une longueur de 525 km, dont 478 km en France, elle est drainée par un bassin versant de 55 000 km² qui touche 3 régions administratives (Aquitaine, Languedoc-Roussillon, Midi-Pyrénées) et 8 départements (Ariège, Gironde, Haute-Garonne, Gers, Lot, Lot-et-Garonne, Hautes-Pyrénées, Tarn-et-Garonne).

La montagne pyrénéenne occupe l'ensemble du haut bassin de la Garonne. Cette barrière orographique culminant à plus de 3 000 m est à l'origine d'abats d'eau exceptionnels.

La Garonne a d'abord un caractère « montagnard » caractérisé par des crues soudaines et puissantes jusqu'à Toulouse. À l'aval de Toulouse, le champ d'inondation s'élargit brusquement et la Garonne développe d'amples sinuosités à méandres actifs et berges vives. La Garonne se termine par la Gironde, large estuaire qui débouche dans l'océan atlantique. La marée a une

⁷ Cf. EPRI, bassin Adour Garonne.

influence prépondérante sur le niveau des eaux dans la Gironde et est sensible sur les parties aval de la Garonne et de la Dordogne. Les niveaux de la marée, dans l'estuaire, peuvent être largement augmentés par des surcotes liées à des phénomènes météorologiques spécifiques. La concomitance de ces situations météorologiques avec de fortes marées est à l'origine de débordements importants. Par ailleurs, la propagation de la marée dans la forme conique de l'estuaire de la Gironde a pour effet d'accentuer les niveaux.

À l'aval de sa confluence avec la Neste, la Garonne n'est plus un gave et coule dans une large vallée dite de piémont mais, son régime hydrologique peut être qualifié de montagnard jusqu'à Toulouse.

À l'aval de Toulouse, le champ d'inondation s'élargit brusquement et la Garonne développe d'amples sinuosités à méandres actifs et berges vives. Ce secteur, de Toulouse à l'amont de la confluence du Tarn, constitue un vaste champ d'épandage des crues de la Garonne pyrénéenne et ne reçoit que des affluents secondaires.

En dépit de l'énorme apport du Tarn, la Garonne à l'aval conserve un lit d'une largeur similaire à l'amont de la confluence mais, son aspect change et devient plus encaissé. L'augmentation de la capacité d'écoulement du lit ordinaire ne supprime pas pour autant la plaine inondable et la Garonne coule toujours dans une grande auge alluviale de 2.5 à 4 km de largeur. Ce secteur devient alors la résultante des écoulements d'origines diverses : de l'amont pyrénéen, du plateau du Lannemezan, du Tarn et du Lot ; **et la concomitance de crues importantes n'est pas à écarter.**

La Garonne se termine par la Gironde, large estuaire qui débouche dans l'océan Atlantique. La marée a une influence prépondérante sur le niveau des eaux dans la Gironde et est sensible sur les parties aval de la Garonne et de la Dordogne. Les niveaux de la marée, dans l'estuaire, peuvent être largement augmentés par des surcotes liées à des phénomènes météorologiques spécifiques. La concomitance de ces situations météorologiques avec de fortes marées est à l'origine de débordements importants. Par ailleurs, la propagation de la marée dans la forme conique de l'estuaire de la Gironde a pour effet d'accentuer les niveaux.

L'Estuaire de la Gironde est, avec la Loire et la Seine, l'un des 3 grands estuaires français.

Formé par l'union de la Garonne et de la Dordogne, reliant les départements de la Gironde et de la Charente-Maritime, il est long de plus de 75 km, sa largeur atteint jusqu'à une dizaine de km et il couvre une superficie d'environ 635 km². L'influence océanique y est importante, avec une onde de marée qui remonte sur près de 150 km sur la Garonne et la Dordogne et un marnage (différence de hauteur d'eau entre marée haute et marée basse) de plusieurs mètres.

4.1.2- Typologie des inondations sur le TRI de Bordeaux en fonction de leurs origines météorologiques⁸

L'évaluation préliminaire des risques du bassin Adour Garonne identifie sur le bassin de la Garonne plusieurs types de phénomènes à l'origine des principales crues recensées sur ce territoire. Toutes ne se retrouvent pas sur le TRI de Bordeaux notamment les phénomènes de type torrentiel.

La DIREN Midi-Pyrénées, dans son rapport de synthèse du « *Recueil de photographies et repères de crues* » de juillet 2005, explique clairement les phénomènes à l'origine de ces différents types de crues. Ce passage est repris ci-dessous :

« Le bassin de la Garonne est climatologiquement et pluviométriquement hétérogène et le régime hydraulique de la Garonne dans son cours moyen et inférieur est pluvio-nival.

En fait, sur un cours d'eau aussi long, et dont le bassin versant présente de si grandes différences d'altitude et de situation territoriale, il n'est pas surprenant que le régime hydraulique soit

⁸ Source : EPRI, TRI d'Agen et rapports RIG

complexe et qu'il soit évolutif d'amont en aval, au fur et à mesure que s'additionnent les caractéristiques des affluents, eux-mêmes importants (Ariège, Tarn, Lot).

Il en va de même pour les crues dont l'origine n'est pas unique. Il est tout de même possible de regrouper ces phénomènes en trois grandes familles. Pour chacune d'elles, il faut retenir que l'éloignement relatif des Pyrénées et du Massif Central vis-à-vis du département du Lot et Garonne, ne doit en aucun cas amener à sous estimer le rôle de ces massifs dans la naissance et le déroulement des crues ».

- **1. « Les crues générées par des averses liées aux perturbations atlantiques classiques⁹ »**

Elles surviennent essentiellement de décembre à mi-avril.

En hiver, l'anticyclone des Açores se positionne en effet à de basses latitudes et laisse sur l'Europe occidentale le champ libre aux déformations du « front polaire » et aux perturbations qui lui sont associées, lesquelles abordent le continent sud européen selon une trajectoire Ouest Est (avec des variantes voisines de cet axe).

Dans ce cas, les pluies affectent pendant 2 à 4 jours la quasi-totalité du grand Sud-ouest, du Pays Basque au Ségala ou des Charentes à l'Albigeois, et ce, sous des intensités de l'ordre de 15 à 70 mm/j. Il existe alors des paroxysmes ou des rémissions dans le temps et dans l'espace mais globalement la trajectoire de ce type de perturbation a pour effet d'épargner relativement le versant Nord et les vallées des Pyrénées ainsi que certains secteurs du piémont. Concernant le Massif Central, il est classique d'observer l'épuisement des averses sur les territoires les plus orientaux (hauts bassins versants du Tarn et du Lot), au fur et à mesure que sont franchis les massifs ou barrières orographiques successives (Ségala, Monts de Lacaune, Lézérou, Aubrac, Causses, Mont Lozère, ...).

Il faut aussi préciser que les précipitations tombées en altitude le sont sous forme de neige et non de pluie, étant donné la saison. Dans ces conditions, les crues ne sauraient concerner que modérément l'amont des réseaux hydrographiques de la Garonne et donc le TRI de Bordeaux (et du Tarn accessoirement).

Ce sont donc les parties médianes du bassin de la Garonne, du Tarn et du Lot, exposées orographiquement à l'Ouest, qui fournissent la majeure partie des débits.

- **2. Les averses et les crues dites pyrénéennes**

Elles surviennent surtout au printemps, d'avril à fin juin.

Assez classique en cette saison, le dispositif météorologique en place se traduit par la présence d'un anticyclone océanique étiré vers le Nord (îles britanniques) obligeant les perturbations à « descendre » sur son flanc oriental.

Sur la région Midi Pyrénées, les flux viennent alors du Nord (tout au moins avec une composante Nord Sud), et se heurtent aux reliefs pyrénéens et secondairement à ceux du Massif Central. Des complications orageuses ne sont pas à exclure (juin 1992). De plus, les températures de mai et de juin impliquent que ces précipitations orographiques ne peuvent être neigeuses, sauf sur les plus hauts sommets pyrénéens.

On peut relever plus de 150 mm en 2 jours (assortis de maxima locaux à plus de 250 mm, comme en juin 1875) sur la plus grande partie des hauts bassins versants et sur le piémont pyrénéen (au sens large), un peu moins sur le Sud-ouest du Massif Central et la Gascogne, et en tout cas, des pluies soutenues sur un espace dépassant 20 000 km².

Dans ces conditions, les crues formées sur l'amont du réseau hydrographique garonnais ont de grandes chances de ne pas s'atténuer vers l'aval du fait de la concomitance quasi systématique

⁹ Les paragraphes relatifs aux crues de Garonne sont extraits du rapport d'accompagnement des cartes du TRI d'Agen

des apports de crue successifs (et de leur grand nombre), y compris celui du Tarn et du Lot, qui ne sont jamais indifférents à ce type d'averse, excepté leur haut bassin.

Les averses de ce type constituent donc l'origine principale des grandes crues de la Garonne observée jusque dans le département de la Gironde, parmi lesquelles l'événement de **juin 1875** est le plus grave.

Cette crue du 26 juin 1875 qui constitue la crue de référence sur de nombreux secteurs du bassin amont de la Garonne, où elle détruisit près de 4 200 habitations et fit plus de 500 victimes n'a cependant pas eu une importance notable sur la zone d'étude. « Il semble bien - selon J.C. Yvard - qu'au droit de Bordeaux le jeu biquotidien du reflux de la marée ait assuré, par vidange de l'estuaire, l'écrêtement des crues. [...] Le mardi 29 juin la décrue déjà bien amorcée vers l'amont, est perceptible à La Réole. À Bordeaux, lors des dernières marées les quais n'ont pas été mouillés ». D'après J. Serret « Aucun fait important de la crue du 24 juin 1875 n'est à signaler en regard de Bordeaux et de l'estuaire de la Gironde ».

- **3. « Le mauvais temps orageux de Sud Est génère les crues « méditerranéennes »**

Se retrouvent ici les conditions indispensables à l'émergence d'averses de type cévenol ou languedocien : anticyclone sur l'Europe centrale avec isobares méridiennes, dépression sur le Golfe de Gascogne que contournent par le Sud les fronts perturbés venus de l'Atlantique Nord.

Sur la Méditerranée, se constitue alors un mélange détonant d'air chaud et sec saharien pulsé sur le bord occidental de l'anticyclone, et celui des perturbations, frais et rechargé en humidité. A la rencontre des reliefs languedociens, ces nuées électrisées déversent des déluges (100 à 400 mm/j) qui ne se limitent pas systématiquement au rebord du Massif Central, aux Corbières ou aux Pyrénées Orientales.

La puissance du flux de Sud-est, traduite au sol par les vents Marins, provoque de temps en temps l'arrivée des pluies jusqu'en territoire atlantique, sur les hauts bassins versants du Lot et surtout du Tarn. On parle alors « d'averse méditerranéenne extensive ». C'est en cela que le tronçon de moyenne Garonne est concerné mais, de manière assez particulière si l'on considère le département du Lot et Garonne :

- modestie de l'apport haut garonnais : il arrive que de violentes averses poussées par le « vent d'Espagne » franchissent la ligne de crête pyrénéenne et s'abattent sur les versants Nord (hauts bassins versants de la Garonne et de l'Ariège). Les crues de la Garonne sont alors rapides et vigoureuses sur le réseau hydrographique montagnard et de piémont immédiat mais vers l'aval, par absence de pluie nourricière et du fait de l'élargissement des chenaux fluviaux, elles perdent peu à peu de leur puissance pour devenir « modérées » au confluent de l'Ariège, et « modestes » voire « insignifiantes » en abordant le département du Lot et Garonne jusqu'au confluent du Lot, sauf si l'averse a touché aussi les hauts bassins du Tarn et de l'Agout.

- prépondérance tarnaise et lotoise : c'est au niveau de la confluence avec le Tarn que les choses changent (ou peuvent changer) radicalement. Rivières océaniques, le Tarn et le Lot, de même que leurs affluents en amont des bassins versants (notamment la Dourbie, le Dourdou, le Rance et l'Agout) sont issus de massifs directement exposés à l'extension territoriale des pluies cévenoles dont il est question plus haut. Elles engendrent alors des crues rapides et puissantes très loin en aval, jusqu'en des régions où il n'est pas tombé une goutte de pluie. En effet, contrairement à ce qui se passe sur la Garonne entre le piémont pyrénéen et le confluent du Tarn, les crues méditerranéennes du Tarn ne s'estompent que peu en circulant vers l'aval et en quittant les zones de l'averse, et ce, du fait de l'absence de champs d'inondation importants, de l'encaissement général des chenaux et de la forte pente en longueur des talwegs. Dans ce cas de figure, les crues du Tarn deviennent tout simplement, en aval de Moissac, les crues de la Garonne.

L'exemple caricatural en la matière demeure **l'événement catastrophique de mars 1930** pour

lequel, dans le département du Lot et Garonne, la crue record du Tarn a hissé la Garonne aux plus hauts niveaux : en aval de la confluence avec le Lot, les cotes de la crue de mars 1930 sont proches de celles de juin 1875 » et même supérieures dans la partie girondine de la Garonne.

- **4. « Les inondations d'origine maritime »¹⁰,**

L'analyse des crues historiques a montré que le territoire du TRI de Bordeaux, est particulièrement vulnérables aux inondations d'origine estuarienne telle la marée tempête de décembre 1999.

Celles-ci sont régies par les notions de volume oscillant apporté par chaque marée qui remonte plus ou moins loin dans les fleuves en fonction tout d'abord de l'importance de la marée, de la surcote océanique et des vents et de façon moindre des débits de la Garonne et de la Dordogne (phénomène de blocage d'un des cours d'eau possible en cas de crue.

Les études du Référentiel Inondation Gironde (RIG) ont permis au travers de l'étude d'un ensemble de crues documentées, de distinguer parmi ces crues 2 catégories.

- Les principales d'entre elles (27 décembre 1999, 13 décembre 1999, 23 décembre 1995 et 7 février 1996) ont provoqué les niveaux les plus importants sur tout l'estuaire ou au moins dans sa partie centrale. Ils sont tous la concomitance d'une (très) forte surcote (on remarque que l'importance de l'événement semble fortement dépendante de la hauteur de la surcote maritime), d'un vent fort à très fort et d'une marée forte à très forte (mais peu influente). Ils sont donc issus d'une **surcote maritime importante et d'un vent fort**. La surcote d'origine marine est amplifiée sous l'action du vent dans la partie centrale de l'estuaire, sans que le coefficient de marée ne joue un rôle prépondérant.

- Le 5ème (28 mars 1979) est issu d'une surcote forte, d'une marée très forte et d'un vent moyen. Il s'agit d'un événement maritime, car les niveaux maximaux observés sont importants sur la partie aval de l'estuaire. Typiquement, le vent moyen n'a pas permis une propagation importante de la surcote dans l'estuaire.

Cette étude nous a donc amené à distinguer parmi ces inondations « maritimes » des phénomènes typiques :

- **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),

Les niveaux d'eau forts peuvent cependant être générés par des événements hydrométéorologiques « mixtes », se présentant comme une combinaison des éléments précédents.

Cette étude nous permet également de considérer comme événement plus spécifiquement fluvial un phénomène caractérisé par :

- **FLUVIAL** : temps de retour des débits de pointe de la Garonne et/ou de la Dordogne supérieurs à 10 ans.

Cette caractérisation appliquée aux événements les plus récents permet de distinguer ainsi ces événements :

¹⁰ Les informations apportées dans l'ensemble de ce paragraphe sont issues des études du Référentiel Inondation Gironde, études sous maîtrise d'ouvrage du SMIDDEST et plus particulièrement de son RAPPORT D'ETAPE 4 - DEFINITION DES EVENEMENTS DE REFERENCE - MARS 2009 – VERSION F N° 4310990 –1 74 0638

Date	Coefficient de marée maximum	Débit max. Garonne (m ³ /s)	Débit max. Dordogne (m ³ /s)	Vent max (km/h)	Type
12/03/2006	73	4686 [2-5 ans]	1023 [<1 an]	36	Fluvial
27/12/1999	77	700 [<1 an]	550 [<1 an]	194	Tempête
29/04/1998	113	3090 [1-2 ans]	1187 [1-2 ans]	61	Maritime
17/12/1981	62	7056 [30-50 ans]	2329 [5-10 ans]	36	Fluvial
13/12/1981	106	1700 [<1 an]	900 [<1 an]	86	Maritime

Les analyses faites montrent que la génération d'une inondation sur l'estuaire est bien sous la dépendance d'une conjonction de phénomènes hydrométéorologiques et peut se produire différemment en fonction des secteurs, ce qui rend encore plus complexe qu'ailleurs l'analyse.

En particulier, si Xynthia n'atteint pas l'intensité de la tempête de décembre 1999 en termes de vitesses maximales de vent, elle a pourtant été à l'origine de phénomènes de submersion plus importants dans la partie nord de l'estuaire.

Il existe donc de multiples combinaisons des facteurs pouvant générer des niveaux d'eau importants dans l'estuaire. Pour quantifier l'influence de ces derniers sur les niveaux d'eau de la zone d'étude, ainsi que sur les vitesses de remontée de l'onde de marée, différents scénarios hydrométéorologiques ont été modélisés et comparés à une situation de référence.

Cette analyse permet d'aboutir à trois conclusions principales concernant la génération de très hauts niveaux d'eau dans l'estuaire :

1 La marée seule ne permet pas de générer des niveaux d'eau extrêmes : Les niveaux générés peuvent-être importants, mais ne sont pas les plus importants observés. C'est le cas des événements du 29 avril 1998 et du 30 mars 2006 qui présentaient respectivement des marées de coefficient 113 et 114.

2 L'influence de la combinaison du vent et d'une surcote est très importante. Un vent très fort combiné à une marée moyenne à forte génère de très hauts niveaux. De plus, le vent augmente les niveaux d'eau d'aval en amont. En cas de vent très fort sur l'estuaire, l'influence sur les niveaux est de plus en plus forte en remontant sur Bordeaux (effet d'entonnoir).

3 Le rôle du débit fluvial est peu important à Bordeaux et peut être qualifié de nul à l'aval.

L'étude de la concomitance des différents paramètres hydrométéorologiques liés aux huit événements ayant généré les niveaux les plus hauts dans l'estuaire a amené à découper le secteur d'étude en deux grands ensembles en termes d'influence des paramètres hydrométéorologiques :

- Dans l'estuaire et jusqu'à la confluence du bec d'Ambès, les impacts sont liés au vent et à la surcote maritime principalement. Les effets de ces 2 paramètres s'ajoutent et sont proportionnels à l'intensité du paramètre. Notons qu'une surcote de plus d'un cycle de marée s'atténuera dans sa remontée de l'estuaire, ce qui n'est pas le cas pour une surcote courte. Ces constats sont valables autant à pleine-mer qu'à basse-mer, et sont particulièrement visibles lors des tempêtes ;

- Au-delà de la confluence Garonne – Dordogne, l'influence fluvio-maritime prédomine et influe le plus sur les niveaux de pleine et de basse-mer. Par ailleurs, un vent de Ouest – Sud-Ouest a très peu d'impact, un vent inférieur à un frais génère des impacts négligeables sur la ligne d'eau, et les débordements ne sont pas pris en compte lors de l'addition des effets.

4.2- Études et méthodes mobilisées

4.2.1- Présentation du modèle hydraulique utilisé

Le territoire du TRI de Bordeaux se situe principalement de part et d'autre de la Garonne mais également de la Dordogne. Son extrémité nord, borde également l'Estuaire de la Gironde.

Ces cours d'eau sont marqués par l'influence de la marée sur la quasi-totalité de leur parcours, avec des variations de la ligne d'eau qui remontent sur la Garonne jusqu'à la Réole, soit 94 km en amont du Bec d'Ambès.

La « renverse », inversion des courants, s'y produit jusqu'à Saint Pierre d'Aurillac sur 77 km.

À l'étiage, l'influence de la marée se propage en effet sur les deux cours d'eau bien au-delà du territoire du TRI, jusqu'à Pessac sur Dordogne sur la Dordogne et la Réole sur la Garonne, soit respectivement jusqu'à 160km et 170 km en amont de la Pointe de Grave.

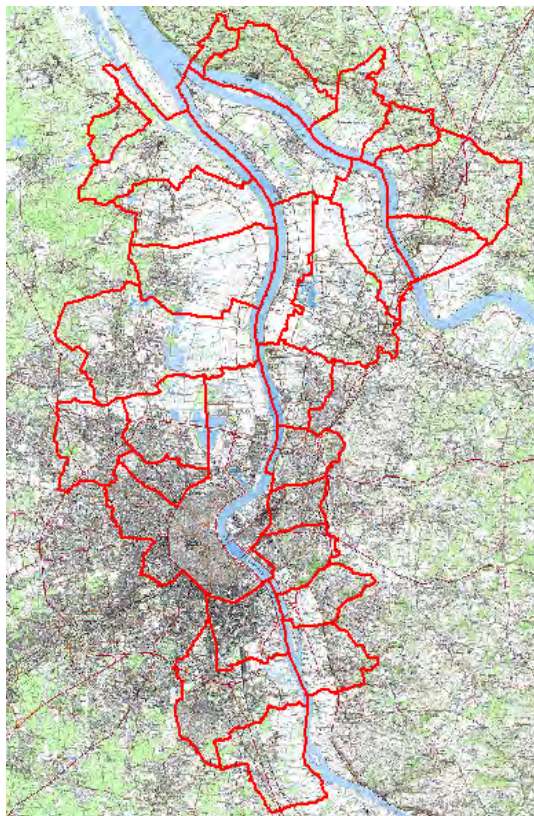
Ce territoire peut se décomposer à grande échelle en deux sous-systèmes hydrauliques principaux en interaction forte :

- le lit mineur, pouvant atteindre plus de 9 km de large, soumis aux effets de la superposition d'une onde de marée, d'une surcote atmosphérique, d'un certain vent et de débits fluviaux. Il est le siège d'écoulements dynamiques complexes : gradient de vitesse, effet de basculement ...
- Le lit majeur, protégé par un système de digues et d'ouvrages de protection quasi continu mais hétérogène et présentant de larges zones basses, inondées par les débordements du lit mineur, la structure du réseau hydrographique drainant ce lit majeur jouant un rôle prépondérant dans le ressuyage des zones inondées.

La présence des digues et des ouvrages hydrauliques qui leur sont associés a une incidence forte sur les niveaux d'eau en lit mineur et introduit des effets de seuil marqués conditionnant l'inondation du lit majeur. Les hauteurs d'inondation en lit majeur dépendent en effet des volumes d'eau écoulés par les brèches ou par surverse sur les digues et des capacités d'évacuation des eaux par le réseau hydrographique et les ouvrages hydrauliques entre chaque marée.

Les études initiées en 2007 par le Smiddest, la Cub, l'État et le Sysdau afin d'affiner la connaissance du fonctionnement de l'Estuaire et des inondations fluvio-estuariennes ont conduit à construire un modèle hydraulique bidimensionnel spécifique sur l'ensemble du territoire du département de la Gironde sous influence de la marée : le RIG (Référentiel Inondation Gironde).

La représentation des conditions hydrauliques associées à ces événements se fait par l'imposition des conditions aux limites aux frontières maritimes et fluviales des modèles. Les évolutions dans le temps des débits de la Garonne, de la Dordogne et de l'Isle sont imposées (hydrogrammes). Au



niveau de la frontière maritime, l'évolution du niveau de marée est imposée au niveau du Verdon. Cette évolution intègre la marée astronomique et la surcote océanique du large.

Sur l'ensemble de l'estuaire, l'effet du vent est pris en compte. L'évolution du vent au cours du calcul est intégrée temporellement (les caractéristiques du vent, intensité et direction, varient au cours de l'événement) et spatialement (les caractéristiques sont interpolées entre les données des stations de Mérignac et de Royan).

Cet outil de modélisation (développé à partir du logiciel TELEMAC 2D) a été conçu tout d'abord sous forme de « modèle grande maille » sur l'ensemble de la zone à couvrir (mailles de taille comprises entre 250 et 500 m en lit majeur), **taille de nature à privilégier la rapidité des temps de calculs** (2 heures de temps de calcul machine pour 5 à 6 jours de temps réel simulé). Ce modèle d'ensemble est par la suite appelé « RIG phase 1 ».

Ce maillage a été construit sur la base des données topographiques et bathymétriques disponibles en 2007, plus ou moins précises selon le degré d'urbanisation sur la base de planches de levés terrestres de géomètres réalisés dans le cadre de l'« Étude hydraulique de détermination des zones inondables de la Gironde » pour le compte de la DDE de la Gironde – 1996) et des levés photogrammétriques réalisés pour la Direction Départementale de l'Agriculture et des Forêts de Gironde en 1965, numérisées et géo-référencées. Les secteurs non couverts à l'aval de l'estuaire (Nord Médoc en rive gauche et secteurs de Charente-Maritime en rive droite) ont fait l'objet d'un traitement de restitution photogrammétrique réalisé en 2007. Le tout a été complété sur la CUB par un semis de points relevé par ortho-photogrammétrie (IGN2001), de densité 2 pts/ha et d'une précision de +/- 30 cm, pour cette collectivité et par des levés topographiques terrestres de la cote des regards d'assainissement sur le territoire de la CUB.

La cohérence des données topographiques collectées a été vérifiée et a conduit à supprimer certaines données aberrantes (bâti, végétation, ...), et à ajouter des points complémentaires, notamment au droit des cours d'eau principaux situés à l'arrière des digues, pris en compte dans la modélisation.

Les données bathymétriques du Port Autonome de Bordeaux sont issues des levés généraux de 2002, complétés par des levés spécifiques réalisés dans le cadre de projets plus récents (Pont Bacalan-Bastide, transport fluvial des barges AIRBUS de l'A380 autour du pont de Pierre),

Les digues et la ligne de crête de la rive ont fait l'objet d'un levé terrestre spécifique sur le territoire du Smiddest dans le cadre de la construction de ce modèle.

La modélisation bidimensionnelle utilisée est un outil permettant la représentation de l'évolution des écoulements au cours d'un événement hydrométéorologique pour une configuration d'étude arrêtée avec pour objectif une bonne reproduction de la propagation de la marée (célérité de l'onde de marée et amplitude).

Les équations de la physique gérant les écoulements sont résolues numériquement par le code de calcul TELEMAC-2D. La réalité du terrain est représentée de manière schématique à l'aide d'un maillage, maquette virtuelle du secteur d'étude. Le maillage est composé de triangles de tailles variables dont les sommets servent de points de calculs. Chaque point de calcul possède une information de géo-référencement spatial (X et Y) et altimétrique (Z).

La modélisation mise en œuvre est une modélisation hydrodynamique bidimensionnelle, ce qui signifie :

- hydrodynamique : les caractéristiques des écoulements (hauteur d'eau et vitesse) sont déterminées de manière dynamique, c'est-à-dire en chaque instant de l'événement simulé ;
- bidimensionnelle : le modèle fournit les vitesses de déplacement de la colonne d'eau (vitesses moyennées sur la verticale) dans l'espace (plan horizontal).

En chaque point de calcul et pour chaque instant de l'événement modélisé, le niveau d'eau et la

vitesse (intensité et direction) sont déterminés par calcul. À partir de ces informations et de la cote altimétrique de chaque point, les variables hydrauliques suivantes sont déterminées : hauteur d'eau (niveau d'eau – niveau du fond), débit linéique scalaire et vectoriel (vitesse x hauteur d'eau), ...

Dans ce type de modèle, la représentation des remblais et des digues nécessite la bonne représentation du rôle d'obstacle aux écoulements et de leur caractère éventuellement submersible. Pour cela, il est nécessaire de représenter correctement de manière conjointe l'altimétrie des pieds de talus et celle du haut (crête).

Deux principes sont utilisés pour cela, selon la taille de l'obstacle et l'hétérogénéité altimétrique de sa crête :

- la première consiste à intégrer l'obstacle dans le maillage ;
- la seconde consiste à représenter l'obstacle sous la forme de deux frontières du modèle et de calculer le débit éventuellement surversant sur l'obstacle à l'aide des lois « classiques » de l'hydraulique (lois de seuil).

Cette dernière méthode a été retenue pour représenter l'ensemble des digues en bordure de lit mineur sur l'estuaire de la Gironde. Elle a pour avantage de pouvoir intégrer la représentation altimétrique de la crête du remblai à une échelle bien inférieure à la taille des mailles du maillage. Le levé topographique intégral des digues de l'estuaire réalisé dans le cadre de l'élaboration du modèle d'ensemble initial, présentant un espacement moyen entre les points relevés de 50 m environ, a été intégré dans l'ensemble des modèles réalisés. Cette méthode permet donc de représenter le débit qui transite sur un point bas de la protection, quelle que soit sa largeur, sans nécessiter le raffinement du maillage sur le secteur en question. Les débordements sur les digues en retour bordant les esteyes et canaux de l'estuaire et qui entrent dans le lit majeur sont bien représentés par cette méthode.

Les résultats obtenus permettent l'élaboration de cartes d'aléas. Ces cartes représentent la représentation des hauteurs d'eau. **Elles ne constituent pas une « photographie » d'un instant de l'événement, mais traduisent les valeurs (hauteurs, niveaux, vitesses) maximales observées en chaque point d'étude tout au long de l'événement.** Les hauteurs d'eau représentées sur ces cartes correspondent ainsi en général sur le bourrelet de bord de rivière à des hauteurs atteintes en phase débordement au début de l'inondation. A contrario, dans les zones basses arrières, elles représentent des hauteurs atteintes quelques fois plusieurs heures après la fin du débordement, avec un effet cumulatif lors de débordements successifs.

Le modèle ainsi décrit a été utilisé en l'état en ce qui concerne le choix des événements puisqu'il s'agissait de comparer entre eux, toutes choses égales par ailleurs, différents événements à partir de leur ligne d'eau en lit mineur.

4.2.2- Améliorations du modèle mises en œuvre dans le cadre de la cartographie du TRI de Bordeaux

Différentes améliorations du modèle ont été développées ensuite par le biais de la réalisation de modèles dit de détails notamment sur la CUB et le sud-Médoc. Ces modèles réalisés dans le cadre des études du RIG phase 2 puis de diverses études d'aménagement de la CUB viennent d'être affinés dans le cadre du modèle de détail utilisé dans la révision du PPRI de l'agglomération bordelaise.

Les conditions aux limites de ce modèle géographiquement plus limité sont produites via le modèle d'ensemble dit RIG phase1.

La taille des mailles est beaucoup plus réduite et varie entre 10/25 m au niveau des zones à

enjeux et en bordure de lit mineur, à 250 m au maximum dans les secteurs de moindre enjeu constitués par les zones de marais au fond du secteur. Le nombre total de nœuds de calculs du modèle ainsi mis en œuvre est beaucoup plus important, d'où une plus grande précision des résultats notamment en zone urbaine mais avec des temps de calculs importants pour un territoire beaucoup plus restreint.

Les bâtiments ou groupement dense de bâtiments pouvant jouer un rôle d'obstacle pour la progression des écoulements ont été intégrés dans les maillages mis en œuvre sous la forme d'îles insubmersibles.

La topographie du modèle a été affinée sur le périmètre de révision du PPRI par intégration des données Lidar produites

- pour la CUB sur son territoire
- pour la DREAL Aquitaine sur les communes hors CUB de ce périmètre

Ce modèle de détail a été étendu au territoire du Sud-Médoc et utilisé pour la réalisation des cartes d'aléas des événements fréquents, moyens et extrêmes.

En dehors de ce périmètre, l'amélioration de la topographie, s'est faite par projection des résultats de la modélisation issus du RIG phase 1 sur les données Lidar¹¹ (le niveau d'eau atteint lors de l'événement a été croisé avec la topographie issue du Lidar).

4.3- Le choix des événements cartographiés

Le TRI de Bordeaux a été arrêté en tant que Territoire à Risque Important d'inondation à la fois pour la **submersion marine** et **les débordements de la Dordogne**. Il convient donc d'y étudier les conséquences :

- de 4 événements à forte connotation maritime (fréquent, moyen, moyen avec changement climatique, extrême) pour lesquels les débits d'apport de la Garonne et de la Dordogne restent limités ;
- de 3 événements à forte connotation fluviale (fréquent, moyen, extrême) avec des conditions maritimes le plus neutre possible.

La difficulté du choix des événements est liée à la complexité des phénomènes en cause et au nombre de paramètres intervenant dans la genèse d'une inondation (dont les variations ne sont pas toutes liées), chacun de ces paramètres (surcote, intensité et direction du vent, coefficient de marée, débits des cours d'eau) pouvant influencer sur la résultante de la ligne d'eau de façon variable selon les secteurs géographiques.

Cette complexité réside également dans le fait que ce TRI est dans **une zone de transition** avec un amont plus sensible à l'importance des débits fluviaux et un aval plus sensible aux conditions maritimes.

Les inondations sur l'estuaire de la Gironde et l'aval de la Garonne et de la Dordogne ont fait l'objet ces dernières années de nombreuses études dans le cadre du Référentiel Inondation Gironde. Les PPRI de l'agglomération bordelaise (PPRIs de l'Aire élargie de l'agglomération Bordelaise – Secteurs Bordeaux Nord et Sud et de la Presqu'île d'Ambès) sont en cours de

¹¹ Lidar réalisé pour la CUB sur son territoire, Lidar réalisé pour la DREAL hors CUB

La télédétection par laser ou LIDAR, acronyme de l'expression en langue anglaise « light detection and ranging », est une technologie de télédétection ou de mesure optique basée sur l'analyse des propriétés d'un faisceau renvoyé vers son émetteur. Il permet notamment de réaliser, par avion, des relevés topographiques, avec une précision de l'ordre d'une trentaine de cm.

révision sur la base d'un événement moyen. **Parti pris a donc été d'exploiter préférentiellement les événements historiques déjà étudiés et les études d'aléas en cours de ces PPRI.**

4.3.1- Quantification des périodes de retour

Aucune règle statistique simple ne permet de corréliser entre elles, les fréquences relatives de chacun des paramètres hydro-météorologiques interagissant dans la genèse d'une inondation.

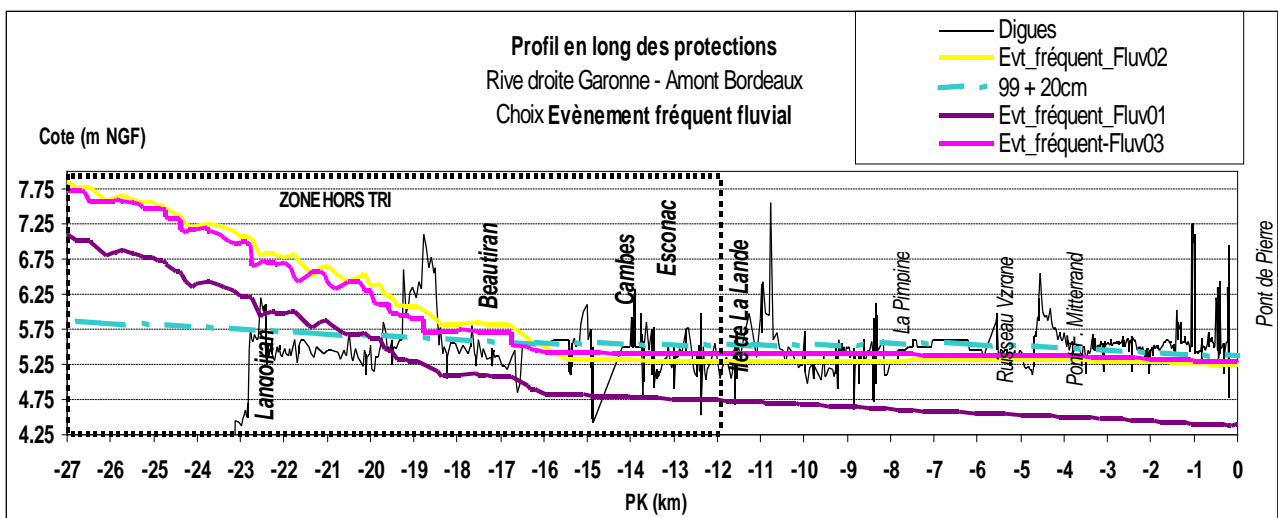
Nous avons donc mesuré les effets de ces événements sur le territoire notamment par l'intermédiaire des hauteurs enregistrées ou calculées en un point donné (un marégraphe le plus souvent), ce qui peut introduire différents biais ou imprécisions sur les périodes de retour.

L'emprise des surfaces inondables par un événement historique donné est en effet issue de la conjonction d'un événement hydro-météorologique défini par le débit des cours d'eau, le coefficient de marée à l'entrée de l'estuaire, la surcote océanique et ses conditions de vent, confronté à un système d'endiguement qui limite ou non les débordements de cet événement dans le lit majeur et de ses défaillances éventuelles.

L'étendue et l'altimétrie de ce système de protection ont varié au cours du temps. Un événement passé s'il se reproduisait aujourd'hui n'aurait donc pas les mêmes effets sur le territoire.

Le niveau d'eau maximum dans le fleuve et donc l'importance de débordement varie également fortement en fonction du nombre et de l'importance des défaillances des digues lors de cet événement. Cet impact a pu être étudié pour la crue de décembre 1999 : on estime ainsi que l'importance des ruptures de digues relevées en amont de Bordeaux a conduit à abaisser le niveau d'eau constaté au marégraphe de Bordeaux de 13 cm, ce qui a fortement limité le niveau du débordement sur le TRI de Bordeaux notamment sur la Plaine de Garonne.

Les niveaux d'eau enregistrés aux différents marégraphes et sur lesquels se fondent la plupart des analyses statistiques de fréquence ne prennent donc pas en compte uniquement la fréquence du phénomène hydro-météorologique mais aussi indirectement, le niveau d'endiguement, la défaillance de digues... et peuvent amener à comparer entre eux des phénomènes non comparables du fait de conditions d'endiguement très différentes.



Ce graphe représente le profil en long de la ligne d'eau pour plusieurs des événements étudiés au cours de l'étude (3 événements fréquents de type fluvial et de fréquence proche, représentés en jaune, rose et violet, 1 événement moyen de type maritime représenté en bleu) entre le Pont de Pierre à Bordeaux et la commune de Langoiran située à l'amont du TRI. La ligne brisée noire représente la ligne de crête des digues.

Sa lecture met en évidence une difficulté supplémentaire : l'influence de l'endroit où l'on conduit la comparaison de plusieurs événements entre eux. En effet, selon que l'on se place au pont de Pierre ou à Langoiran, l'événement représenté en jaune est beaucoup plus important que celui représenté en bleu ... Cela se produit entre des événements de types différents (le jaune est de type plutôt fluvial, le bleu maritime) mais également pour des événements de même type (inversion de l'importance relative des événements jaune et rose entre l'amont et l'aval du graphique).

Parvenir à quantifier la période de retour des événements qu'ils soient historiques ou modélisés est donc extrêmement complexe du fait :

- du nombre de paramètres interagissant plus ou moins de façon dépendante ou non dans la genèse des inondations ;
- de **l'influence du lieu où cette période de retour est étudiée sur le résultat** ;
- de la prise en compte implicite d'un certain niveau d'endiguement variable notamment pour les événements historiques ;
- des dysfonctionnements constatés dans les relevés des marégraphes lors de certains événements (phénomène de saturation) ;
- enfin, du nombre de paramètres intervenant dans la genèse d'un événement fluvio-maritime (surcote, coefficient de marée, intensité et direction du vent, débits de la Garonne mais aussi de la Dordogne et de l'Isle) qui génère potentiellement une infinité de combinaisons permettant de modéliser un événement de période de retour donnée.

Il a donc été retenu le principe suivant :

- **Pour les événements fluviaux**, ce sont les débits qui caractérisent la période de retour. Pour ces derniers, ce sont des données statistiques produites sur des chroniques de débits (débits issus de la banque hydro et/ou calculés, auxquels correspond une hauteur d'eau qui permet d'accéder au débit par des courbes de tarages) aux stations officielles (qui servent de référence pour construire des hydrogrammes pour la Garonne (station de Tonneins), la Dordogne (station de Bergerac), l'Isle (station de Abzac) et la Dronne (station de Coutras), mais également à partir des chroniques des échelles de crues plus proches de la zone d'étude.
- **Pour les événements maritimes**, ce sont, à défaut de méthode plus précise, les hauteurs d'eau enregistrées aux marégraphes du Grand Port Maritime de Bordeaux (GPMB) qui permettent d'approcher la période de retour. Pour les hauteurs d'eau servant de référence à la caractérisation des crues de type submersions marines, nous utilisons des lois statistiques construites dans le cadre des études RIG aux marégraphes du Grand Port Maritime de Bordeaux sur la base d'une analyse historique des hauteurs d'eau maximales observées ou reconstituées au niveau de ces marégraphes. Deux types de lois statistiques ont été utilisées, une loi de Gumbel pour les événements statistiques compris entre des périodes de retour de 20 et 300 ans (loi de Gumbel et une loi exponentielle simple pour les événements statistiques de période de retour supérieure à 1000 ans qui donne un poids plus important aux événements rares).

Ce type d'estimation reste donc relativement empirique et peu précis pour de faibles périodes de

retour ; il l'est encore moins pour des événements extrêmes.

4.3.2- Critères de choix communs aux deux types d'aléas

Les inondations sur l'estuaire de la Gironde et à l'aval de la Garonne et de la Dordogne ont fait l'objet ces dernières années de nombreuses études notamment dans le cadre du Référentiel Inondation Gironde et dans le cadre de la mise en révision des PPRI de l'agglomération bordelaise.

Parti pris a donc été d'exploiter préférentiellement les événements historiques déjà étudiés ainsi que les événements de référence en cours d'étude sur le même territoire dans le cadre des révisions précitées en cours et que l'on peut rattacher à la catégorie des événements moyens.

Pour cela, une approche a été menée par comparaison et exploitation de différents événements hydro-météorologiques :

- des événements historiques identifiés (issus du RIG, des PPRI ou des travaux des EPTB) et modélisés dans la configuration du lit majeur actuel ;
- des événements théoriques construits sur la base de données statistiques issues de travaux antérieurs.

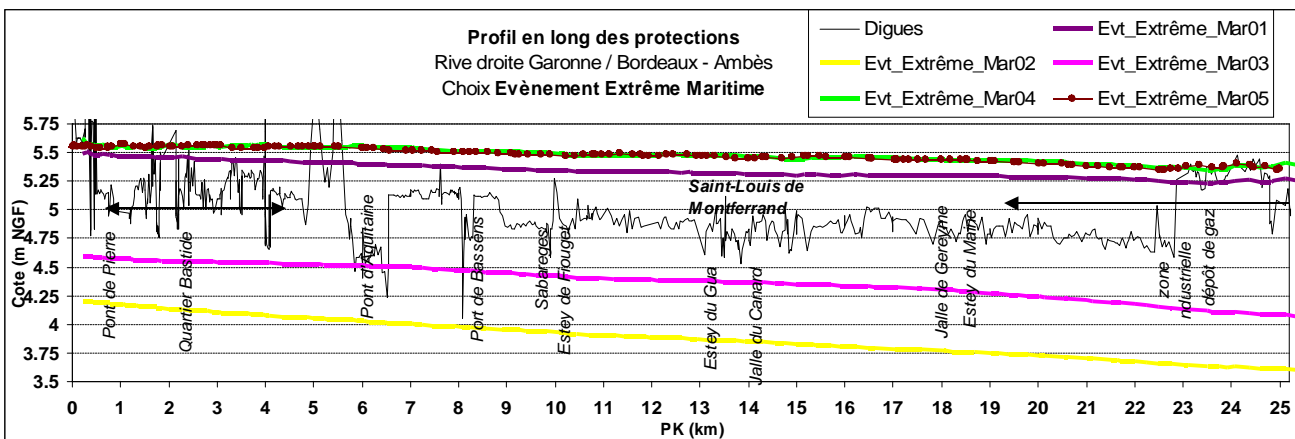
Pour délimiter le niveau atteint par la ligne d'eau en lit mineur lors de ces événements, il est considéré que toutes les digues tiennent, c'est-à-dire qu'elles résistent à toutes les crues testées sans ruptures ni effacements.

Cela conduit à prendre une valeur maximale de la hauteur d'eau atteinte dans le lit mineur lors de ces événements et permet de les comparer sans introduire de biais du fait de conditions d'endiguements disparates.

Pour chaque scénario retenu, les conditions de tenue des digues (tenue ou effacement) sont ensuite définies par secteur. Les cartes des surfaces inondables sont ensuite réalisées, avec ces hypothèses.

Ce travail d'analyse a été opéré à partir des résultats de modélisation des événements étudiés issu d'une exploitation du modèle RIG à grande maille dit de phase 1 (cf paragraphe 4.3.1-).

Comme l'illustre le profil en long ci-dessous, les cotes de surface libre en m NGF ont ainsi été exploitées suivant des profils en long des cours d'eau auxquels ont été associés des Points Kilométriques liés au cours d'eau (PK) pour permettre de se repérer. Ceux-ci ont ainsi permis de comparer, les niveaux d'eau atteints dans les cours d'eau par les différents scénarios d'inondation testés, ainsi que de comparer ceux-ci avec le niveau altimétrique des digues.



4.3.3 – Les événements retenus pour l'aléa débordement de la Garonne

Les débits historiques de la Garonne ont fait l'objet de nombreuses études, reprises et synthétisées dans le cadre des PPRI et plus récemment dans la note réalisée par le CETE du Sud-Ouest « Recommandations sur l'aléa de référence sur la Garonne en amont de Bordeaux » Les études hydrologiques réalisées permettent d'approcher les débits fluviaux de la Garonne pour les périodes de retour les plus fréquentes.

L'importance des jeux de données et les études disponibles nous permettent de disposer sur la Garonne d'estimations crédibles et partagées des débits centennaux de ce cours d'eau sur sa partie fluviale girondine : 7 700 m³/s.

Pour les débits extrêmes, après analyse critique des données existantes disponibles et de leurs méthodes de détermination (études hydrauliques, Banque Hydro, Gradex, SHYREG, etc), il a été pris l'option d'utiliser les lois statistiques simples prises en compte pour déterminer les débits décennaux et centennaux dans les études antérieures afin d'obtenir un niveau de débit millénaire cohérent.

Bien que disposant de nombreuses données sur ces crues historiques peu d'événements historiques fluviaux ont pu être modélisés dans le Référentiel Inondation Gironde. Nous manquons d'éléments en particulier quant aux conditions maritimes et de vents lors de ces événements.

Enfin, il a été pris l'option d'imposer aux apports fluviaux en provenance de la Dordogne et de l'Isle, un niveau modéré et constant afin de limiter les effets induits sur les événements étudiés par des débits trop importants et/ou variables sur ces cours d'eau, notamment dans la partie aval du TRI.

- **1- Événement fréquent ou de forte probabilité pour l'aléa débordement de Garonne:**

Étant donné la part croissante de l'influence de la marée sur le périmètre étudié, et dans l'objectif de disposer d'événements fréquents relativement débordant en vue de hiérarchiser le niveau de vulnérabilité du lit majeur, la décision a été prise de s'orienter, dans le cas présent, sur la recherche d'une crue théorique de période de retour de l'ordre de 20 à 30 ans.

Deux événements historiques de type fluviaux avaient été étudiés dans le RIG dans la gamme de période de retour 10-30 ans sur la Garonne : la crue du 6/02/2003 et la crue du 17/12/1981.

Leurs débits sur les cours d'eau hors TRI (Dordogne, Isle) sont très proches des débits quinquennaux que nous avons décidés de retenir dans la recherche d'événements théoriques fluviaux.

L'événement du 17/12/1981 a été précédé par un événement maritime dans la même semaine durant laquelle les débits fluviaux ont augmenté en passant par un plateau de 1 700 m³/s les 12-13/12/1981 jusqu'à atteindre leurs valeurs maximales le 17/12.

L'événement de 2003 étant très peu débordant, **c'est la crue du 17/12/1981 qui est retenue comme événement fréquent :**

Événement fréquent ou de forte probabilité pour l'aléa débordement de cours d'eau	date	Coefficient de marée maximum	Débit max. Garonne (m ³ /s)	Débit max. Dordogne (m ³ /s)	Débit max. cumulé Isle Dronne (m ³ /s)	Vent max (km/h)	Surcote (m)
	17/12/1981	62	7 056	2 329	500	36	

- **2. Événement moyen ou de moyenne probabilité pour l'aléa débordement de Garonne:**

Nous ne disposons pas de crue récente comprise dans l'enveloppe statistique 100 – 300 ans, suffisamment documentée, pour pouvoir générer un calcul à l'aide du RIG :

Différentes sources et références, fournissent des informations sur les crues historiques majeures de la Garonne (1875 – 1930 entre autres) et placent les crues de 1875 et 1930 à des périodes de retour inférieures à la centennale dans le département de la Gironde (pour T= 100 ans à La Réole Q=7 700 m³/s).

La zone à prédominance « purement » fluviale sur ce TRI est très limitée. Les études des PPRI opposables dans ce secteur de transition entre crues fluviale et maritime ne nous permettent pas de pallier ces manques.

Nous disposons cependant sur l'amont de la Garonne girondine d'une estimation crédible et partagée d'un débit centennal égal de 7 700 m³/s (débit centennal de référence de l'ensemble des PPRI amont en Gironde).

Parti pris a donc été retenu de construire un événement moyen à partir d'un événement « centennal » en associant à ce débit des conditions maritimes maîtrisées, des débits quinquennaux sur l'Isle et la Dordogne, et des conditions de vent nulle. Deux configurations ont été testées.

Les études de détermination d'un événement fluvial moyen ont permis d'identifier l'influence importante de la marée, qui peut limiter la vidange d'une crue fluviale (faible coefficient de marée - 60) ou au contraire la faciliter (fort coefficient de marée – 115)

Parti pris a été de retenir le second événement testé pour lequel le débit de la Garonne est injecté en régime permanent et son coefficient de marée maximum est de 60 afin de limiter l'influence des conditions de marée (objectif de limiter la vidange en diminuant le coefficient de marée) et s'assurer que le débit maximum de crue soit bien pris en compte, ce qui est le cas en régime permanent installé (éviter la possibilité que le débit maximum de la crue fluviale soit concomitant avec une basse mer ou un début de marée montante ou une fin de marée descendante).

Événement moyen ou de moyenne probabilité pour l'aléa débordement de cours d'eau	date	Coefficient de marée maximum	Débit max. Garonne (m ³ /s)	Débit max. Dordogne (m ³ /s)	Débit max. cumulé Isle Dronne (m ³ /s)	Vent max (km/h)	Surcote (m)
	théorique		60	7 700 (régime permanent)	2 200 (régime permanent)	660 (régime permanent)	nul

- **3. Événement extrême ou de faible probabilité pour l'aléa débordement de Garonne:**

Nous ne disposons pas d'événement historique qui corresponde pleinement à une crue de période de retour au moins de 1 000 ans.

Deux événements théoriques ont donc été construits, l'un sur la base d'un débit millénal, l'autre nettement plus important.

L'analyse des lignes d'eau du premier événement perd très rapidement son caractère d'extrême sur le périmètre du TRI. La recherche d'un événement significatif fluvial extrême sur ce TRI a donc conduit à retenir le second.

Événement extrême ou de faible probabilité pour l'aléa débordement de cours d'eau	date	Coefficient de marée maximum	Débit max. Garonne (m3/s)	Débit max. Dordogne (m3/s)	Débit max. cumulé Isle Dronne (m3/s)	Vent max (km/h)	Surcote (m)
	théorique		60	13 650 (régime permanent)	2 200 (régime permanent)	660 (régime permanent)	nul

Cet événement est certainement d'une période de retour supérieure à 1000 ans, et répond en cela à la caractérisation d'extrême.

Sa période de retour ne peut pas être plus précisée. En effet, définir une période de retour réelle pour ces types d'inondation fluvio-maritime est extrêmement complexe (cf. paragraphe 4.3.1). Ce type d'estimation déjà relativement peu précis pour de faibles périodes de retour, l'est encore moins pour des événements extrêmes.

4.3.4 – Les événements retenus pour l'aléa submersion marine

Suivant la même logique que pour les événements fluviaux, les événements maritimes historiques connus, ainsi que les événements ayant déjà été étudiés dans d'autres démarches PPRI ou de PAPI ont été privilégiés.

Parmi ces événements historiques, peu d'événements rassemblent l'ensemble des données nécessaires à la mise en œuvre de simulations hydrauliques (absence d'hydrogrammes continus,...). L'expérience et la connaissance du fonctionnement de l'estuaire de la Gironde acquise au travers des études du RIG ont permis de construire des événements théoriques représentatifs.

Ainsi, le choix des paramètres hydro-météorologiques des événements théoriques à construire sont établis sur la base des trois variables influençant le phénomène d'origine maritime : le coefficient maximum de marée (amplitude de la marée), la surcote issue du large (phénomène dépressionnaire au large) et pouvant être concomitante avec le pic de marée et enfin la prise en compte de l'influence du vent sur le plan d'eau estuaire (vent issu de la dépression qui passe du large dans les terres).

Le niveau d'intensité de ces variables est établi pour partie sur des recommandations nationales et pour d'autres sur la connaissance locale des acteurs, la confrontation d'autres approches plus sécuritaires ou à dire d'experts.

Pour l'événement extrême marin, conformément la note DGPR¹² du 13 avril 2013, la surcote retenue pour l'événement maritime extrême est millénaire et est fournie par une étude CETMEF¹³ de 2013.

1- Événement fréquent ou de forte probabilité pour l'aléa submersion marine:

Parmi les événements historiques, l'événement du 13/12/1981 qui a précédé la crue fluviale du 17/12/1981, événement fréquent fluvial de référence pour le TRI Bordelais.(cf 2.2.1 TRI bordelais) présente les critères d'un événement maritime légèrement débordant.

Le niveau d'eau atteint par cet événement au marégraphe de Bordeaux permet de lui rattacher une période de retour comprise entre 10 et 30 ans. Ce sera donc l'événement fréquent de

¹² La direction générale de la prévention des risques est la direction du Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie qui élabore et met en œuvre des politiques relatives à la prise en compte des risques.

¹³ Service technique central du Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie aujourd'hui intégré dans le CEREMA ; Centre d'études et d'expertises sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement.

submersion marine retenu :

Événement fréquent ou de forte probabilité pour l'aléa submersion marine	date	Coefficient de marée maximum	Débit max. Garonne (m3/s)	Débit max. Dordogne (m3/s)	Débit max. cumulé Isle Dronne (m3/s)	Vent max (km/h)	Surcote (m)
	13/12/1981	106	1 700	900	200	86	0,57

- **2. Événement moyen ou de moyenne probabilité pour l'aléa submersion marine**

Pour l'événement moyen maritime, l'événement historique du 27 décembre 1999 auquel on a inclu une rehausse de 20cm du niveau de l'océan au Verdon, (événement étudié pour la première fois dans le cadre des études du Référentiel Inondation Gironde), correspond à un événement historique maritime de type tempête de période de retour 100 – 300 ans auquel on a intégré une première surélévation du niveau de l'océan au Verdon conformément à la circulaire du 27 juillet 2011, et par la-même, à la circulaire « cartographie des TRI »,

Événement de référence des PPR submersion en cours de révision sur l'agglomération bordelaise, il a été décidé de retenir cet événement comme événement moyen pour la submersion marine.

Événement moyen ou de moyenne probabilité pour l'aléa submersion marine	date	Coefficient de marée maximum	Débit max. Garonne (m3/s)	Débit max. Dordogne (m3/s)	Débit max. cumulé Isle Dronne (m3/s)	Vent max (km/h)	Surcote (m)
	Modélisé sur la base de l'événement du 27/12/1999 + « 20cm au Verdon »	77	1 000	700	300	194	1,5

L'événement moyen avec changement climatique a les mêmes paramètres avec une élévation de 60 cm du niveau marin au Verdon.

- **3. Événement extrême ou de faible probabilité pour l'aléa submersion marine:**

La définition de cet événement repose essentiellement sur le choix de la conjonction des paramètres maritimes à retenir qui est une combinaison au Verdon d'un coefficient de marée, d'une surcote et d'un vent appliqué sur le plan d'eau de l'estuaire.

Les éléments de réflexion pour la détermination du niveau marin « extrême » reprennent les recommandations de la note de la DGPR – Services Risques Naturels et Hydrauliques aux directeurs des DREAL littorales, en date du 19 avril 2013.

Cette note précise que la méthode statistique de détermination des niveaux marins extrêmes par convolution marée – surcote (étude SHOM-CETMEF) présente de fortes incertitudes sur les résultats, incertitudes d'autant plus marquées pour les probabilités annuelles de dépassement faibles (inférieures à 1/1000). Une approche de type « règles fondamentales de sûreté » est préconisée pour déterminer le niveau extrême de référence. On retient la conjonction de plusieurs phénomènes susceptibles de générer une inondation lorsqu'une dépendance entre ceux-ci est avérée ou présumée. Le niveau marin retenu pour le scénario extrême inspiré de ces règles est ainsi défini par l'addition :

- du niveau des plus hautes mers astronomiques (PHMA) au point d'étude considéré
- de l'estimation de la surcote « mesurée » (différence entre le niveau marin mesuré et le niveau de marée prédit) de probabilité de dépassement de 1/1000 par an au point de mesure le plus proche,
- et d'une marge de sécurité (valeur à définir pour prendre en compte l'ensemble des incertitudes liées à la méthode statistique et d'autres phénomènes, par exemple les surcotes liées aux vagues au point de mesure considéré).

Toutefois, pour intégrer les spécificités de l'estuaire de la Gironde, on substituera à cette marge de sécurité, un vent sur l'estuaire qui génère sur le plan d'eau de l'estuaire une « surcote » qui se propage vers l'amont et accentue l'intensité des niveaux d'eau constatés.

6 événements différents auront été testés. A l'issue de leur analyse, il est décidé de retenir l'événement dont les hauteurs sont globalement les plus élevées sur les 2 TRI de Libourne et Bordeaux.

	date	Coefficient de marée maximum	Débit max. Garonne (m3/s)	Débit max. Dordogne (m3/s)	Débit max. cumulé Isle Dronne (m3/s)	Vent max (km/h)	Surcote (m)
Événement extrême ou de faible probabilité pour l'aléa submersion marine	Théorique :	115	1 000	700	300	194	1,62

4.4 Cartographie des surfaces inondables des événements retenus

4.4.1 Prise en compte des ouvrages de protection et mode d'effacement de ces derniers dans l'élaboration des cartes de surfaces inondables

ÉVÉNEMENTS MOYENS ET EXTRÊMES-

Le choix des différents événements à cartographier a tout d'abord été étudié en considérant le système des digues en place sans défaillance. Cela a conduit à identifier les secteurs de débordement et les enveloppes inondables correspondants, ainsi que les niveaux d'eau en lit mineur.

Toutefois, la fiabilité des systèmes de protection n'est pas garantie pour ce type d'événement. Pour réaliser la cartographie des surfaces inondables pour chacun des événements retenus, il convient de définir les conditions de tenue de ces digues correspondantes. Selon la circulaire du 16 juillet 2012 relative à l'élaboration de la cartographie dans les TRI, l'aléa dans le lit majeur protégé par des digues doit correspondre à une propagation de la crue avec l'effacement complet des digues pour les crues moyennes et extrêmes. Une exception permet cependant de « prendre en compte pour les événements moyens, les ouvrages qui ont été spécifiquement identifiés comme résistants à l'événement considéré, ceci en cohérence avec les choix faits pour ce niveau d'aléa dans d'autres démarches, telles que les PPRi ». Cela nécessite entre autre qu'une étude de danger ait été conduite et ait confirmé cette hypothèse.

A ce jour et en l'état d'avancement des études de danger sur les zones d'étude, seule la digue St Jean-Belcier à Bordeaux peut remplir ces conditions. Toutefois, la multiplicité des calculs à conduire dans un délai imparti, ne nous a pas permis de prendre en compte cet

ouvrage. Les cartes des surfaces inondables restent des cartes purement informatives sans visée réglementaire. La prise en compte de cet ouvrage sera donc étudiée dans le cadre du PPRI en cours d'élaboration.

Quant aux autres digues, leur non-prise en compte dans ces cartes de surfaces inondables, ne préjuge en rien des conditions de prise en compte des digues dans les futurs PPRI couvrant la zone d'étude.

Les études menées dans le cadre du RIG1 ont démontré qu'une suppression totale des systèmes de protection sur l'ensemble de l'estuaire avait comme effet une diminution très sensible des niveaux d'eau sur le territoire de la CUB et donc des débordements dans le lit majeur.

Cette diminution a pu être estimée à Bordeaux-centre à 80 cm environ pour un événement moyen « submersion marine ». La plaine de Garonne qui s'inonde aujourd'hui par le nord, ne s'inonderait plus que par le sud en l'absence totale de digues sur l'estuaire.

Un effacement généralisé des digues de protection ne permet donc pas d'évaluer le risque sur l'agglomération bordelaise.

Aussi, afin d'approcher au mieux l'impact de l'effacement d'une digue et déterminer ainsi l'aléa majorant au droit de celle-ci, l'approche suivante a été retenue, croisant :

- un découpage du territoire suite à une analyse de casiers hydrauliques homogènes et/ou dépendants d'un même système de protection ;
- une analyse du territoire suivant des zones d'influences liées à l'origine des phénomènes de types maritimes ou fluviaux ;
- une optimisation du nombre de systèmes d'effacements ou de ruines à traiter en lien avec les nombreux calculs à lancer,

Les cartes d'aléas en résultant sont donc « construites » par assemblage de plusieurs combinaisons de conditions hydrauliques majorantes au droit des différents systèmes de casiers. La hauteur d'eau cartographiée (hauteur d'eau maximale) correspondra en chaque point à la hauteur maximale des hauteurs atteintes pour ces différents scénarios. Cette approche, sans être la plus contraignante (un découpage plus fin des casiers mais plus long aurait pu être réalisé) permet de construire un cadre hydrauliquement réaliste.

Pour chaque type d'événement (maritime ou fluvial) et chaque période de retour (fréquent, moyen et extrême) une analyse est faite à partir des premiers calculs menés dans le RIG1 pour déterminer l'instant à partir duquel sera mis en œuvre l'effacement des ouvrages à partir des hypothèses suivantes :

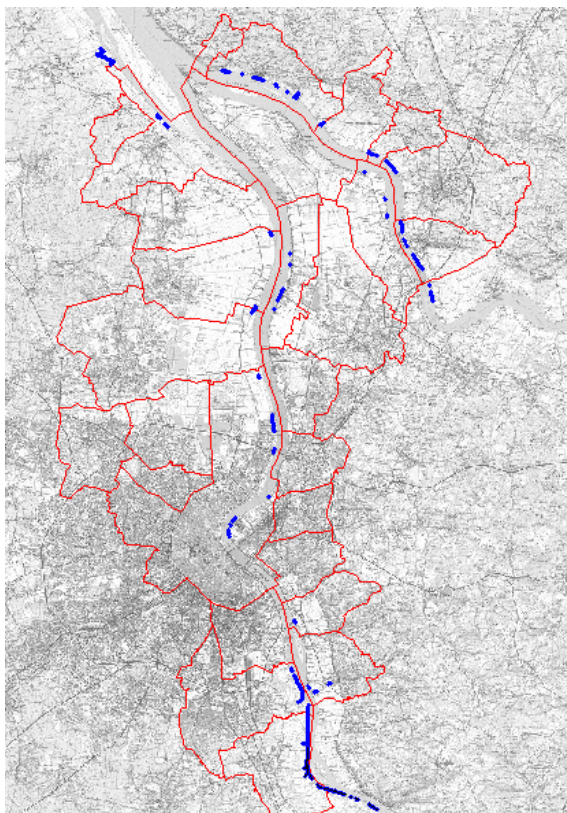
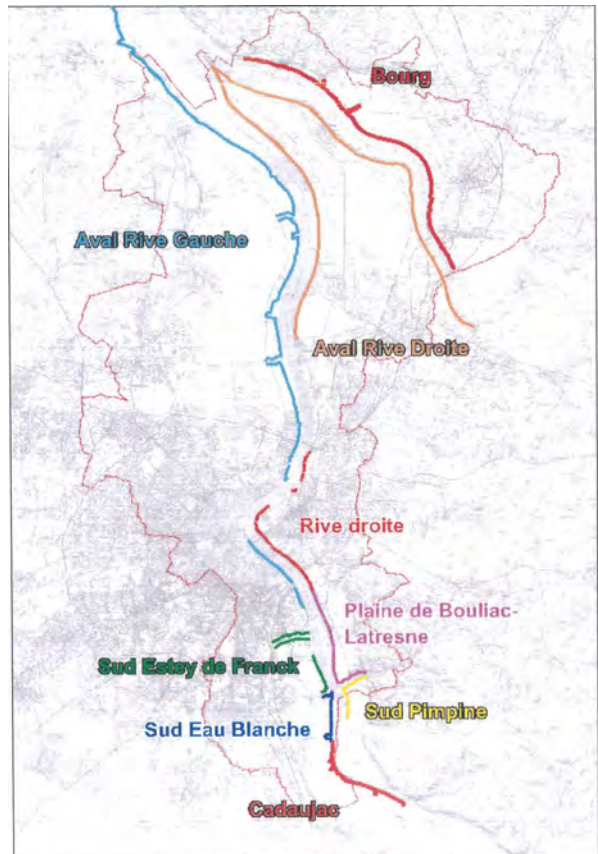
- Pour les aléas submersion marine, conformément aux textes en vigueur, l'effacement a lieu avant le pic de l'événement, en début de cycle de marée montante.
- Pour les événements fluviaux, le choix a été fait de tester d'autres hypothèses d'effacement: les digues s'effacent au moment des sur-verses lors de l'événement considéré, et à défaut au moment de la charge maximale. Pour ce faire, plusieurs points de départ de ces défaillances ont été identifiés dans chaque casier (à la sur-verse ou au pic de crue). À chacun de ces points de rupture, ont été associés des longueurs d'effacement suffisamment importantes pour que leur cumul soit représentatif d'un effacement global.

À titre d'illustration de la méthode, le schéma ci-contre représente les casiers retenus pour la modélisation de l'événement fluvial moyen.

Le nombre de casiers retenus pour la modélisation des événements extrêmes est légèrement plus faible (événement moins précis), ce qui a permis de gagner du temps en modélisation.

VÉNEMENTS FRÉQUENTS

Toujours, selon cette même circulaire « ...Pour les événements de forte probabilité, le scénario basé sur la résistance de l'ouvrage sera retenu lorsque cette hypothèse est la plus vraisemblable. Cela ne signifie pas qu'une défaillance est impossible mais que sa probabilité est suffisamment faible pour ne pas concerner l'événement de forte probabilité. Cela suppose que l'ouvrage soit en bon état et fasse l'objet d'une gestion appropriée, dans le cadre d'une responsabilité bien établie...». À la demande du comité de pilotage de ces études, il a été décidé pour cet événement fréquent de prendre en compte la tenue de ces ouvrages.



Certains d'entre eux, se trouvent cependant plus ou moins fortement submergés même pour des événements fréquents. Les éléments à notre disposition ne permettaient pas de définir digue par digue un niveau de submersibilité acceptable, un seuil de sur-verse de 0,10 m a donc été retenu comme limite acceptable à la tenue d'un ouvrage pour une lame d'eau franchissante, lequel permet à dire d'expert de couvrir la vulnérabilité potentielle de toutes les digues **quelles que soient leur structure et leur assise**.

Des brèches ont donc été introduites, sur le linéaire de digues étudiés. Celles-ci correspondent à un effacement instantané sur toute la hauteur de la digue au moment de la sur-verse ou au pic de l'événement (cf. carte représentant les brèches retenues – en bleu – pour l'événement maritime submersion marine¹⁴).

14 Le mode d'analyse retenu pour détecter ces zones de submersion peut générer un biais dans leur représentation graphique du fait du recours dans les analyses faites à une représentation continue des digues le long de tous les

4.4.1- MODÈLE UTILISÉ ET PRISE EN COMPTE DES DONNÉES TOPOGRAPHIQUES RÉCENTES (cf. paragraphe 4.2.2)

SECTEUR « AIRE URBAINE ÉLARGIE CUB, SUD-MÉDOC ET LATRESNE

Le modèle de détail actualisé dans le cadre des études du RIG phase 2 a été utilisé pour la réalisation des cartes des surfaces inondables des événements extrêmes sur l'emprise de la CUB, le Sud-Médoc et Latresne. C'est une version plus récente qui a bénéficié des améliorations apportées dans le cadre des études du PPRI en cours, qui a été utilisée pour la cartographie des événements fréquents et moyens, sur ce territoire. La moindre précision des cartes d'aléas extrêmes reste cependant cohérente avec le niveau de définition de ce type d'aléa et permet d'effectuer des comparaisons entre les différentes cartes.

En dehors de ce périmètre, c'est le RIG à grande maille qui a été utilisé et ses résultats ont été projetés sur les données Lidar¹⁵ (le niveau d'eau atteint lors de l'événement a été croisé avec la topographie issue du Lidar)

HORS « AIRE URBAINE ÉLARGIE »

En l'absence de modèle hydraulique de détail préexistant, c'est le RIG à grande maille qui a été utilisé. L'intégration de données topographiques récentes, s'est fait en deux temps. Elle a conduit dans un premier temps à projeter le maillage initial de ce modèle sur les données LIDAR avec comme objectif dans le cas où celles-ci se révéleraient significativement différentes, de corriger l'altimétrie du maillage initial.

Les résultats obtenus ont ensuite été projetés sur les données Lidar (le niveau d'eau atteint lors de l'événement a été croisé avec la topographie issue du Lidar).

Cette option a été prise afin de minimiser les temps de calculs pour ces événements, ce qui reste cohérent avec la démarche retenue sur le reste du territoire du fait de la faible urbanisation dans ce secteur de la zone inondable et de la projection des résultats obtenus sur les dernières données topographiques disponibles.

4.4.2- Précision des résultats

Il convient de différencier les incertitudes liées à la méthodologie employée de celles liées à la définition de l'événement hydrologique et des sources de données. Il existe donc plusieurs types d'incertitudes.

La complexité des phénomènes et le nombre de paramètres intervenant dans la définition de ces crues fluvio-maritimes rendent difficile, voir impossible l'évaluation globale des incertitudes relatives aux choix des événements.

Pris individuellement, les intervalles de confiance des paramètres utilisés peuvent apporter une réponse sur l'incertitude d'une donnée, mais il faut retenir que plus la période de retour est grande (événement extrême au moins millénal) plus la donnée utilisée est source d'incertitudes et peut être éloignée d'une réalité probable.

*cours d'eau étudiés, qui mixte digues réelles et digues fictives, ces dernières étant représentées au niveau du terrain naturel afin d'assurer la continuité de cette représentation. Ce mode de faire, permet de faire varier facilement la hauteur des protections dans les modélisations et de tester ainsi l'impact de la création ou de la surélévation de digues. Conçu initialement dans le cadre du RIG1 pour faciliter ces variations de hauteurs et non pour quantifier la réalité d'un ouvrage, la différenciation entre digues réelles ou fictives, restent encore assez schématique dans certains secteurs. **Cette absence de précision graphique ne joue cependant pas dans les calculs puisque, effacer une digue déjà représentée au niveau du sol, conduit à la laisser au même niveau mais peut conduire à surestimer sur cette carte le linéaire de digues effectivement effacées.***

15 Lidar réalisé pour la CUB sur son territoire, Lidar réalisé pour la DREAL hors CUB

L'incertitude ou précision absolue affichée dans le Référentiel Inondation de la Gironde sur les hauteurs d'eau est dans le lit mineur de l'ordre de 0,05 à 0,10 m et de 0,15 à 0,3 m dans le lit majeur (suivant le modèle utilisé et les secteurs étudiés).

Cette précision intègre différentes composantes liées à la construction du modèle hydraulique, dont les principales sont :

- la représentativité des singularités hydrauliques (ponts, ouvrages, digues,...) ;
- la qualité des données topographiques et bathymétriques utilisées ;
- la qualité de la représentation des différents phénomènes hydrauliques observés (différentes crues ou submersions) qui fait intervenir différents paramètres de réglages dont le principal est la rugosité.

Cette précision peut être meilleure sur les secteurs qui ont fait l'objet de l'utilisation de nouvelles données topographiques issues des dernières informations disponibles que ce soient via le LIDAR IGN (ou Lidar DREAL) ou le LIDAR CUB. Ces nouvelles données topographiques ont été utilisées pour améliorer le modèle numérique servant aux calculs hydrauliques, dans le RIG1 avec le LIDAR IGN et le modèle de détail « PPR » avec le LIDAR CUB, plus précise que la photogrammétrie initiale.

La précision liée aux données LIDAR est variable et de l'ordre de 30 cm. Ainsi, les secteurs des modèles utilisant des données plus denses et acquises suivant des protocoles précis (levés terrestres par exemple) peuvent être considérés plus fiables.

A contrario, il est à noter également aux marges des zones inondables, quelques secteurs sans données Lidar qui ont nécessité le recours à la BD-alti de l'IGN, globalement moins précise.

.4.2- Présentation des cartes de surfaces inondables

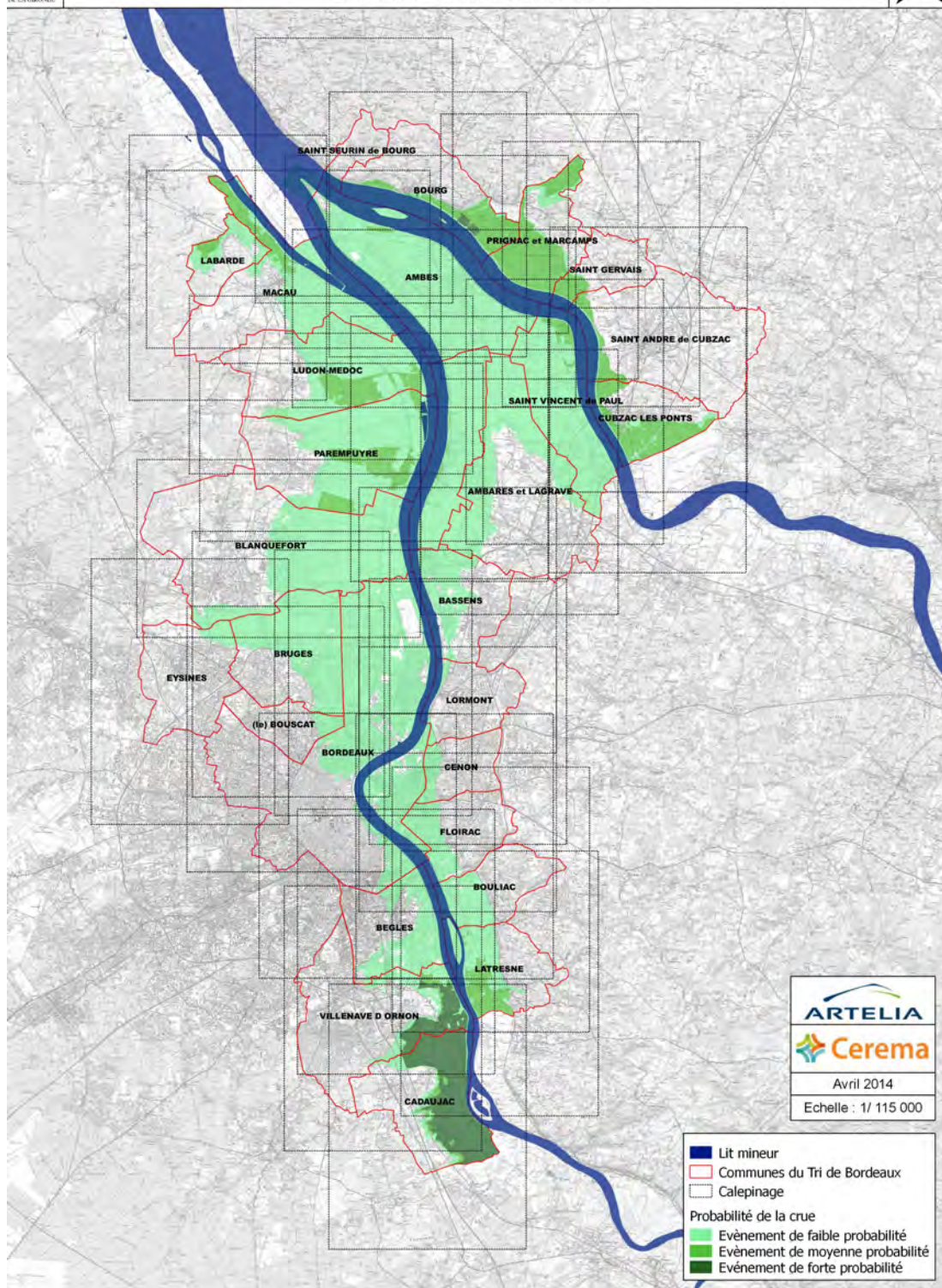
Pour l'ensemble des cartes réalisées, les hauteurs d'eau maximales durant la crue sont cartographiées suivant les classes suivantes

- hauteur d'eau inférieure à 0,5 m d'eau ;
- hauteur d'eau comprise entre 0,5 m et 1 m d'eau ;
- hauteur d'eau comprise entre 1 m et 2 m d'eau ;
- hauteur d'eau supérieure à 2 m.

Les données vitesses n'ont pas été représentées. De même, pour les événements fréquents qui prennent en compte la tenue d'un certain nombre de digues, les périmètres ainsi protégés n'ont pas été étudiés.

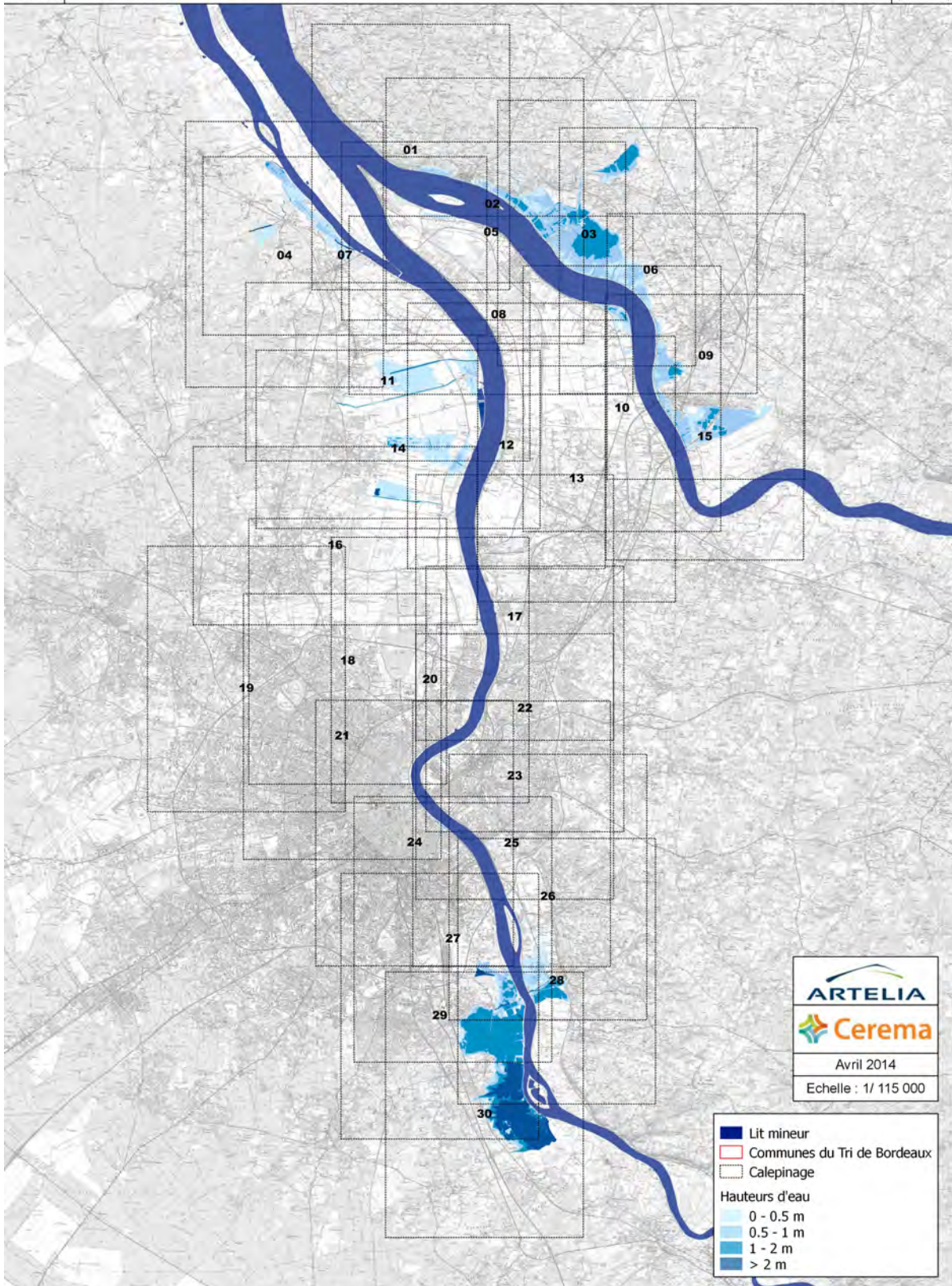
L'ensemble de ces cartes a été réalisé au 1/25000 à l'aide du scan 25 de l'IGN.

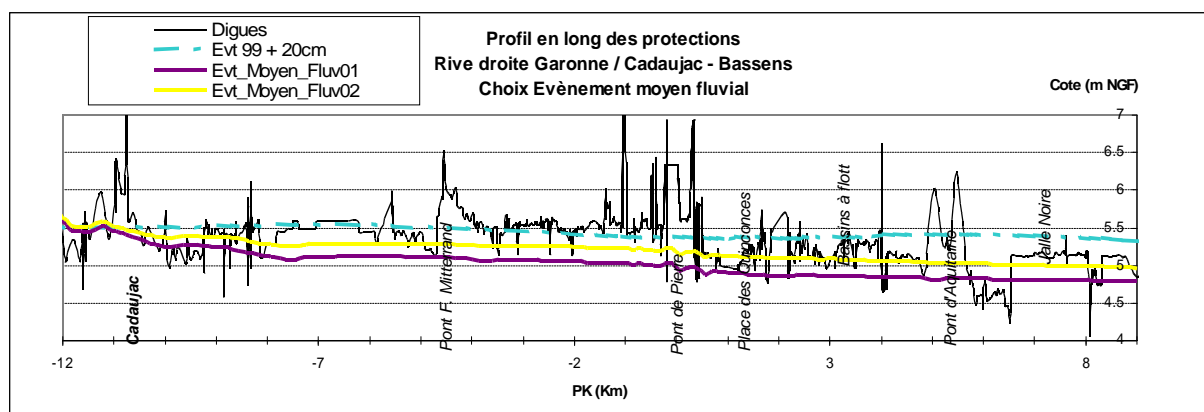
1- LES CARTES DE SURFACES INONDABLES PAR DÉBORDEMENT DE COURS D'EAU



– ÉVÉNEMENT DÉBOREMENT DE LA GARONNE MOYEN

Les conditions particulières de prise en compte des digues pour l'événement moyen « débordement de la Garonne » (effacement des digues au moment du débordement ou au pic de la crue) réduisent fortement l'inondabilité de ce TRI à l'aval de Bordeaux.





L'événement moyen fluvial retenu (Evt moyen Fluv02 sur le graphe ci-dessus) a une ligne d'eau à conditions de tenue de digues plus basse que celle de l'événement moyen submersion marine (Evt 99+20cm) sur la quasi-totalité du TRI (de 20 à 30 cm de différence) ; les inondations y sont nettement moins étendues.

Seules des zones inondées localisées apparaissent sur la presqu'île d'Ambès, notamment dans la zone basse de la commune de St-Louis-de-Montferrand dans laquelle l'État est en train de racheter des maisons fortement sinistrées lors de la tempête Xynthia et sur le Sud- Médoc (secteur d'Issan et zone de marais en particulier) alors que pour l'événement submersion moyen, elles recouvrent la quasi-totalité de la presqu'île avec des hauteurs d'eau importantes dans les zones basses.

Il est d'ailleurs à noter que l'utilisation de la sémiologie imposée rend la tranche de hauteurs d'eau 0 à 0,5m peu lisible sur les cartes.

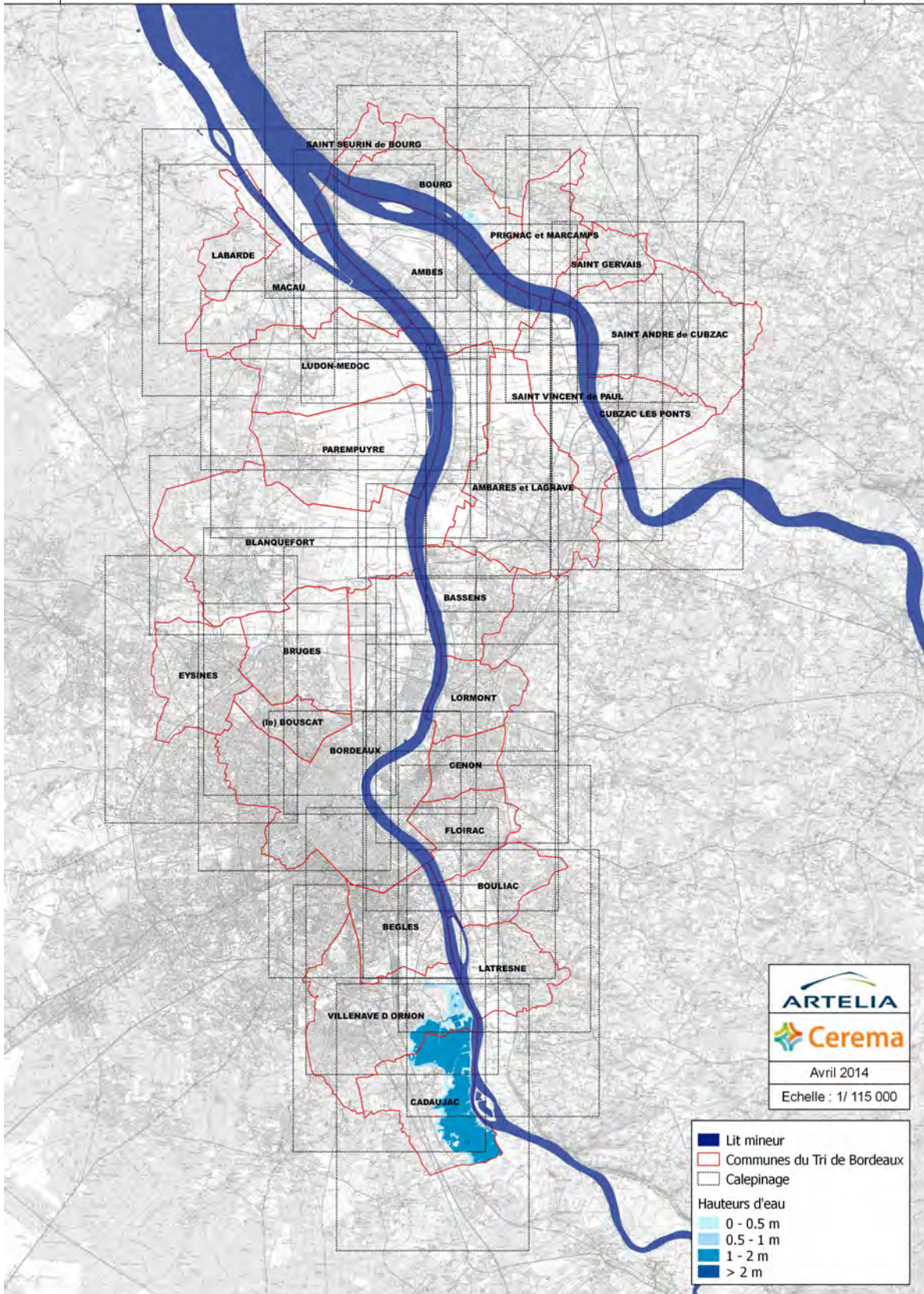
Les débordements sont par contre, plus conséquents à l'amont du TRI, zone à influence plus fluviale et où les conditions en régime permanent imposées au débit de la Garonne peuvent induire des débordements sur plusieurs pics de marée successifs, ce qui est moins le cas pour l'événement moyen submersion.

Les inondations sont également plus importantes dans les zones basses des communes de rive droite de la Dordogne. Cela confirme que sur cette zone d'influence fluvio-maritime les événements fluviaux de la Garonne ont une influence sur la Dordogne.

– ÉVÉNEMENT DÉBORDEMENT DE LA GARONNE FRÉQUENT

Pour cet événement fluvial fréquent, les débordements sont d'emprise très limitée et contenus sur les communes amont du TRI, rive gauche.

La comparaison de cet événement avec l'événement fréquent submersion marine, appelle les mêmes observations que celles faites pour les événements moyens. L'emprise des inondations est beaucoup plus étendue pour l'événement fréquent submersion (sur la presqu'île, le sud_médoc, la rive gauche de Bordeaux et la partie amont du TRI sur les deux rives), mais les hauteurs d'eau atteintes moindres.



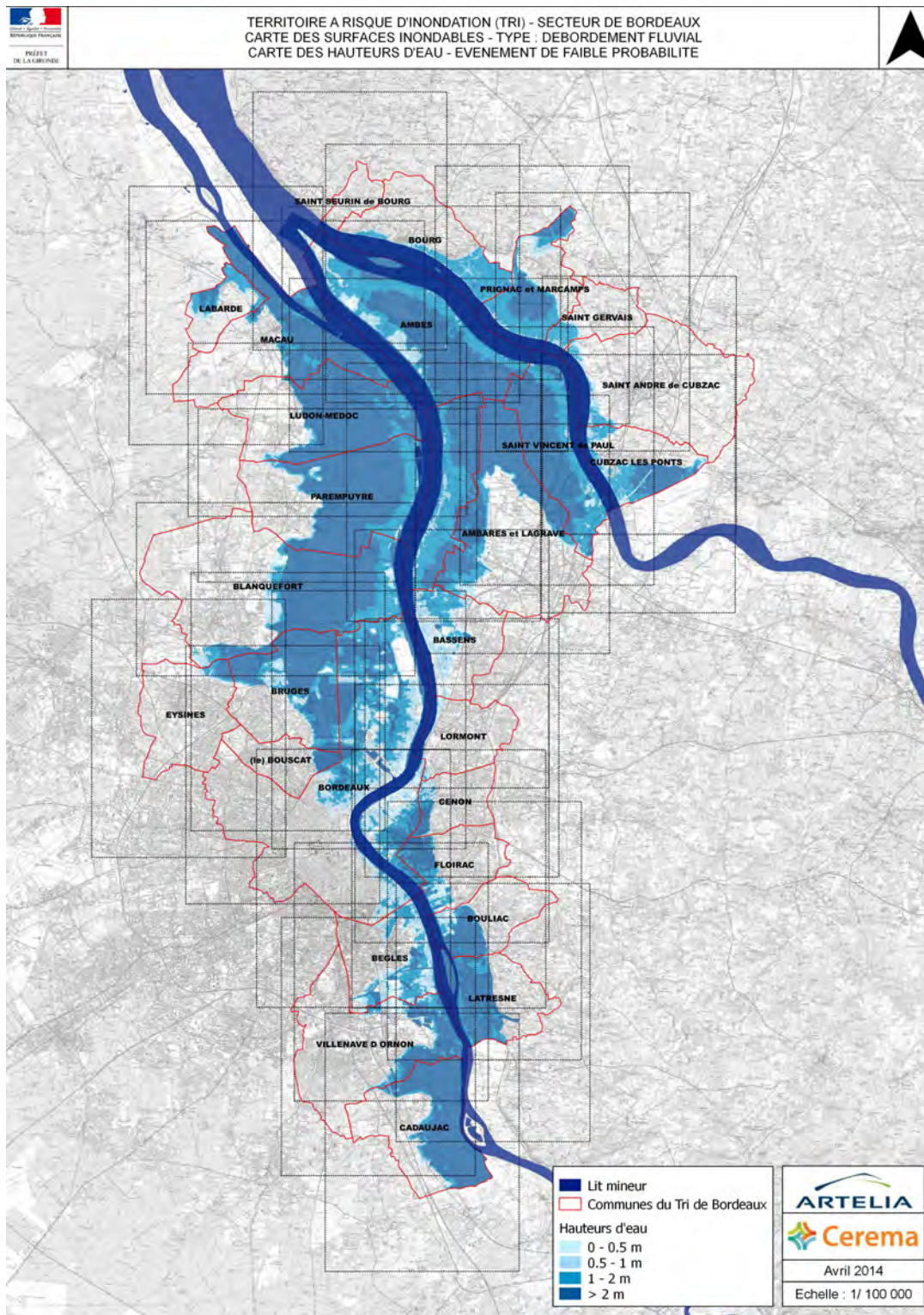




 Avril 2014

 Echelle : 1/ 115 000

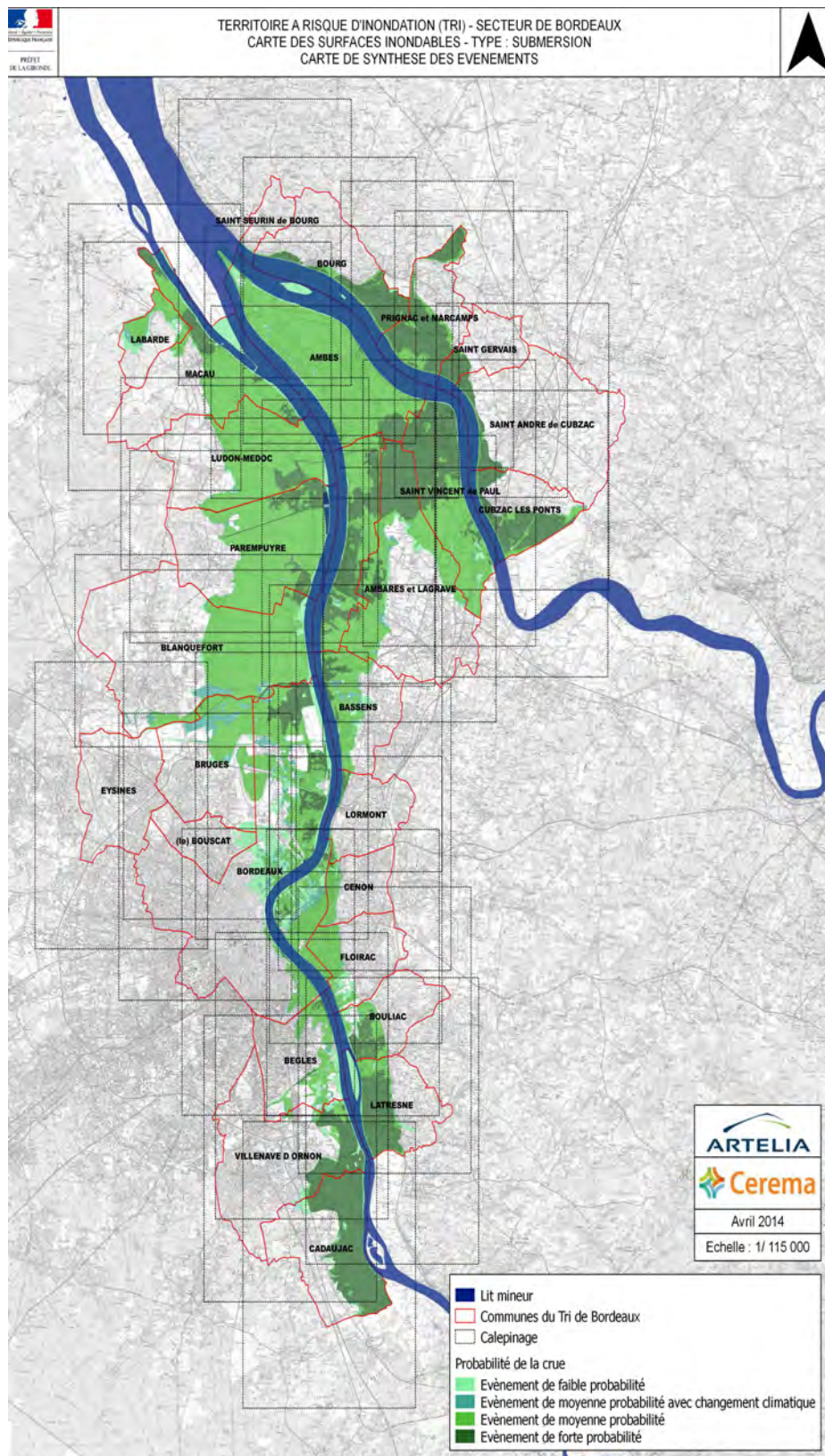
- ÉVÉNEMENT DÉBORDEMENT DE LA GARONNE EXTRÊME



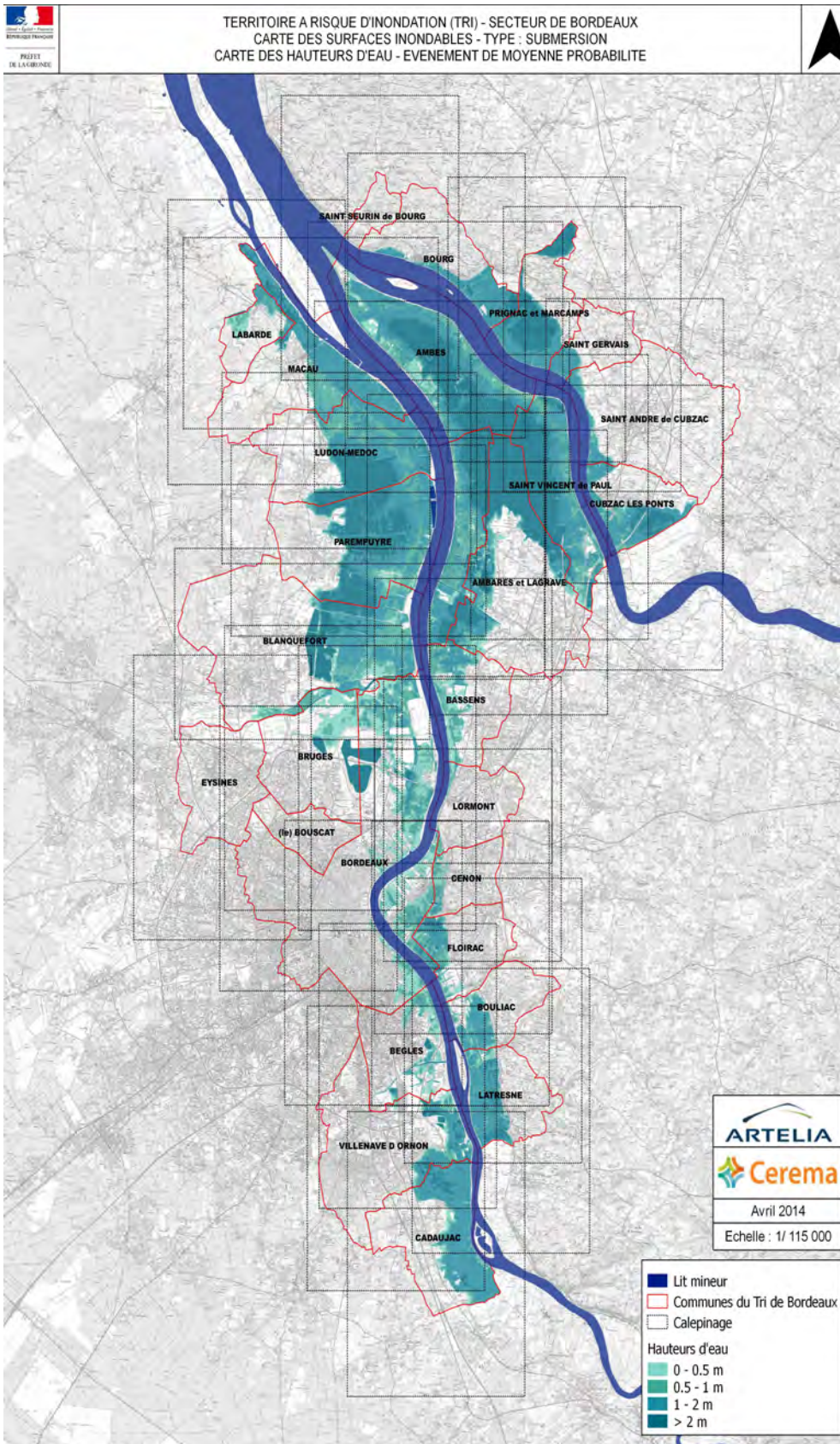
L'importance du débit retenu dans le choix de cet événement rend celui-ci très submersible et les hauteurs d'eau atteintes très importantes malgré les conditions de défaillance imposées aux ouvrages. On notera en particulier l'importance de l'emprise de cet événement notamment en rive gauche au nord des bassins à flots et jusqu'au Sud Médoc (emprise supérieure à celle de l'événement extrême submersion retenu).

L'absence de prise en compte des ouvrages de protection conduit à des hauteurs d'eau conséquentes sur la quasi totalité du TRI, exception faite de certaines zones de bourrelet alluvionnaire.

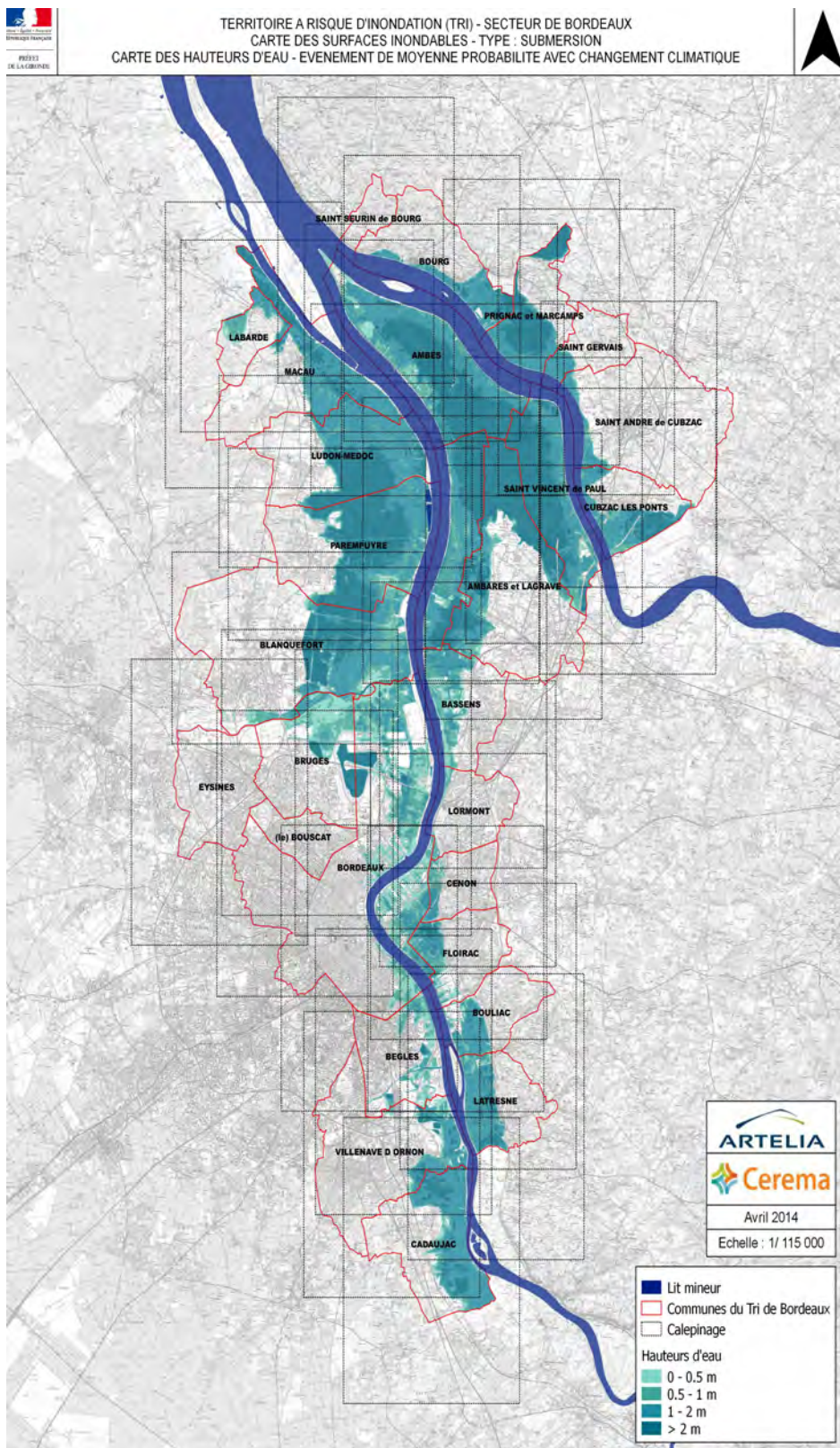
2- LES CARTES DE SURFACES INONDABLES PAR SUBMERSION MARINE



- ÉVÉNEMENTS SUBMERSION MARINE MOYENS



Les conditions particulières de prise en compte des digues pour ces événements moyens, débordement de la Garonne (effacement des digues avant le pic de l'événement, en début de cycle de marée montante) conduisent à inonder fortement le périmètre de TRI par ailleurs très endigué.



Les cartes des surfaces inondables obtenues pour les événements « moyen » et « moyen avec réchauffement climatique », sont assez similaires. Seule l'importance des hauteurs d'eau varie significativement (le zones de hauteurs d'eau supérieures à 1m sont plus étendues pour le second, notamment dans la partie aval du TRI. On constate à la fois un écrêtage de la crue par débordement quasi généralisé sur l'Estuaire à l'aval et une durée du pic plus importante)

– ÉVÉNEMENT SUBMERSION MARINE FRÉQUENT.

Cet événement est relativement peu débordant. On observe de nombreuses zones de débordement (rive droite de la Dordogne, sud de la presqu'île, zones basses du Sud Médoc, nord des bassins à flots) mais les hauteurs d'eau y sont limitées, exception faites de certaines zones de marais et des zones basses à l'aval du TRI.

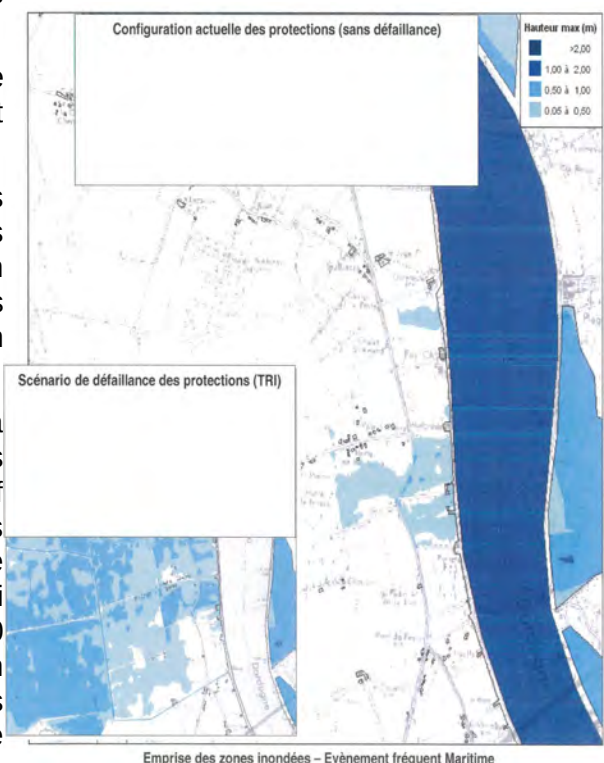
L'événement fréquent modélisé sur ces cartes reprend les paramètres hydro-météorologique de la crue du 13 décembre 1981, c'est-à-dire qu'il est construit à partir des conditions de vent, du coefficient de marée, des conditions de surcote océanique et des débits de la Garonne, de la Dordogne et de l'Isle constatés lors de cet événement. **Il ne s'agit cependant pas de la reconstitution des zones inondées ce jour-là, modélisation qu'il n'est pas possible aujourd'hui de reconstituer telle qu'elle s'est produite à l'époque.** En effet :

- Le niveau des endiguements le long de l'Estuaire, de la Dordogne et de la Garonne qui joue de façon importante sur la ligne d'eau d'un événement, a pu évoluer de façon importante depuis 1981
- Nous n'avons aucun relevé des défaillances des ouvrages de protection lors de cette crue, or ceux-ci impactent également directement la ligne d'eau des cours d'eau et donc le niveau de débordement au-dessus des ouvrages qui tiennent. C'est ainsi qu'en 1999, l'importance des ruptures de digues constatées à l'aval de Bordeaux a conduit à abaisser de 20cm le niveau de la Garonne au niveau du pont de Pierre par rapport à ce qui aurait été en l'absence de toute rupture. Non seulement le linéaire débordé a été plus faible mais, la durée de ces débordements aussi.

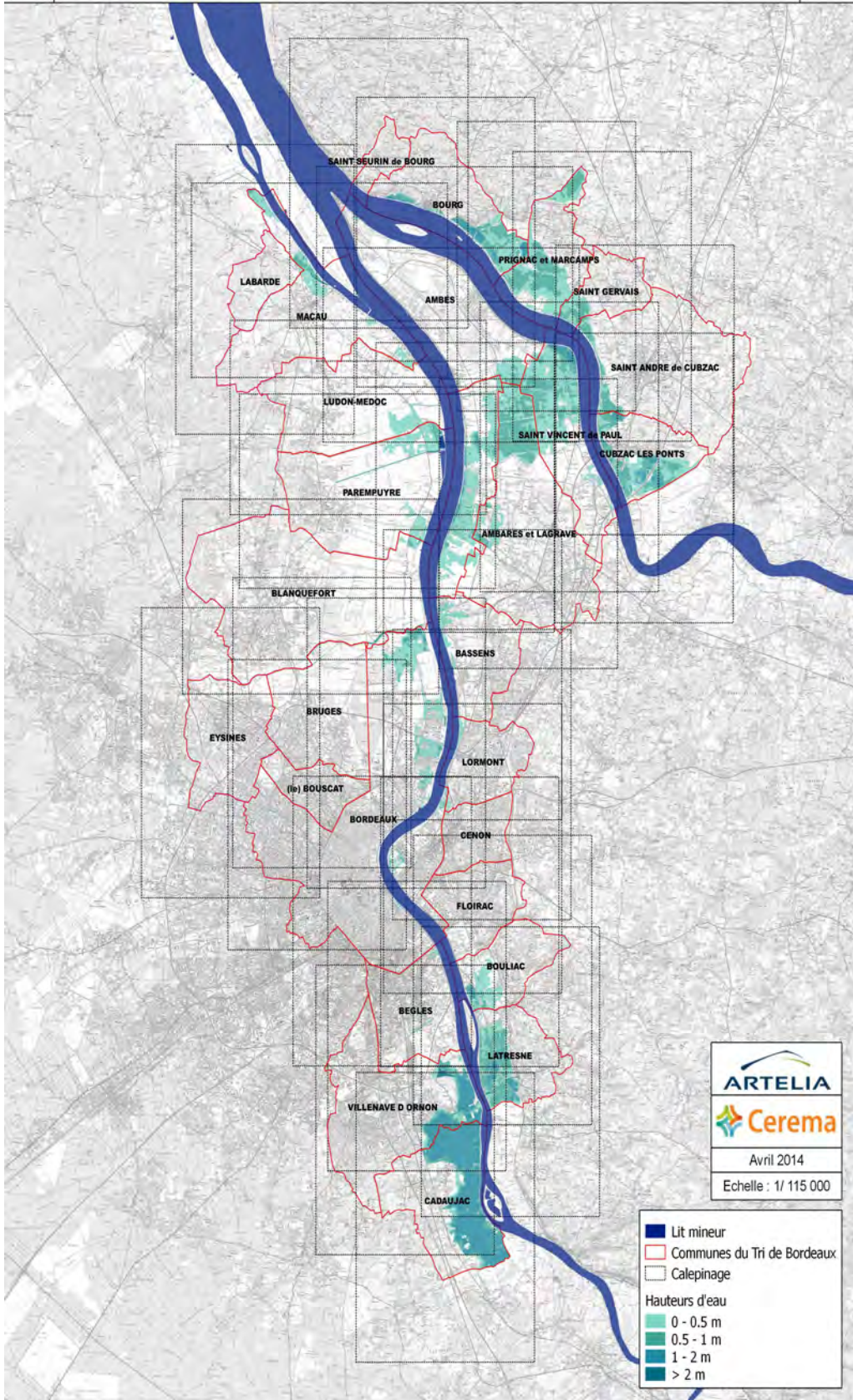
- des remblais ou des remodelages de terrain ont pu également être réalisés dans le lit majeur,

Comme le mettent en évidence les deux extraits cartographiques ci-contre, l'ampleur des surfaces inondables cartographiées pour un événement donné est directement fonction des conditions de défaillance des digues prises en compte dans les modélisations faites.

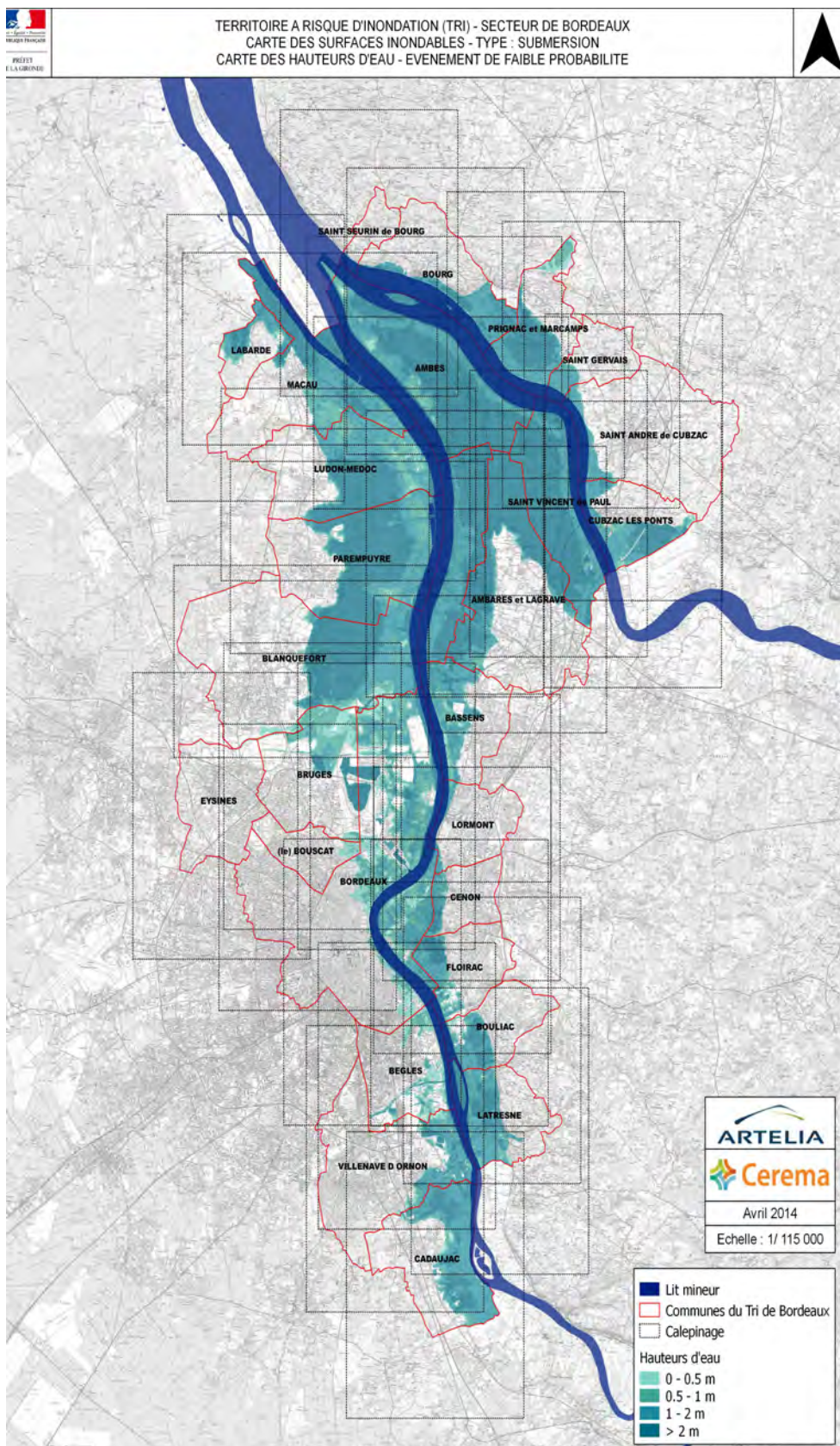
Les conditions de défaillance des digues pour la cartographie l'événement fréquent sont fondées sur le niveau de submersibilité des digues (cf paragraphe 4.4.1). La carte des surfaces inondées pour l'événement fréquent retenu, ne représente donc pas une carte des terrains qui seront systématiquement inondés tous les 30 ans mais, de ceux qui pourraient l'être pour un tel événement, en cas de défaillance des zones les plus basses du système de protection. Elle illustre ainsi une certaine vulnérabilité de ce territoire, pour un événement fréquent.



Emprise des zones inondées – Evénement fréquent Maritime



ÉVÉNEMENT SUBMERSION MARINE EXTRÊME.



L'emprise des zones inondées est assez similaire à celle des événements moyens, toutefois les hauteurs d'eau y sont plus importantes et les hauteurs d'eau supérieures à 1m quasi généralisées notamment Plaine de Garonne.

5- L'analyse des enjeux

L'élaboration des cartes de risque s'est appuyée sur un système d'information géographique (SIG) respectant le modèle de données établi par l'IGN et validé par la Commission de Validation des Données pour l'Information Spatialisée¹⁶ (COVADIS).

La Commission de Validation des Données pour l'Information Spatialisée (COVADIS) est une commission interministérielle mise en place par le ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie et par le ministère de l'agriculture et de l'agroalimentaire pour standardiser leurs données géographiques les plus fréquemment utilisées dans leurs métiers. Cette standardisation prend la forme de *géostandards* que les services doivent appliquer dès qu'ils ont à échanger avec leurs partenaires ou à diffuser sur internet de l'information géographique. Ils sont également communiqués aux collectivités territoriales et autres partenaires des deux ministères. La COVADIS inscrit son action en cohérence avec la directive européenne INSPIRE et avec les standards reconnus. Le standard CODADIS pour la directive inondation est référencé par la version 1.0 avec le correctif du 21/06/2013.

Certaines bases de données ont été produites au niveau national, d'autres données proviennent d'informations soit d'une base commune à l'échelle du bassin Adour Garonne, issue des travaux de l'évaluation préliminaire des risques d'inondation (EPRI), soit de bases plus locales.

Le niveau de précision géographique ou de mise à jour de ces données étant très variable selon les types de données, un travail de validation de terrain a été réalisé sur celles-ci ; des échanges ont eu lieu avec les communes concernées du TRI et a conduit à apporter des corrections aux bases utilisées.

5.1 Type d'enjeux caractérisés pour la cartographie des risques

L'article R. 566-7 du Code de l'environnement demande de tenir compte a minima des enjeux suivants :

- Le nombre indicatif d'habitants potentiellement touchés ;
- Les types d'activités économiques dans la zone potentiellement touchée ;
- Les installations ou activités visées à l'annexe I de la directive 2010/75/ UE du Parlement européen et du Conseil du 24 novembre 2010 relative aux émissions industrielles

¹⁶ La Commission de Validation des Données pour l'Information Spatialisée (COVADIS) est une commission interministérielle mise en place par le ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie et par le ministère de l'agriculture et de l'agroalimentaire pour standardiser leurs données géographiques les plus fréquemment utilisées dans leurs métiers. Cette standardisation prend la forme de *géostandards* que les services doivent appliquer dès qu'ils ont à échanger avec leurs partenaires ou à diffuser sur internet de l'information géographique. Ils sont également communiqués aux collectivités territoriales et autres partenaires des deux ministères. La COVADIS inscrit son action en cohérence avec la directive européenne INSPIRE et avec les standards reconnus. Le standard CODADIS pour la directive inondation est référencé par la version 1.0 avec le correctif du 21/06/2013.

(prévention et réduction intégrées de la pollution), qui sont susceptibles de provoquer une pollution accidentelle en cas d'inondation, et les zones protégées potentiellement touchées visées à l'annexe IV, point 1 i, iii et v, de la directive 2000/60/ CE du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau ;

- Les installations relevant de l'arrêté ministériel prévu au b du 4° du II de l'article R. 512-8 ;
- Les établissements, les infrastructures ou installations sensibles dont l'inondation peut aggraver ou compliquer la gestion de crise, notamment les établissements recevant du public.

Conformément à cet article, il a été choisi de retenir les enjeux suivants pour la cartographie des risques de ce TRI :

5.1.1- Estimation de la population permanente dans la zone potentiellement touchée

Il s'agit d'une évaluation de la population permanente présente dans les différentes surfaces inondables, au sein de chaque commune du TRI. Celle-ci a été établie à partir d'un semis de points discrétisant l'estimation de la population légale INSEE 2010 à l'échelle de chaque parcelle. Les précisions sur la méthode sont explicitées en annexe.

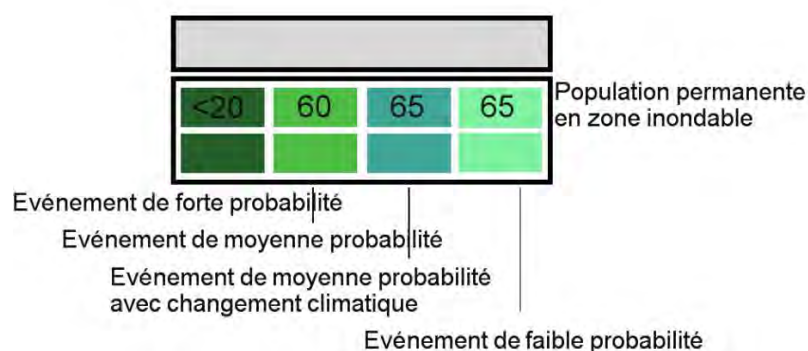
L'estimation des populations est présentée dans un tableau figurant dans l'atlas cartographique. L'estimation de la population est ventilée par type d'inondation et par scénario (Aléa de forte probabilité, aléa de moyenne probabilité, aléa de faible probabilité).

Pour tenir compte de l'imprécision de la méthode, au sein des cartouches et tableaux de dénombrement le chiffre ne sera pas indiqué sous un seuil minimal de 20 habitants. La valeur nulle (0) est indiquée suivant deux cas :

- Lorsque pour une commune le résultat du croisement entre le semis de point population et l'aléa vaut « 0 » ;
- Si la commune est non touchée par l'aléa (surface inondable nulle par requête) alors on pourra noter « 0 ».



Pour les inondations par submersion marine ce décompte a été fait pour les quatre classes d'aléas (Événement de forte probabilité; Événement de moyenne probabilité; Événement de moyenne probabilité avec changement climatique; Événement de faible probabilité):



Ce qui donne sur l'ensemble du TRI, les estimations suivantes :

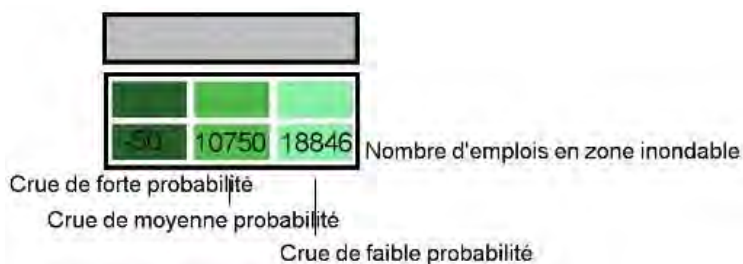
Les habitants en zone inondable sur le TRI de Bordeaux	Par Submersion marine	Par débordement de la Garonne
Événement fréquent	8 391	493
Événement moyen	53 549	1 232
Événement moyen avec changement climatique	60 856	
Événement extrême	84 739	115 492

5.1.2. Estimation des emplois dans la zone potentiellement touchée

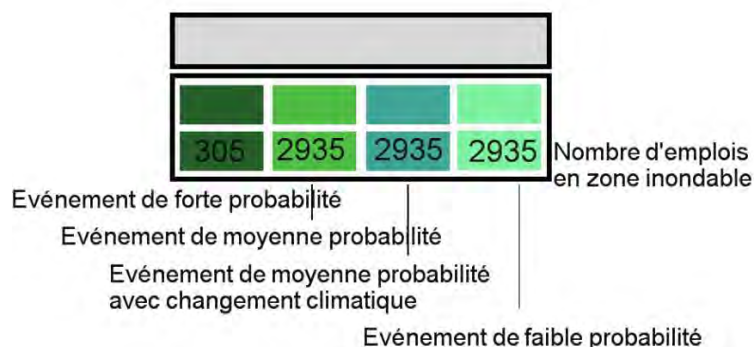
Il s'agit d'une estimation du nombre d'emplois présents dans les différentes surfaces inondables, au sein de chaque commune du TRI. La méthode employée permet l'évaluation d'une fourchette (minimum-maximum) pour laquelle la moyenne a été retenue. Elle a été définie en partie sur la base de donnée SIRENE de l'INSEE présentant les caractéristiques économiques des entreprises du TRI. Les précisions sur les résultats de la méthode sont explicitées en annexe.

L'estimation du nombre d'emplois est présentée dans un tableau figurant dans l'atlas cartographique. Il résulte de la moyenne de la fourchette issue du calcul d'évaluation définissant le minimum et le maximum. L'estimation des emplois est ventilée par type d'inondation et par scénario (Aléa de forte probabilité ; Aléa de moyenne probabilité ; Aléa de faible probabilité).

Pour tenir compte de l'imprécision de la méthode, le chiffre ne sera pas indiqué sous un seuil minimal de 50 emplois, : on écrira alors « - de 50 ».



Pour les inondations par submersion marine ce décompte a été fait pour les quatre classes d'aléas (événement de forte probabilité, événement de moyenne probabilité, événement de moyenne probabilité avec changement climatique, Événement de faible probabilité).



Ce qui donne sur l'ensemble du TRI, les estimations suivantes :

Les emplois en zone inondable sur le TRI de Bordeaux	Par Submersion marine	Par débordement de la Garonne
Événement fréquent	9 451	205
Événement moyen	43 992	729
Événement moyen avec changement climatique	52 395	
Événement extrême	72 161	99 990

5.1.3- Estimation de la population saisonnière

Deux types d'indicateurs ont été définis afin de qualifier l'affluence touristique du TRI : le surplus de population saisonnière théorique et le taux de variation saisonnière théorique.

Ces indicateurs ont été établis à partir des données publiques de l'INSEE à l'échelle communale. A défaut de disposer d'une précision infra-communale, ils n'apportent ainsi pas d'information sur la capacité touristique en zone inondable.

- Le surplus de la population saisonnière théorique est estimé à partir d'une pondération de la capacité de différents types d'hébergements touristiques mesurables à partir de la base de l'INSEE : hôtels, campings, résidences secondaires et locations saisonnières. Certains types d'hébergements à l'image des chambres d'hôte ne sont pas comptabilisés en l'absence d'information exhaustive.
- Le taux de variation saisonnière théorique est quant à lui défini comme le rapport entre le surplus de la population saisonnière théorique et la population communale permanente. Il apporte une information sur le poids de l'affluence saisonnière au regard de la démographie communale.

Ces indicateurs restent informatifs au regard de l'exposition potentielle de l'affluence saisonnière aux inondations faute de précision. Par ailleurs, elle doit être examinée en tenant compte de la

concomitance entre la présence potentielle de la population saisonnière et la survenue éventuelle d'une inondation.



5.1.4- Bâtiments dans la zone potentiellement touchée

Seuls les bâtiments dans la zone potentiellement touchée sont représentés dans les cartes de risque (enveloppe probabilité faible). Cette représentation est issue de la BDTopo de l'IGN (pour plus de détails: <http://professionnels.ign.fr/bdtopo>). Ils tiennent compte de l'ensemble des bâtiments de plus de 20m² (habitations, bâtiments industriels, bâtis remarquables, ...) existants à la date de mise à jour de cette base nationale. Cette représentation reste cependant purement représentative de l'importance relative du bâti en zone inondable. La dernière mise à jour de l'IGN de ces données date de 2010. **De nombreux bâtiments ont pu être construits ou démolis depuis notamment en zone urbaine. Aucune mise à jour de ces bâtiments n'a été faite dans le cadre du recensement des enjeux sur ce TRI.**

5.1.5- Types d'activités économiques dans la zone potentiellement touchée

Il s'agit de surfaces décrivant un type d'activité économique inclus, au moins en partie, dans une des surfaces inondables. Cette information initialement issue de la BDTopo de l'IGN (pour plus de détails: <http://professionnels.ign.fr/bdtopo>) a fait l'objet d'un contrôle de terrain approfondi et d'échanges avec les communes. En effet et notamment sur la commune de Bordeaux, dans le secteur des Bassins à Flots, en rive droite, et autour de la gare, certaines des zones recensées à vocation industrielle et/ou d'activités à partir de la BD topo ont changé de destination. D'autres zones se sont développées.

Cette catégorie d'enjeux tient compte des zones d'activités commerciales et industrielles. Elle n'inclut pas par contre, l'ensemble des commerces et activités disséminés dans les zones multifonctionnelles à dominante d'habitat ou mixtes comme le commerce de centre bourg.

Ont été également recensées dans cette catégorie les carrières et gravières. Deux carrières sont recensées sur le territoire du TRI en zone inondable. La carrière Maurice sur la commune d'Ambès (carrière 0052.05199) et GSM sur la commune de Blanquefort (carrière 0052.03529).

Cette catégorie d'enjeux intègre également celle des « ports de plaisance », la halte nautique de Lormont par exemple.

Les précisions sur la méthode sont explicitées en annexe.

5.1.6- Installations polluantes

Deux types d'installations polluantes sont essentiellement pris en compte : les IPPC (Integrated Pollution Prevention and Control) et les stations de traitement des eaux usées (STEU).

- **IPPC**

Les IPPC sont les ICPE (installations classées pour la protection de l'environnement) les plus polluantes, définies par la directive IPPC (Integrated Pollution Prevention and Control), visées à l'annexe I de la directive 2010/75/UE du Parlement européen et du Conseil du 24 novembre 2010 relative aux émissions industrielles. Certaines sont classées « SEVESO », d'autres non. Il s'agit d'une donnée établie par les DREAL et collectée dans la base S3IC pour les installations situées dans une des surfaces inondables du TRI.

La représentation cartographique de ces installations sur les cartes dites " risques " est limitée à leur présence dans l'aléa (enveloppe probabilité faible). 12 IPPC ont été recensés en zone inondable sur le territoire de ce TRI (EKA Chimie, ORION ENGINEERED CARBONS (EVONIK/CARBON) et Yara à Ambès, FORESA à Ambarès et Lagrave, SAIPOL, SOVAL PROCINER, SIAP et Simorep à Bassens, PAPETERIE DE BEGLES et ASTRIA – Bègles à Bègles et L'ELECTROLYSE SAS à Latresne. Une partie d'entre elles est classée SEVESO seuil haut, auquel il faut rajouter CASTEL FRERES à Blanquefort pour l'aléa débordement de cours d'eau (inclus dans l'enveloppe de la crue extrême débordement de cours de d'eau mais non submersion).

Cette analyse a été complétée par un recensement des IPPC situées, sur le réseau hydrographique amont au TRI dans une limite de 30 km, présentes dans les enveloppes approchées des inondations potentielles (EAIP).

REGION	DEPARTEMENT	CODE_S3IC	NOM	COMMUNE
Aquitaine	Gironde	52.1370	R&R ICE CREAM FRANCE (ex RONCADIN)	VAYRES
Aquitaine	Gironde	52.1375	OI MANUFACTURING France (ex BSN GLASSP)	VAYRES

Les installations à la fois SEVESO et IPPC, ont donc été recensées dans la catégorie des IPPC. Par contre, si l'installation SEVESO n'est pas IPPC, elle est alors considérée comme établissement sensible à la gestion de crise (cf paragraphe spécifique ci-après). Une dizaine de SEVESO non IPPC (11) est à noter en zone inondable sur le périmètre du TRI de Bordeaux.

- **STEU**

Les stations de traitement des eaux usées (STEU) prises en compte sont les installations de plus de 2 000 équivalent-habitants présentes dans la surface inondable du TRI. La localisation de ces stations est issue d'une base de données nationale « BDERU » complétée par la base de donnée de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne et par les données du service police de l'eau de la DDTM33, actualisées au 2 avril 2013.

La représentation cartographique de ces installations sur les cartes dites de " risques " est limitée à leur présence dans l'aléa (enveloppe probabilité faible).

Sont ainsi concernées les STEP de Macau (0533262V001), Ludon-Médoc (0533256V002), Ambès(0533004V001), Blanquefort (0533056V004), Bordeaux Louis Fargues (0533063V003), Bordeaux Clos de Hilde(0533039V005), Latresne (0533234V001) et Cadaujac (0533080V005), Bourg sur Gironde (0533067V001), Cubzac-les-ponts (0533366V005).

Sont également répertoriées les installations situées sur le réseau hydrographique amont au TRI dans une limite de 30 kms dans les enveloppes approchées des inondations potentielles (EAIP) :

REGION	DEPARTEMENT	Code STEU	commune principale
Aquitaine	Gironde	0533037V002	BEAUTIRAN
Aquitaine	Gironde	0533081V003	CADILLAC
Aquitaine	Gironde	0533120V001	CERONS
Aquitaine	Gironde	0533138V001	COUTRAS
Aquitaine	Gironde	0533179V001	GALGON
Aquitaine	Gironde	0533198V002	GUITRES
Aquitaine	Gironde	0533207V001	IZON
Aquitaine	Gironde	0533213V003	BREDE
Aquitaine	Gironde	0533226V003	LANGOIRAN
Aquitaine	Gironde	0533238V001	LEOGNAN
Aquitaine	Gironde	0533241V001	LESTIAC-SUR-GARONNE
Aquitaine	Gironde	0533243V001	LIBOURNE
Aquitaine	Gironde	0533259V001	LUGON-ET-L'ILE-DU-CARNAY
Aquitaine	Gironde	0533321V001	PEUJARD
Aquitaine	Gironde	0533327V004	PODENSAC
Aquitaine	Gironde	0533334V002	ARBANATS
Aquitaine	Gironde	0533337V001	PREIGNAC
Aquitaine	Gironde	0533393V002	SAINT-DENIS-DE-PILE
Aquitaine	Gironde	0533433V005	SAINT-LOUBES
Aquitaine	Gironde	0533448V001	SAINT-MEDARD-D'EYRANS
Aquitaine	Gironde	0533480V001	SAINT-SULPICE-DE-FALEYRENS
Aquitaine	Gironde	0533483V003	SAINT-SULPICE-ET-CAMEYRAC
Aquitaine	Gironde	0533492V004	SAINT-YZAN-DE-SOUDIAC
Aquitaine	Gironde	0533539V007	VAYRES

5.1.7- Zones protégées pouvant être impactées par des installations polluantes

Il s'agit des zones protégées pouvant être impactées par des installations polluantes IPPC ou par des stations de traitement des eaux usées et qui intersectent au moins une surface inondable du TRI. Ces zones, rapportées dans le cadre de la directive-cadre sur l'eau 2000/60/CE (DCE), sont les suivantes :

- « zones de captage » : zones désignées pour le captage d'eau destinée à la consommation humaine en application de l'article 7 de la directive 2000/60/CE (toutes les masses d'eau utilisées pour le captage d'eau destinée à la consommation humaine fournissant en moyenne plus de 10 m³ par jour ou desservant plus de cinquante personnes, et les masses d'eau destinées, dans le futur, à un tel usage) soit l'Éocène 127A2 en rive droite de la Dordogne et de la Gironde, et l'Oligocène 127A1 en rive gauche de la Garonne et de la Gironde.
- « eaux de plaisance » : masses d'eau désignées en tant qu'eaux de plaisance, y compris les zones désignées en tant qu'eaux de baignade dans le cadre de la directive 76/160/CEE (« eaux de baignade » : eaux ou parties de celles-ci, douces, courantes ou stagnantes, ainsi que l'eau de mer, dans lesquelles la baignade est expressément autorisée par les autorités compétentes de chaque État membre ou n'est pas interdite et habituellement pratiquée par un nombre important de baigneurs) ; en France les « eaux de plaisance » se

résumé aux « eaux de baignade », zone en bordure du lac de Bordeaux par exemple.

- « zones de protection des habitats et espèces » : zones désignées comme zone de protection des habitats et des espèces et où le maintien ou l'amélioration de l'état des eaux constitue un facteur important de cette protection, notamment les sites Natura 2000 pertinents désignés dans le cadre de la directive 92/43/CEE et de la directive 79/409/CEE.

Ces zones ont été entièrement fournies par le CETE méditerranée.

5.1.8- Établissements, infrastructures ou installations sensibles dont l'inondation peut aggraver ou compliquer la gestion de crise, notamment les établissements recevant du public

Il s'agit d'enjeux situés dans la zone potentiellement touchée **dont l'inondation peut aggraver ou compliquer la gestion de crise**. Leur recensement initial est issu de la BDTopo de l'IGN (pour plus de détails : <http://professionnels.ign.fr/bdtopo>). Celui-ci a cependant largement été complété par des collectes locales notamment auprès des différentes administrations (Autorité Régionale de Santé, Rectorat, SDIS, ...), des rencontres avec les communes ...

Ils ont été divisés en plusieurs catégories :

- *les bâtiments utiles pour la gestion de crise* (centres de décisions, centres de sécurité et de secours) référencés « établissements utiles pour la gestion de crise », sont concernés les casernes, les gendarmeries, les mairies, les postes de police, les préfectures, les centres techniques municipaux lorsque les mairies nous les ont signalés ; de manière générale, les mairies font systématiquement office de PC de crise local.
- *les bâtiments et sites sensibles pouvant présenter des difficultés d'évacuation*, ils sont référencés dans : « établissements pénitentiaires », « établissements d'enseignement », « établissements hospitaliers », « campings » Le TRI de Bordeaux n'intègre pas d'établissement pénitentiaire.

Les établissements hospitaliers recensés intègrent l'ensemble des établissements hospitaliers privés et publics, que ce soit les établissements pour adultes handicapés, pour enfants handicapés, ou les établissements hospitaliers classiques. Ont été recensées également dans cette catégorie, les crèches et les maisons de retraite médicalisées (EPHAD) ou non.

Seuls les établissements d'enseignement du premier ont été répertoriés.

Sont répertoriées aussi dans cette catégorie les activités SEVESO qui ne sont pas classées comme IPPC (cf catégorie précédentes) ; 11 entreprises ont ainsi été répertoriés.

CR Distribution sur Bouliac, Brenntag Aquitaine sur Bordeaux, SEA INVEST BDX, LINDE FRANCE et DPA sur Bassens, Lucien Bernard Ambes, EPG, SPBA, VERMILLON REP – AMBES, COBOGAL et DPA sur Ambes

- *les réseaux et installations utiles pour la gestion de crise*, ils sont référencés dans : « gares », « aéroports », « autoroutes, quasi-autoroute », « routes, liaisons principales », « voies ferrées principales » ; Le TRI de Bordeaux n'intègre pas d'aéroports.

Les voies principales représentées initialement sur les cartes de risques, correspondaient aux catégories principales de routes de la BD Topo. En concertation avec les services du Conseil Général, différents axes structurants ont été rajoutés, lorsqu'ils traversaient la zone inondable.

- les établissements ou installations susceptibles d'aggraver la gestion de crise, ils sont référencés dans : « installations d'eau potable », « transformateurs électriques », « autre établissement sensible à la gestion de crise ». Cette dernière catégorie recense principalement les installations SEVESO et les installations nucléaires de base (INB). Nota : Le territoire du TRI de Bordeaux n'est pas directement concerné par une installation nucléaire de base. La centrale nucléaire du Blayais est située 24,5 km de la limite aval du TRI.

Concernant la catégorie « transformateurs électriques », le choix a été fait de n'intégrer que les principaux postes dits postes sources. Sont à noter 6 postes sources concernés par les deux types d'inondation (1 sur Bassens, 1 sur Ambès, 2 sur Bordeaux, 1 Sur Bègles, sur Floirac) auquel il faut ajouter 1 poste source sur Villenave d'Ornon concerné que les inondations de type débordement de cours d'eau.

- Pour les installations d'eau potable, le choix a été fait de ne pas cartographier les points de captage pour l'alimentation en eau potable (AEP). L'impact des enveloppes d'aléas du territoire de TRI de Bordeaux sur ces installations est le suivant :

	Aléa de forte probabilité	Aléa de moyenne probabilité	Aléa de moyenne probabilité avec changement climatique	Aléa de faible probabilité
Débordement	0AEP	0AEP	Non concerné	16AEP
Submersion	3AEP	13AEP	13AEP	13AEP

5.1.9- Le patrimoine culturel impacté

Ces données dont la représentation est optionnelle que l'on a choisi à titre informatif d'intégrer aux cartes de risques, sont directement issues de la BD-topo de l'IGN enrichie par les données SIRTAQUI et les données de la DRAC via la plate-forme régionale PIGMA (fournisseur) pour ce qui concerne les bibliothèques et les médiathèques. Ces données n'ont fait l'objet d'aucun contrôle terrain. Leur vulnérabilité n'a pas été estimée.

5.2. Les ouvrages de protections

Les ouvrages de protection font partie des éléments à représenter sur les cartes de risque, sans que ceux-ci ne constituent ni des données d'enjeux, ni réellement des données en termes d'aléa. Tous les ouvrages recensés en l'état des connaissances actuelles sur le périmètre du TRI ont donc été répertoriés, qu'ils correspondent à des ouvrages classées ou non. Diverses investigations sont en cours sur ces ouvrages qui pourraient conduire à court terme à la requalification de certains secteurs limités de ces ouvrages, notamment dans des secteurs où le niveau du TN est très proche. C'est notamment le cas au niveau du secteur « Jardin botanique-Bastide Niel » sur Bordeaux où la finalisation de l'étude de danger conduirait aujourd'hui à réduire le linéaire de digue représenté. Toutefois ce biais cartographique ne modifie en rien les surfaces inondables représentées sur les différentes cartes (cf. note de bas de page n°15)

Leur représentation sur les cartes de risques ne signifie que ces ouvrages ont été considérés

comme résistant aux événements étudiés dans les cartes d'aléas. La prise en compte de ces ouvrages diffère d'ailleurs selon la typologie et l'importance de ces derniers. Les conditions de prise en compte de ces ouvrages sont détaillées dans les paragraphes relatifs à la cartographie des surfaces inondables.

5.3. Précision sur les sources de données des enjeux

Les bases de données mobilisées dans ce cadre sont :

- les **données population de l'INSEE** et les **données du foncier 2010 ("MAJIC 2010") de la DGIFP** pour le dénombrement de la population ;
- la **base SIRENE de l'INSEE** pour estimer le nombre d'emplois impactés par l'aléa inondation ;
- la **BD topo de l'IGN** pour identifier les bâtiments ;
- les données de la **Plate-forme de l'Information Géographique Mutualisée en Aquitaine – PIGMA (ARS, ERDF, Rectorat, SDIS, SIRTAQUI, CG), l'ASN et la BD topo de l'IGN** pour identifier les installations sensibles ou utiles à la gestion des crises ;
- la base **GIDIC/S3IC** et la **BDERU** du Ministère de l'écologie du développement durable et de l'énergie pour les installations polluantes ou dangereuses et les stations d'épuration ;
- les éléments issus du **Rapportage de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE)** pour le patrimoine naturel.

Certaines de ces données ont cependant été actualisées de façon consécutive par un travail de vérification terrain.

Sans être représentées sur les cartes, les installations IPPC, les stations d'épuration de plus de 2 000 équivalent habitants, situées à moins de 30 km en amont du TRI ont été recherchées sur la base de leurs présences dans les enveloppes approchées des inondations potentielles (EAIP).

6- La cartographie du risque

La carte des risques d'inondation montre les conséquences négatives potentielles associées aux inondations.

6.1- Méthode d'élaboration

La carte des risques est obtenue par simple juxtaposition de la couche de synthèse des inondations avec celle des enjeux identifiés.

Elle s'appuie sur le SIG qui a été constitué en respectant le modèle de données élaboré et validé par la COVADIS.

6.2- La carte des risques

La cartographie des risques sur les territoires à risque d'inondation permet les porter à connaissance des collectivités et du public au titre de la prévention des risques.

Pour chaque aléa à l'origine de la caractérisation du TRI (débordement de cours d'eau, submersion marine), une carte des aléas et un croisement avec les enjeux sont effectués jusqu'à 3 gammes de fréquence des inondations :

- - Inondation dite "fréquente" d'une période de retour inférieure à 30 ans ;
- - Inondation dite "moyenne" d'une période de retour comprise entre 100 et 300 ans (*) ;
- - Inondation dite "rare" d'une période de retour d'environ 1000 ans ou plus ;

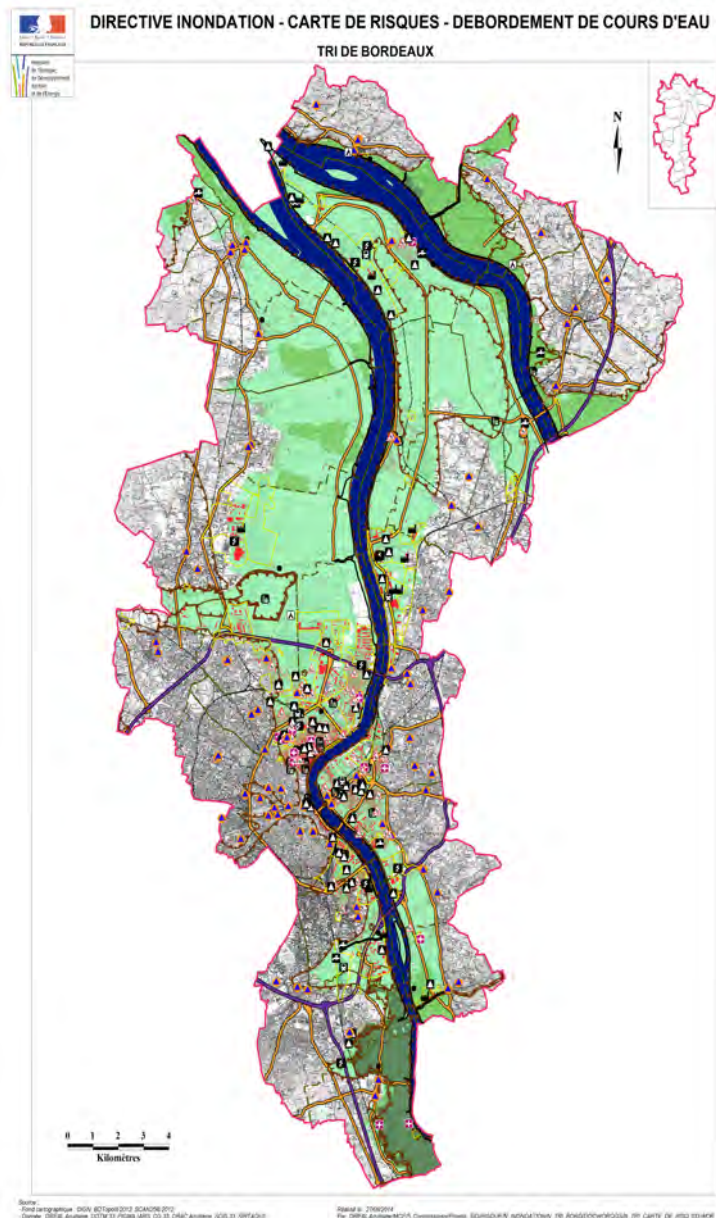
(*) Pour les TRI au titre d'un aléa submersion, un quatrième aléa a été introduit dans la couche de synthèse des inondations de façon à représenter l'impact du changement climatique et notamment la surélévation du niveau des océans à l'horizon 2100 sur l'événement moyen. Cette inondation est qualifiée d'

- - Inondation dite "moyenne" d'une période de retour comprise entre 100 et 300 ans (*) avec impact du réchauffement climatique.

Les cartes produites ont pour échelle 1:25 000. Elles sont produites pour chaque commune du TRI.

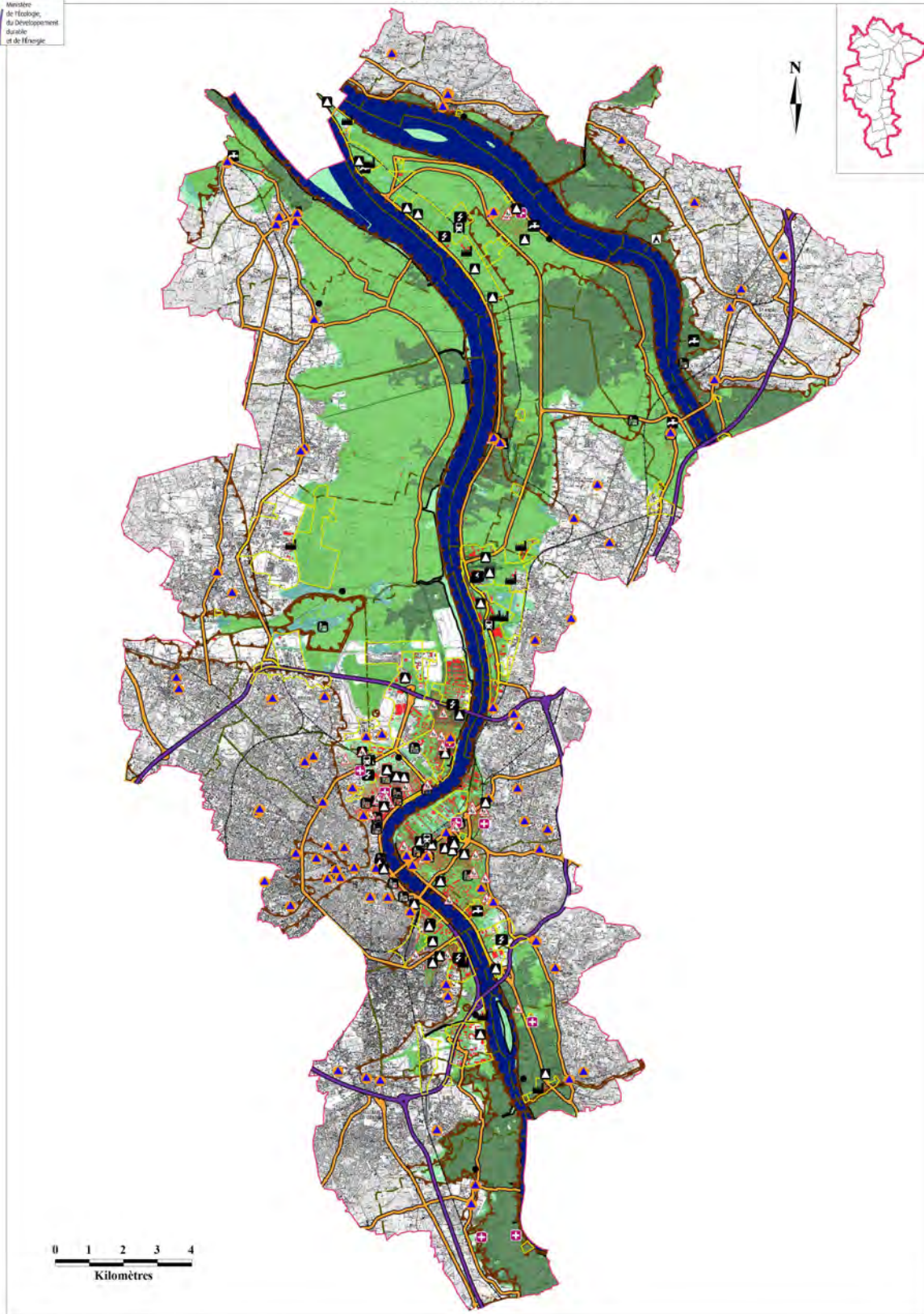
Deux cartes de synthèse ont également été réalisées afin de présenter une vision globale des risques à l'échelle du TRI

Le TRI de Bordeaux étant un TRI à la fois pour les phénomènes de submersion marine et pour les débordements de la Dordogne, deux cartes de risques ont donc été élaborées. L'une superposant aux enjeux une carte de synthèse des aléas de type submersion marine pour les 4 gammes d'inondation précitées et l'autre superposant ces enjeux avec une synthèse des aléas de type débordement de type fluviaux de la Dordogne pour les 3 fréquences d'aléas étudiés.





DIRECTIVE INONDATION - CARTE DE RISQUES - SUBMERSION MARINE TRI DE BORDEAUX



Source
- Fond cartographique : GIGN, BDTopo® 2012, SCAN250 2012.
- Données : DREAL Aquitaine, DDTM 33, PIGMA (ARS, CG 33, DRAC Aquitaine, SDIS 33, SIRTAQUI).

Révisé le : 27/08/2014
Par : DREAL Aquitaine/MCE/S_Conaissance/Projets_SIG/RISQUE/INONDATION/N_TRI_BORD/DOCWORGS/N_TRI_CARTE_DE_RISQ_003.WOR

6.3- Le SIG

Le SIG de la Directive Inondation est régi par son standard "labélisé" par la COVADIS.

Le SIG sera accessible à l'ensemble du public et permettra les téléchargements des données, une fois la cartographie approuvée par le préfet coordonnateur de bassin.

L'outil de diffusion des données sera la plate-forme « Carmen », qui est conforme à Inspire et qui servira aussi pour le rapportage des données géographiques à la commission européenne.

6.5- Limite des résultats obtenus

6.5.1.- Données d'enjeux

Données d'enjeux

Les limites relatives aux dénombrements de la population permanente, saisonnière et des emplois, les types d'activités économiques sont indiquées en annexe.

Les données d'enjeux, (ICPE, zone d'activité future) ont été en grande partie, amenées par la BdTopo® de l'IGN ainsi que par des organismes, producteurs thématiques de données (ARS, CG, SDIS, SIRTAQUI...). Le recours à la Plate-forme de l'Information Géographique Mutualisée en Aquitaine (PIGMA) a évité une dispersion dans la recherche des données de ces contributeurs. Mais il a été parfois impossible de contrôler ou qualifier des données (exhaustivité, positionnement, cohérence interne...) dont la DREAL Aquitaine ou la DDT de Gironde ne sont pas producteurs, voire même, pas utilisateurs, même si un certain nombre de corrections ont pu être réalisées. Il n'a pas toujours été possible d'impliquer les producteurs de ces données en amont. Ainsi, en dépit des efforts et diligences mis en œuvre pour en vérifier la fiabilité, la DREAL et la DDTM ne sont pas en mesure de garantir qu'elles sont exemptes d'erreurs, notamment de localisation, d'identification ou d'actualisation ou imprécisions.

Si, dans un autre contexte, certaines des données d'enjeux peuvent générer des droits envers le Public, l'attention est attirée sur le fait que ces données d'enjeux sont destinées à l'information générale des collectivités et du grand public et non à un usage spécifique, notamment réglementaire.

6.5.2.- Localisation des digues

Les données géo-référencées relatives à la représentation des digues sur les cartes de risques manquent de précision quant à leur calage par rapport au lit mineur, différent selon le modèle utilisé. Ce biais apparaît sur la représentation de la synthèse des aléas qui sert de fond à ces cartes, en bordure de lit mineur, entre le fleuve et la digue, zones qui paraissent n'être inondées que par la crue extrême (modélisé par le modèle à grandes mailles).

7- Conclusion

Cette étape de cartographie se traduit par la production de cartes de surfaces inondables et de risques (croisement aléas-enjeux) ainsi que d'un système d'informations géographiques (SIG).

Rappelons (Cf. circulaire du 12 juillet 2012) que l'objectif premier de cette cartographie est de contribuer, en affinant et en objectivant la connaissance de l'exposition des enjeux aux inondations, à l'élaboration des stratégies locales et des plans de gestion, notamment la définition

des objectifs quantifiés et mesures de réduction du risque inondation (cf. ci-après).

Association des parties prenantes

-

Au cours de cette phase d'élaboration des cartes des surfaces inondables et des risques de la directive inondation, l'association des parties prenantes a comporté plusieurs niveaux.

Un comité de pilotage a été constitué, il comprend :

- la Direction Départementale des Territoires de Gironde ;
- la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement de l'Aquitaine ;
- les communes du TRI ;
- la Communauté urbaine de Bordeaux ;
- le Conseil Général ;
- les trois EPTB présents en Gironde ;
- les gestionnaires de digues¹⁷ ;
- le CEREMA

Ce COPIL s'est réuni à 3 reprises le 1 mars et 5 juillet 2013, le 2 février 2014:

- la première, dès le lancement des études, avait pour objectifs d'exposer le cadre technique retenu et d'échanger sur les principaux choix préalables à effectuer ;
- les deux suivantes de présenter les études de définition des événements à retenir et de recueillir les observations des membres du COPIL.

Un comité technique composé des représentants de la DDTM, du CEREMA, de la DREAL Aquitaine, de CUB et du Conseil Général, des EPTB, et des gestionnaires des digues s'est également réuni tout au long de ces études.

Consultation - Diffusion

En application de la circulaire du 16 juillet 2012, le préfet de la région Aquitaine transmet pour avis les projets de cartes et le rapport d'accompagnement au préfet coordonnateur de bassin (Midi-Pyrénées), aux autres préfets de région éventuellement concernés, aux préfets de département, à chaque collectivité incluse dans le périmètre cartographié et aux EPRB compétents pour le TRI.

Les cartes sont également soumises pour avis au comité de bassin.

Une fois approuvées par le préfet coordonnateur de bassin, les cartes sont mises à disposition du public et des collectivités.

Elles font l'objet, par les préfets, d'un porter à connaissances à chaque collectivité concernée par le périmètre de la cartographie.

Les cartes, le rapport d'accompagnement et le SIG seront également accessibles sur les sites internet des services de l'Etat concernés.

¹⁷ À partir de la seconde réunion

Les suites : PGRI et SLGRI

Le PGRI : Au niveau du district (Adour-Garonne), un Plan de Gestion des Risques d'Inondation (PGRI) sera élaboré.

Il définira les objectifs de réduction des conséquences négatives des inondations sur les enjeux humains, économiques, environnementaux et patrimoniaux et les mesures à mettre en œuvre pour les atteindre.

Il sera articulé avec le SDAGE (Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux).

Les SLGRI : Au niveau des TRI, des Stratégies Locales de Gestion des Risques d'Inondation (SLGRI) seront établies ; elles devront répondre aux objectifs et mesures des PGRI.

ANNEXES

Estimation de la population permanente dans la zone potentiellement touchée : Méthode de calcul du semis de points de population

La méthode utilisée donne une bonne précision a priori dans les centres historiques des agglomérations par l'emploi des localisants parcellaires du bâti BD Topo et l'utilisation d'une surface de logement précisément recensée dans une base fiable. En revanche, cette méthode est a priori moins précise en cas de très grandes parcelles (hors agglomérations) ou pour certains grands ensembles (HLM) car la concentration de la population s'effectue sur le localisant parcellaire, alors que celui-ci peut être éloigné du bâtiment d'habitation sur les grandes parcelles.

1 Données sources

1.1 Données carroyées de population 2009, INSEE

Ces données sont présentées sous forme de carreaux de 200*200m avec une estimation de population dans chacun d'entre eux, issue de l'exploitation par l'INSEE de données relatives aux foyers fiscaux.

1.2 Données du foncier 2010 ("MAJIC 2010"), DGIFP

Ces données ont été préalablement traitées (géoréférencement, anonymisation, remontée de données utiles à l'échelle de la parcelle, ...) et livrées par le CETE Nord Picardie à tous les services du ministère.

1.3 Populations légales 2010, INSEE

Données de population officielles, rapportées à la commune, disponibles [sur le site de l'INSEE](#).

2 Méthode de traitement

Les traitements ont été développés et réalisés au CETE Méditerranée sur PostGIS/Postgresql, grâce à des scripts permettant d'automatiser ces calculs.

2.1 Répartition des données de population sur les parcelles, carreau par carreau :

Dans chaque carreau, la formule suivante est appliquée sur chacune des parcelles :

$$popfisc = ind \cdot \frac{Stoth}{\sum_{Carreau} Stoth}$$

popfisc = population « fiscale » dans la parcelle

ind = population dans le carreau INSEE

Stoth = Surface totale dédiée à l'habitation dans la parcelle

Carreau = « Pour toutes les parcelles qui intersectent le carreau » (requête géographique)

Les « parcelles » sont matérialisées par un point (le « localisant parcellaire ») dont les coordonnées sont fournies par le CETE Nord Picardie dans sa livraison des données « MAJIC ».

Lors de la mise en œuvre des calculs sur la France entière, certains carreaux avec une population non nulle se retrouvaient « orphelins » : pas de parcelle habitée dans le carreau. Ceci est lié au processus d'anonymisation statistique utilisé par l'INSEE lors de la création des données carroyées.

Une méthode de recherche par proximité a permis d'identifier la (ou les) parcelle(s) la(les) plus proche(s) du carreau incriminé. Cette méthode utilise des zones tampons successives autour du carreau (50 m par 50 m). Dès qu'une zone tampon intersecte une ou plusieurs parcelles, on rajoute la population du carreau sur ces parcelles avec la formule suivante :

$$popfisc_{maj} = popfisc + ind_2 \cdot \frac{Stoth}{\sum_{Proximité.carreau.2} Stoth}$$

$popfisc_{maj}$ = population « fiscale » mise à jour dans la parcelle

ind_2 = population dans le carreau INSEE « orphelin »

$Stoth$ = Surface totale dédiée à l'habitation dans la parcelle

« Proximité carreau 2 » = « Pour toutes les parcelles dans la zone tampon autour du carreau » (requête géographique)

Si on additionne $popfisc$ sur toute une commune, on ne retombe pas sur la population légale de l'INSEE.

Ceci est dû à la méthode de l'INSEE utilisée pour créer les données carroyées : ces données viennent des déclarations fiscales, et peuvent donc différer des données issues du recensement. Par exemple, des étudiants rattachés au foyer fiscal de leurs parents seront comptés dans le domicile de leurs parents, et non sur leur lieu d'habitation pour les études.

On utilise alors un recalage décrit aux deux étapes suivantes.

2.2 Calcul d'un coefficient correcteur communal

Cette étape consiste à calculer pour chaque commune un coefficient correcteur à appliquer à chaque parcelle afin d'obtenir des totaux communaux correspondant à la population légale de la commune :

$$Coef = \frac{P10POP_{COM}}{\sum_{Commune} popfisc}$$

$P10POP_{COM}$ = Population légale communale 2010, sans double compte

$popfisc$ = population « fiscale » dans la parcelle

$Commune$ = « Pour toutes les parcelles de la commune » (requête attributaire sur code INSEE)

2.3 Application de ce coefficient correcteur sur chaque parcelle

La formule suivante est appliquée pour toutes les parcelles, commune par commune.

$$Popinsee = Coef \cdot popfisc$$

$Popinsee$ = Population finale de la parcelle

$popfisc$ = Population « fiscale » de la parcelle

$Coef$ = Coefficient correcteur communal

3 Données livrées

Les semis de points de population sont mis à disposition des services sur le site ftp du CETE

méditerranée, aux formats shape (.shp) et table mapinfo (.tab).

Chaque point correspond au localisant parcellaire d'une parcelle.

Les données attributaires des semis de points sont composés des colonnes suivantes :

IDPAR	Numéro de parcelle : code insee+numéro de section+numéro de parcelle
CODE_INSEE	Code INSEE de la commune
POP_FISC	Population à la parcelle issue de la répartition de la population carroyée 200*200m 2009
POP_INSEE	Population à la parcelle corrigée grâce à la population légale communale 2010 ; C'est ce champ POP_INSEE qui est utilisé pour calculer la population en zone inondable pour chaque scénario
NLOCHABIT	Nombre de locaux d'habitation dans la parcelle, issue des données « MAJIC 2010 »
STOTH	Surface d'habitation dans la parcelle, issue des données « MAJIC 2010 », utilisée pour la répartition de la population carroyée.

Estimation des emplois dans la zone potentiellement touchée

La méthode employée introduit les biais ou erreurs suivantes :

1. Erreurs liées au fichier SIRENE :

- informations non renseignées : EFETCENT = NN ; cela concerne un peu moins de 7% de la base, dans des secteurs d'activité variés : on ne peut isoler de typologie majoritaire mais cela peut conduire à sous-estimer notablement l'effectif ;
- effectif de l'établissement reparti sur une seule adresse, alors qu'en réalité il l'est sur plusieurs (exemple : Aix-en-Provence, 2900 personnes situées place de l'Hôtel de Ville !) ; cela concerne principalement les collectivités territoriales. Dans la méthode proposée, ces effectifs ont été exclus.

2. Erreurs liées au géocodage :

- géocodage non pas à l'adresse mais à la rue, à la commune ou même absence de géocodage : pour y pallier en partie, la méthode proposée répartit les effectifs non localisés sur les établissements bien localisés ;
- mauvaise localisation de l'établissement, que le géocodage situe dans la rue, pouvant être éloignée des bâtiments.

3. Concernant la méthode :

Des établissements dont la surface est parfois importante (industries automobiles, chimiques ...) sont représentés par un point (essentiellement des entreprises de taille intermédiaire et des grandes entreprises) appartenant ou pas à une surface inondable alors qu'une partie des installations seulement peut être concernée.

Il est choisi de sommer les effectifs quel que soit le type d'établissement ; or certains emploient des personnes travaillant sur d'autres sites (ex : entreprises de nettoyage, sociétés de services en ingénierie informatique, ...).

Étant donné les fourchettes individuelles de la variable EFETCENT (ou la borne supérieure vaut souvent deux fois la borne inférieure), les fourchettes totales restent imprécises, mais permettent d'approcher l'ordre de grandeur.

Types d'activités économiques dans la zone potentiellement touchée

Les données ont pour origine la rubrique «I_ZONE_ACTIVITE» dans la table « SURFACE_ACTIVITES » de la BDTopo de l'IGN ont été largement remaniées sur la base de visites et de rencontres avec les communes .

Les données IGN ont été nettoyées des ronds points, des aires de services d'autoroute, des surfaces d'échange des liaisons autoroutières (nœud autoroutier), des parcs naturels et des parcs de loisirs.

-

Établissements, infrastructures ou installations sensibles dont l'inondation peut aggraver ou compliquer la gestion de crise, notamment les établissements recevant du public

Représentation linéaire

Les données concernent les réseaux routiers et voies ferrées principales. Elles ont pour origine la BDTopo de l'IGN, dans la rubrique « A_RESEAU_ROUTIER » avec la table « ROUTE » et « B_VOIES_FERREES_ET_AUTRES » avec la table « TRANCON_VOIE_FERREE ».

Quatre catégories sont représentées :

- Catégorie « 11 » = Autoroute et quasi-autoroute. Cette propriété correspond au champ « importance » de la table « ROUTE » de la BDTopo et dont la valeur vaut « 1 »
- Catégorie « 12 » = Route-liaison principale. Cette propriété correspond au champ « importance » de la table « ROUTE » de la BDTopo et dont la valeur vaut « 2 ».
- Catégorie « 13 » = Route-liaison secondaire. Cette propriété correspond au champ « importance » de la table « ROUTE » de la BDTopo et dont la valeur vaut « 3 ».
- Catégorie « 14 » = Voie ferrée principale. Cette propriété correspond au champ « NATURE » de la table « TRONCON_VOIE_FERREE » de la bdTopo et dont la valeur vaut « Principale ».

En concertation avec les services du Conseil Général, différents axes routiers ont été rajoutés, lorsqu'ils traversaient la zone inondable.

Représentation ponctuelle

Elle concerne une multitude de données. Les données déposées sur la Plate-forme de l'Information Géographique Mutualisée en Aquitaine (PIGMA) ont constitué une source d'information complémentaire aux données issues de la BDTopo de l'IGN.

- Caserne de pompiers, catégorie = 01, codcovadis = 0611 : les données proviennent de la BDTopo de l'IGN à la rubrique « I_ZONE_ACTIVITE » à partir de la table « PAI_ADMINISTRATIF_MILITAIRE ». Elles ont été complétées par les données des SDIS.
- Établissement hospitalier, catégorie = 02, codcovadis = 0210c : les données proviennent de la BDTopo de l'IGN (rubrique « I_ZONE_ACTIVITE » et la table « PAI_SANTE ») et complétées des données ARS et un certain travail de vérification terrain. Cette catégorie a demandé un travail important portant sur le croisement des données des différentes sources et la géolocalisation. Pour rappel, les données retenues comprennent les établissements relevant de la loi hospitalière. C'est à dire les hôpitaux publics ou privés, où sont effectués tous les soins médicaux et chirurgicaux lourds et/ou de longue durée, ainsi que les accouchements (centre hospitalier, hôpital, hôpital psychiatrique, CHU, hôpital militaire, clinique...). Les autres établissements concernés et relevant de la loi hospitalière sont les sanatoriums, aérium, hospice, maison de retraite (MAPA, MAPAD, EHPA et EHPAD), établissements de convalescence ou de repos et tous les établissements assurant les soins et l'hébergement ou ceux où les soins seulement sont inclus. Les établissements hospitaliers pour adultes handicapés et enfants handicapés relèvent aussi de cette

catégorie.

- Établissement pénitentiaire, Catégorie = 03, codcovadis = 9999 : les données ont pour origine la BDTopo de l'IGN, rubrique « I_ZONE_ACTIVITE » et la table « PAI_ADMINISTRATIF_MILITAIRE ». Elles ont été enrichi par les données provenant de PIGMA.
- Maison de retraite, catégorie = 04, codcovadis = 9999 : Les données proviennent de PIGMA (données ARS) et complétées par les données provenant de la BDTopo de l'IGN, rubrique « I_ZONE_ACTIVITE » et la table « PAI_SANTE ».
Cela concerne les établissements pour personnes âgées ne relevant pas de la loi hospitalière. La différenciation entre maison de retraite et établissement relevant de la loi hospitalière étant difficile à appréhender sans identification terrain, il convient de les appréhender comme « autre établissement sensible à la gestion crise ». Dans tous les cas, cette catégorie ne constitue pas une liste exhaustive.
- Préfecture et sous-préfecture, catégorie = 05, codcovadis = 0212c : les données ont pour origine la BDTopo de l'IGN, rubrique « I_ZONE_ACTIVITE » et la table « PAI_ADMINISTRATIF_MILITAIRE ».
- Centres de décisions et cellules de crise (centre opérationnel du SAMU, CIS, CIRCOSC, CRICR, centre de prévention des crues, ...), catégorie = 05, codcovadis = 0212c : les données ont pour origine PIGMA (données SDIS).
- Mairie, catégorie = 06, codcovadis = 0212c : les données ont été livré par le CETE Med et elles ont pour origine la BDTopo de l'IGN, rubrique « I_ZONE_ACTIVITE » et la table « PAI_ADMINISTRATIF_MILITAIRE ». Elles prennent en compte les mairies et annexes lorsqu'elles existent.
- Gendarmerie/commissariat/poste ou hôtel de police, catégorie = 07, codcovadis = 0212c : les données sont issues de la BDTopo de l'IGN, rubrique « I_ZONE_ACTIVITE » et la table « PAI_ADMINISTRATIF_MILITAIRE ».
- Établissement d'enseignement, catégorie = 08, codcovadis = 0207c : les données ont été fournies par PIGMA (données rectorat). Elles ne concernent que les établissements consacrés à l'enseignement maternel et primaire, qu'ils soient publics, confessionnels ou privés, ayant un contrat simple ou d'association avec l'État : école primaire, école maternelle, groupe scolaire.
Pour le type d'établissement Institut Médico-Pédagogique (I.M.P.), il est difficile de le distinguer des établissements hospitaliers. Le choix a été fait de les laisser soit dans la catégorie 02, puisqu'il est très difficile sans étude de terrain de les distinguer des établissements hospitaliers, ou bien dans la catégorie 99 s'ils ne relèvent pas de la loi hospitalière.
Les crèches ne font pas parties de cette catégorie.
- Installation Nucléaire de Base (INB), catégorie = 09, codcovadis = 9999 : les données sont issues de l'Autorité de Sureté Nucléaire (ASN) qui publie la liste des installations nucléaires de base au 31/12/2011
(http://rapport-annuel2011.asn.fr/fichiers/RA2011_Annexe_A.pdf)

- Installations SEVESO, catégorie = 10, codcovadis = 9999 : les données sont fournies par la DREAL Aquitaine (S31C) et concernent les établissements SEVESO qui ne sont pas retenus au titre de la directive IPPC.
- Les installations d'eau potable, catégorie 99, codcovadis de 0601 à 0606 : les données proviennent de PIGMA (données ARS pour les AEP), de la BDTopo de l'IGN, rubrique « I_ZONE_ACTIVITE » et la table « PAI_GESTION_EAUX ».

Lorsque les données fournies sont suffisamment informées, il est possible de sous-diviser cette catégorie (99) en plusieurs sous-catégories :

 - 0601 : données ne pouvant pas être plus finement individualisées
 - 0602 : station de pompage.
 - 0603 : réservoir, château d'eau.
 - 0604 : canalisation eau.
 - 0605 : poste de relèvement.
 - 0606 : station de traitement, de lagunage.
- Les transformateurs électriques, catégorie = 99, codcovadis = 0608 : les données ont pour origine la BDTopo de l'IGN, rubrique « C_TRANSPORT_ENERGIE » et la table « POSTE_TRANSFORMATION ». Elles sont complétées par les données fournies par ERDF.

Les transformateurs électriques retenus correspondent aux postes sources. Il s'agit des postes de transformation électrique qui font la liaison entre le réseau de transport électrique (Très Haute Tension) et le réseau de distribution électrique (Haute Tension).
- Les gares, catégorie = 99, codcovadis = 0507 : les données ont pour origine la BDTopo de l'IGN, rubrique « I_ZONE_ACTIVITE » et la table « PAI_TRANSPORT ».

Cette catégorie retenait initialement que les gares recevant uniquement des voyageurs ou les gares recevant des voyageurs et du fret. Elles ont cependant été complétées à la demande des communes
- Les aéroports, catégorie = 99, codcovadis = 0506 : les données proviennent de la BDTopo de l'IGN, rubrique « I_ZONE_ACTIVITE » et la table « PAI_TRANSPORT ».

Les données concernées par cette catégorie sont les aérodromes non militaires, les aéroports internationaux et les aéroports quelconques.
- Les campings, Base locale
- Autre établissement sensible à la gestion de crise, catégorie = 99, codcovadis = 9999 .

Cette rubrique rassemble les établissements, bâtiments, installations et sites pouvant présenter des difficultés d'évacuation et/ou susceptibles d'aggraver la gestion de crise. Les données viennent essentiellement de PIGMA (données ARS) : foyer de vie, certaines associations et résidences pour personnes âgées, crèche, Institut Médico-Pédagogique (s'il n'ont pas été classés en établissements hospitaliers), etc....

PATRIMOINE CULTUREL

Représentation ponctuelle

Les données proviennent de la BDTopo de l'IGN, rubrique « I_ZONE_ACTIVITE » portant sur les tables PAI_CULTURE_LOISIRS, PAI_ESPACE_NATUREL et PAI_RELIGIEUX.

Cette table réunit des données portant sur :

- PAI_CULTURE_LOISIRS : dolmen, habitation troglodytique, menhir, monument sans caractère particulier, musée et vestiges archéologiques.
- PAI_ESPACE_NATUREL : parc.
- PAI_RELIGIEUX : croix, culte catholique ou orthodoxe, culte protestant, culte israélite, culte islamique, culte divers, tombeau.

Ces données ont été enrichies par les données SIRTAQUI et les données de la DRAC via la plate-forme régionale PIGMA (fournisseur) pour ce qui concerne les bibliothèques et les médiathèques.



**Direction régionale de l'Environnement
de l'Aménagement et du Logement
Aquitaine**

BP 90
Rue Jules Ferry
Cité administrative
33090 BORDEAUX CEDEX
05 56 24 88 22

