

Conséquences de la hausse du niveau de l'océan due au changement climatique sur la vigilance crue et les inondations en estuaire : cas de l'Adour

DIEVAL Laurent, GALLEN Romain, LACAZE Yan, SABOURIN Bernard, OLLIVIER Dominique

Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement de Nouvelle Aquitaine (DREAL NA), Service des Risques Naturels et Hydrauliques, Cité administrative, rue Jules FERRY, BP 55, 33090 Bordeaux cedex,
courriel : prénom.nom@developpement-durable.gouv.fr

Dans la perspective des accords de Paris et de la COP 21, s'appuyant sur les scénarios et perspectives esquissés par le GIEC, l'ensemble des services de l'État sont incités à anticiper l'impact du changement climatique sur leur territoire, pour ainsi améliorer la prévention des risques et la résilience des territoires.

Dans le sud-ouest de la France, le fleuve Adour, sur ses derniers 100 km jusqu'à son embouchure à Bayonne, est à la fois soumis à l'influence de la marée et de crues fluviales. Le Service de Prévision des Crues Gironde – Adour – Dordogne (SPC GAD) est en charge de la surveillance des inondations sur ce secteur ; pour ce faire, il travaille au développement d'outils opérationnels de prévision des crues et à l'établissement de cartes de zones d'inondation potentielle (ZIP) à destination des services de gestion de crise, des partenaires territoriaux et du grand public.

Sur le thème des effets du changement climatique, le SPC GAD a choisi de travailler sur les évolutions probables des inondations sur le secteur de l'Adour maritime (embouchure, estuaire et secteur sous influence fluvio-maritime), tant en termes de fréquence qu'en termes d'extension spatiale. Cette analyse porte sur les conditions de forçage maritime des modèles hydrauliques utilisés sur ce secteur, en s'appuyant sur les scénarios de changement climatique et leurs conséquences sur la hauteur des eaux océaniques. En effet, à l'aide des outils de modélisation hydraulique et cartographique exploités au SPC GAD, il est possible d'évaluer les conséquences prévisibles pour les services opérationnels et les territoires de l'évolution continue du niveau marin à l'horizon de 2100. En isolant la partie maritime et en fixant l'hydrologie de crue, notre analyse met en évidence l'évolution de la contribution de l'influence maritime sur la vigilance crue du secteur, et l'extension des zones inondées. L'augmentation attendue de l'importance du facteur océanique sur la vigilance crue est discutée au regard de scénarios hydro-météorologiques défavorables (surcote et pluviométrie) prévus.

Mots-clefs : Modèles numériques opérationnels, Zone d'Inondation Potentielle.

I. Introduction

Le Service de Prévision des Crues Gironde – Adour – Dordogne (SPC-GAD) en charge de la surveillance et de la production de la vigilance crue sur l'ensemble du bassin de l'Adour, 24h sur 24 et 7 jours sur 7. La vigilance, diffusée sur le site Vigicrues, est produite sur chacun des tronçons du territoire de compétence du SPC GAD. Notre étude s'attarde ici sur les tronçons soumis pour tout ou partie à l'influence maritime : Adour maritime, Nive, Gaves Réunis et Adour moyen.

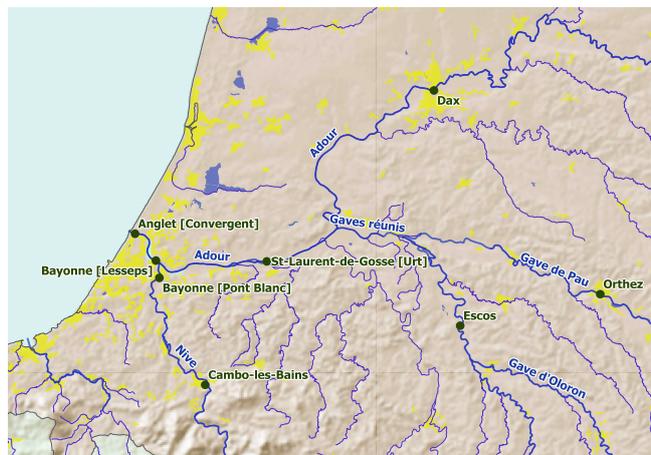


Figure 1: vue de l'Adour sous influence fluvio-maritime et de ses principaux affluents

1.1. Contexte actuel

L'influence maritime de l'Adour est observable actuellement dès l'aval de la ville de Dax dans le département des Landes. L'Adour conflue ensuite, en rive gauche, avec les Gaves Réunis, formés des gaves de Pau et d'Oloron, avant d'être alimenté par la Bidouze. Il traverse enfin l'agglomération de Bayonne, où se jette aussi, dans son centre historique, la Nive (voir la figure n°1). En amont des Gaves Réunis, l'influence maritime est stoppée au niveau des seuils artificiels de Cauneille sur le Gave de Pau, et de Sorde l'Abbaye sur le Gave d'Oloron. tandis qu'elle est visible sur la Nive jusqu'à Ustaritz. Les secteurs sous influence maritime traversés par ces différents cours d'eau sont bordés de zones de plaines agricoles, parfois endiguées, et de zones urbanisées. Les zones agricoles inondables peuvent s'étendre sur 3km en lit majeur de l'Adour. Appelées barthes, elles permettent de stocker l'eau et de limiter les inondations des zones urbanisées ; on y observe une dynamique particulière de remplissage et de vidange. Les trois secteurs urbanisés importants vulnérables aux inondations sont l'agglomération de Bayonne, la ville de Peyrehorade et l'agglomération de Dax.

Ces zones urbaines ont des sensibilités différentes aux crues :

- à Bayonne les inondations touchent non seulement le centre historique en rive gauche de l'Adour et de la Nive mais aussi le secteur de la gare et le quartier saint Esprit, en rive droite de l'Adour,
- à Peyrehorade, les inondations surviennent de la conjonction d'une crue des gaves de Pau et d'Oloron avec la pleine mer,
- à Dax, l'influence maritime s'observe essentiellement en basses eaux ; les inondations sont causées par les crues fluviales de l'Adour.

1.2. Contexte futur

Le réchauffement climatique devrait se traduire par une augmentation des niveaux moyens des océans. Suivant les scénarios considérés, une hausse comprise entre 0,30 à 1,00 mètre pourrait être attendue au niveau de l'embouchure de l'Adour à horizon 2100. Quelles en sont les conséquences pour les services opérationnels de l'État ? Quel sera le nombre de mises en vigilance et leur niveau de gravité ? Quelles seront les zones potentiellement inondées ? Quelles seront les caractéristiques de ces inondations ? Hors évolutions du régime des pluies ou d'état des sols, cette évolution est-elle de nature à modifier les régimes de crues actuels ? Telles sont les questions auxquelles nous tentons ici d'apporter des éléments de réponse.

1.3. Méthode mise en œuvre

Pour aborder ces questions, nous fixons les hypothèses suivantes : nous considérons que les cycles de marée ne seront pas modifiés et choisissons de conserver la forme actuelle des marées (temporalités et amplitudes). Nous fixons trois hausses du niveau moyen de l'océan, de 30 cm, 60 cm et 1,00 mètre, inspirées des scénarios du GIEC respectivement pour les échéances 2030, 2050 et 2100.

Notre méthode consiste alors à produire des simulations comparatives avec les chroniques observées de forçage du modèle hydraulique, choisies du 1er décembre 2012 à la fin janvier 2016. Cet échantillon a été choisi pour sa représentativité de la diversité des événements susceptibles d'engendrer des inondations (fortes marées, surcotes, crues fluviales). Précisons que cette période ne présente pas d'événement extrême (ni tempête, ni crue fluviale historique) mais des crues de périodes de retour de 2 à 30 ans.

Nos simulations s'appuient sur un modèle opérationnel hydraulique 1D s'exécutant sous le code Mascaret. Ce modèle couvre l'ensemble du secteur fluvio-maritime, en ne prenant en compte que le lit mineur. Sur la figure 3, les conditions aux limites du modèle (en bleu) sont constituées de hauteurs à Anglet et de débits à Dax, Orthez, Escos et Cambo-les-bains tandis que les stations de prévision (en rouge) sont Bayonne [Lesseps], Saint-Laurent-de-Gosse [Urt], Peyrehorade et Bayonne [Pont-Blanc].

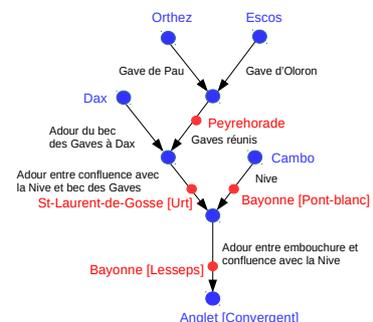


Figure n°2 : schéma du modèle

Le modèle est celui utilisé pour la prévision temps réel. Actuellement, le calage donne les estimations suivantes d'erreur (écart de la simulation par rapport à l'observation au niveau des stations) :

- Sur l'ensemble du signal (en mètres) :

	Lesseps	Pont-blanc	St Laurent de Gosse	Peyrehorade
Écart moyen	0.05	0.1	0.02	0.03
Écart médian	0.07	0.1	0.02	0.01
Écart type	0.07	0.11	0.09	0.45
Quantile 10	-0.01	0.02	-0.07	-0.11
Quantile 90	0.11	0.19	0.11	0.16

- Pour toute la partie du signal supérieure au seuil de débordement (en mètres) :

	Lesseps	Pont-blanc	St Laurent de Gosse	Peyrehorade
Écart moyen	0,1	-0.03	-0.05	0.21
Écart médian	0.1	0.02	-0.05	0.17
Écart type	0.03	0.16	0.12	0.27
Quantile 10	0.04	-0.3	-0.15	-0.08
Quantile 90	0.18	0.09	0.08	0.58

Les écarts moyens et les écarts sur l'estimation des hauteurs aux pleines mers sont faibles sur les stations les plus à l'aval de l'Adour. Les erreurs sont globalement centrées à l'exception de Peyrehorade où le modèle présente un biais de surestimation d'une vingtaine de centimètres sur les pleines mers.

Pour mener notre étude, cinq séries de forçage de hauteurs sont appliquées à Anglet [Convergent] :

- la Hauteur observée sur la période 2012-2016, qui servira de base de comparaison ;
- la Hauteur prédite par le SHOM (hors influence atmosphérique) qui sert de référence absolue ;
- 3 séries de hauteurs observées augmentées respectivement d'un décalage de +30 cm, +60 cm et 1 mètre de sorte à représenter les différentes échéances du changement climatique.

Les conditions limites amont qui correspondent aux apports des parties fluviales seront introduites sous forme de débit :

- Débits observés sur la période 2012-2016, pour simuler une période contrastée ;
- Débits mensuels moyens (correspondant au fonctionnement moyen du cours d'eau sans phénomène marqués [sans étiages sévères ni crues]).

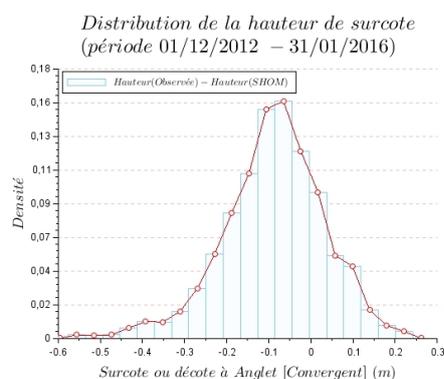


Figure n°3 : distribution de la surcote

II. Analyse des résultats

II.1. Analyse de la surcote et décote au niveau de la station de Convergent à Anglet

Les surcotes et les décotes sont respectivement les différences positives et négatives entre les hauteurs observées et les prédictions de marées du SHOM (réalisées par des approches fréquentielles fondées sur des déterminants astronomiques). Elles mettent en évidence les influences météorologiques et océanographiques sur les hauteurs théoriques (effets de la pression, du vent, de l'état de mer et des courants). La figure 3 présente la distribution des surcotes observées autour des pleines mers (plus ou

moins 1h). Une tendance à la décote se dégage, ce qui signifie que les hauteurs observées sont en général inférieures aux prédictions du SHOM, donc un climat de pressions atmosphériques plutôt supérieures à la normale de 1013 hPa.

II.2. Caractéristiques générales : nombre, fréquence et durée des submersions

Quels sont les impacts de l'élévation du niveau moyen de la mer à moyen et long terme ? Pour les quatre stations de prévision, on observe une augmentation du nombre de passages en vigilance (cf. figure n°4a). Le pourcentage de marées débordantes sur l'ensemble des marées passe de quelques pourcents (<1 % à 5 % suivant les stations) à une marée débordante sur deux à l'horizon 2100, voire trois sur quatre. Ainsi, à l'horizon 2100 (scénario +1m) lors des cycles de marées de vives-eaux (coefficients de marée supérieurs à 80), le secteur de Bayonne sera au moins en vigilance jaune une semaine sur deux, tandis que plus en amont, cette vigilance pourra revenir deux semaines sur trois, voire trois sur quatre (cf. figure 4b.)

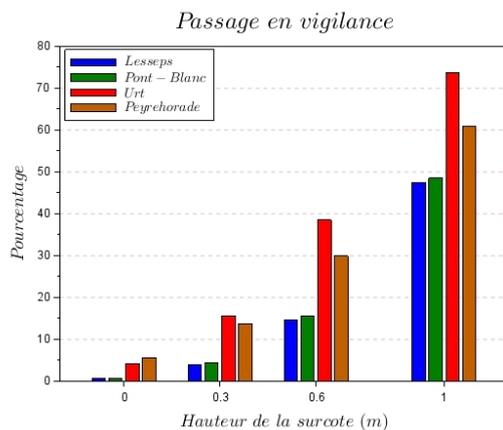


Figure n°4a : pourcentage de vigilances

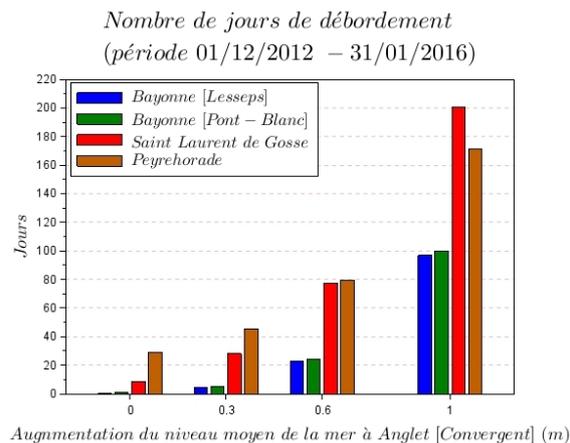


Figure n°4b : nombre de jours de débordement par an

Les figures 5a à 5c présentent les histogrammes des durées de submersions respectivement aux stations de Bayonne [Lesseps], Saint-Laurent de Gosse et de Peyrehorade. Elles présentent le nombre d'événements de submersion pour des classes de durées caractéristiques qui intéressent la prévision des crues et la gestion de crise (durée faible <3h, durée intermédiaire de 3 à 6h, durée de submersion supérieure à la durée de non submersion de 6h à 12h, durées de submersion supérieures à un cycle de marée de 12 à 24h et durée de 1j ou plus >24h). Ces figures montrent une nette augmentation du nombre de débordements de faible durée qui s'explique par l'augmentation du niveau moyen de la mer. Sur la période de simulation d'environ 1100 jours, on trouve des débordements quasi quotidiens dans le scénario à l'horizon 2100. L'augmentation du niveau moyen affecte en particulier les débordements ne dépassant pas plus d'un cycle de marée ; ces derniers étant essentiellement dus aux crues, leur fréquence n'est que peu affectée. Ces figures ne traduisent pas la distribution temporelle des marées débordantes dont on peut s'attendre qu'elles se concentrent particulièrement autour des périodes de vives-eaux (forts coefficients) tandis que les périodes de mortes-eaux (faibles coefficients) présenteront des accalmies relatives.

Les figures 6a à 6c donnent respectivement la distribution des durées de submersion (au-dessus du niveau de vigilance jaune) aux stations de Bayonne Lesseps, Saint-Laurent de Gosse et Peyrehorade. La durée de submersion est construite par comparaison de marée à marée, en prenant comme référence pour chaque station, les marées débordantes du scénario $H_{+100}-Q_{OBS}$ (Condition initiale de hauteur à Anglet Convergent + 1 mètre et débits observés) ; ce qui donne l'échantillon maximal d'événements.

- Au niveau de la station de Lesseps : aucune des marées débordantes du scénario $H_{+100}-Q_{OBS}$ n'est débordante avec une marée théorique actuelle sans surcote, quelles que soient les conditions de débit (scénarios de référence $H_{SHOM}-Q_{MM}$ et $H_{SHOM}-Q_{OBS}$). En présence de fortes surcotes on constate déjà quelques rares débordements limités autour de la pleine mer d'une durée de 2h maximum (scénario $H_{OBS}-Q_{OBS}$). Les débits n'ont qu'un effet marginal sur ces débordements (les très forts débits augmentent un peu le nombre de débordements au moment de la pleine mer). L'augmentation du niveau moyen de la mer affecte fortement les débordements, tant du point de vue du nombre que de la durée. Dans le scénario maximal $H_{+100}-Q_{OBS}$, ces débordements présentent une distribution quasiment

normale centrée autour de débordements d'une durée moyenne de 2h sans pour autant jamais s'étaler sur un cycle complet de marée (durée maximum de 4h30).

- Pour Saint-Laurent de Gosse : certaines marées sont d'ores et déjà débordantes indépendamment des conditions de surcote ou de débit ($H_{SHOM}-Q_{MM}$ et $H_{SHOM}-Q_{OBS}$). La prise en compte de surcote ($H_{OBS}-Q_{MM}$ vs. $H_{SHOM}-Q_{MM}$) et de débit ($H_{SHOM}-Q_{OBS}$ vs. $H_{SHOM}-Q_{MM}$) augmente sensiblement le nombre de marées débordantes, les surcotes affectant particulièrement leur nombre tandis que la présence de crues affecte fortement leur durée (hors conditions maritimes et de surcote, le plus grosses crues sont déjà susceptibles de provoquer des débordements continus sur toute la durée de certains cycles de marée).
- Pour la station de Peyrehorade : en de rares occasions, pour des coefficients de marée extrêmes et y compris pour des faibles débits, les conditions maritimes sans surcote sont déjà susceptibles de provoquer de courts débordements (1h ou moins) lors de la pleine mer ($H_{SHOM}-Q_{MM}$). La surcote augmente un peu le nombre potentiel de ces débordements hors conditions de débits ($H_{OBS}-Q_{MM}$). Les crues en revanche sont d'ores-et-déjà susceptibles de provoquer des débordements importants dont certains effacent complètement le cycle de marée, dans une gamme de coefficients maritimes plus larges ($H_{OBS}-Q_{OBS}$). La distribution des débordements dans le scénario le plus sévère n'est plus normale, les effets des crues les plus importantes augmentant nettement la queue de distribution vers les durées les plus longues ($H_{+100}-Q_{OBS}$).

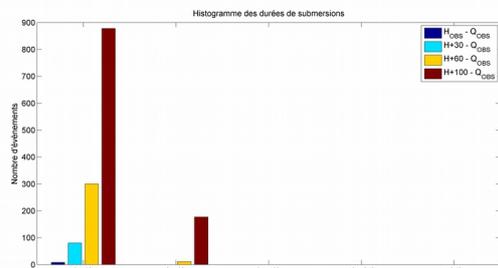


Figure n°5a : Lesseps

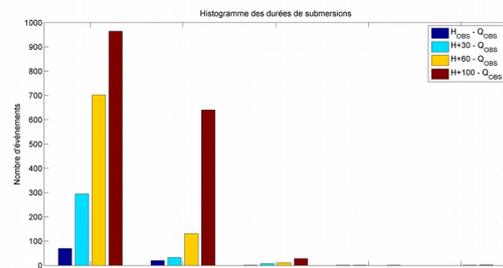


Figure n°5b : Saint-Laurent de Gosse

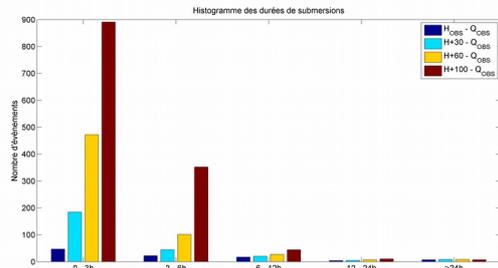


Figure n°5c : Peyrehorade

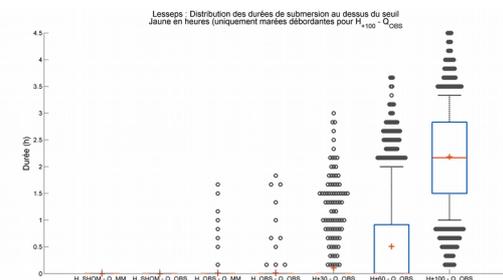


Figure n°6a : Lesseps

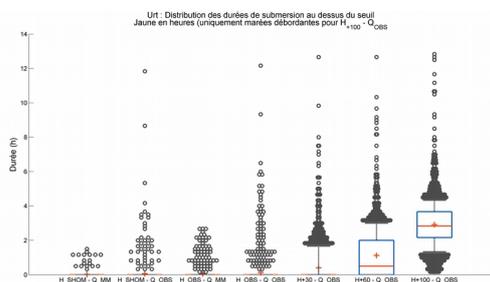


Figure n°6b : Saint-Laurent de Gosse

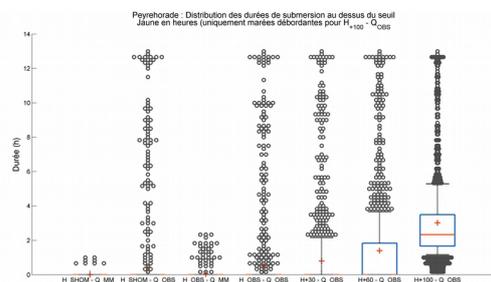


Figure n°6c : Peyrehorade

La distribution de l'écart de durée de submersion en heures (référence prise pour chaque marée débordante du scénario $H_{+100}-Q_{OBS}$) est présentée sur les figures de 7a à 7c. On notera que pour toutes les stations la durée des débordements est en moyenne augmenté de 2h-3h. Les débordements ponctuels sont en général plus longs de deux heures, certains débordements courts peuvent voir leur durée augmenter de 4h30 à Lesseps (ne laissant que 2h-3h sous le seuil des premiers débordements entre deux marées), l'allongement de la durée de submersion du fait de l'augmentation du niveau

moyen peut atteindre 10h à Saint-Laurent de Gosse et Peyrehorade (on passe donc de débordements ponctuels à des cycles de marée quasi-complets). On peut voir sur les figures de 8a à 8c la fréquence cumulée des durées de submersion. Au niveau de l'axe des ordonnées on note qu'à Saint-Laurent de Gosse, seules 7% des marées qui seront débordantes dans $H_{+100}Q_{OBS}$ le sont déjà (15 fois plus de marées débordantes) tandis qu'à Peyrehorade 11 fois plus de marées seront débordantes (9 % des marées débordantes du scénario $H_{+100}Q_{OBS}$ sont débordantes actuellement). Si à Peyrehorade, du fait de la seule influence des crues on a déjà des débordements longs, 93 % sont toutefois d'une durée inférieure à 2h, seuls 50 % seront inférieurs à cette durée dans le scénario $H_{+100}Q_{OBS}$. De même, à Saint-Laurent de Gosse, c'est 80 % des débordements qui dureront plus de 2h contre 4 % aujourd'hui.

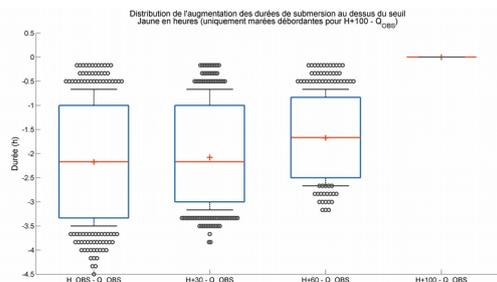


Figure n°7a : Lesseps

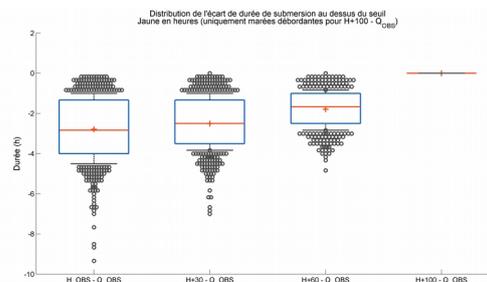


Figure n°7b : Saint-Laurent de Gosse

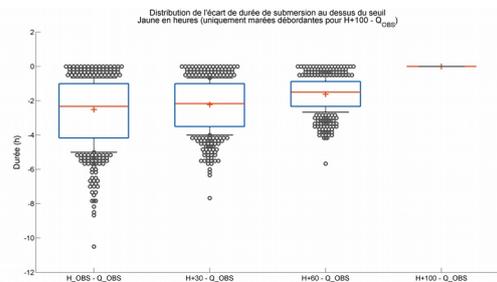


Figure n°7c : Peyrehorade

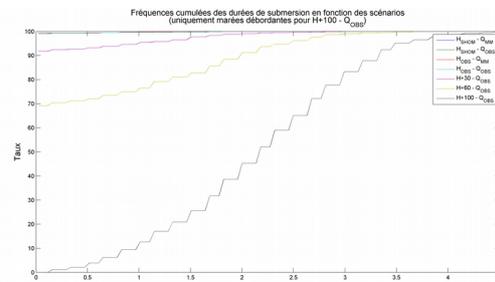


Figure n°8a : Lesseps

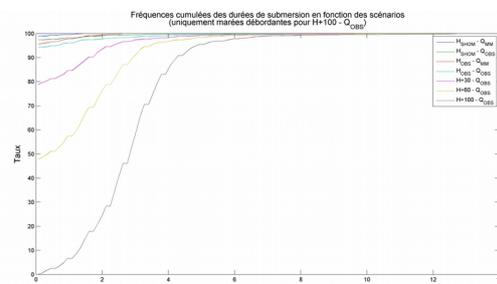


Figure n°8b : Saint-Laurent de Gosse

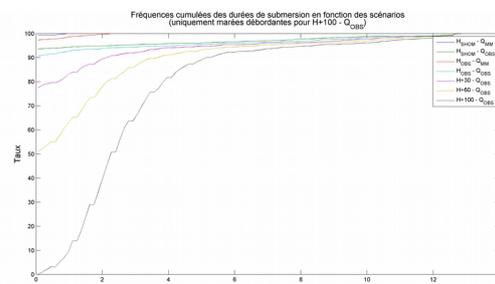
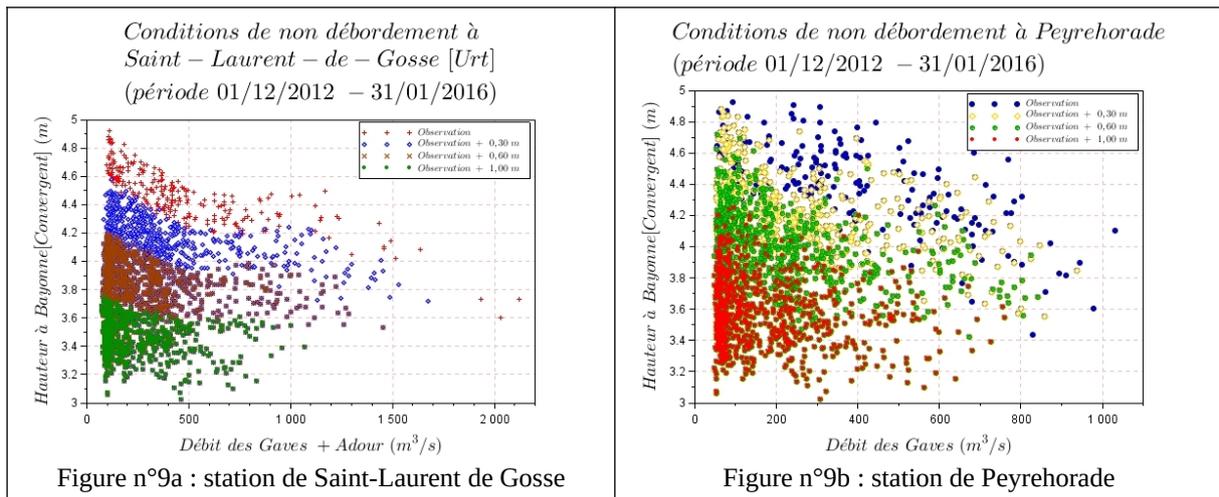


Figure n°8c : Peyrehorade

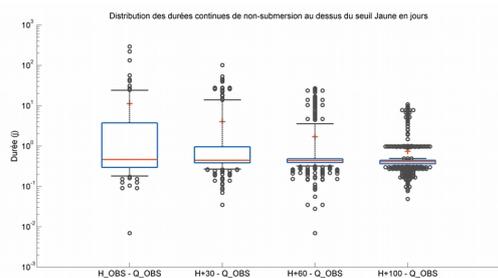
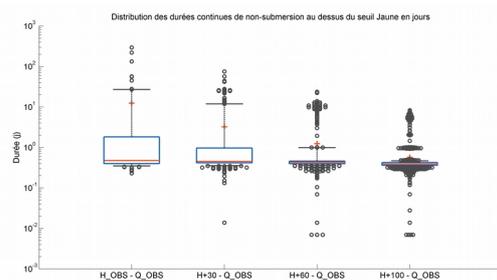
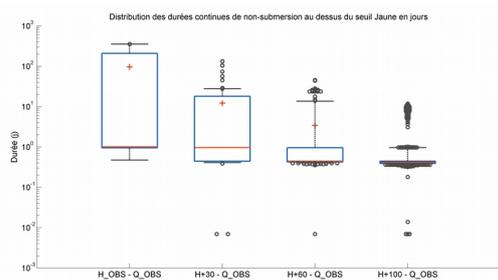
II.3. Conditions de non débordement pour les stations de Saint-Laurent de Gosse et Peyrehorade

Face au risque accru de débordement, il nous paraît intéressant de déterminer à présent l'évolution des conditions de non débordement en fonction des hauteurs à Anglet [Convergent] et des débits fluviaux. La figure n°9a qui correspond à la station de Saint-Laurent de Gosse montre que les conditions de non débordement sont « stratifiées ». Plus le niveau moyen de la mer s'élève, plus les débits amont générateurs de débordements doivent être faibles. La capacité du lit mineur à absorber les crues se réduit.

A Peyrehorade, voir la figure n°9b, les crues pilotent généralement les débordements. Les fortes hauteurs maritimes au niveau d'Anglet [Convergent] viennent amplifier le phénomène. On observe également un comportement « stratifié » mais plus diffus. Comme pour la station de Saint-Laurent-de-Gosse, l'élévation du niveau moyen de la mer impose des débits plus faibles pour du non débordement.



Nous avons ensuite qualifié le répit entre deux périodes de submersion. Les figures 10a à 10c donnent l'écart en temps séparant deux submersions successives. Il est en moyenne, aujourd'hui, d'une centaine de jours à Bayonne Lesseps et d'une dizaine de jours à Saint-Laurent-de-Gosse et Peyrehorade. Il tendra en moyenne vers 1 journée dans le scénario $H_{+100}Q_{OBS}$ (hauteur observée + 1 mètre). Cette moyenne est actuellement fortement influencée par des temps calmes très longs (de l'ordre d'un an parfois), mais l'influence du niveau moyen limitera les périodes les plus longues à une dizaine de jours à l'avenir, voire à des durées infra-journalières pour une grande majorité des cas sur l'ensemble des sites dans le scénario $H_{+100}Q_{OBS}$ (des submersions quotidiennes sont à attendre dans ces secteurs).



II.4. Analyse en termes de zones inondables et les hauteurs de submersion

Cette analyse cherche à caractériser les conséquences spatiales de la hausse du niveau de l'océan par une étude cartographique des zones inondables produites dans deux cas de figure : le premier porte sur l'évolution jusqu'à l'horizon 2100 d'une situation courante, non débordante et proche du plein bord. Le second volet de l'analyse étudie l'évolution jusqu'à l'horizon 2100 des conséquences d'un évènement de crue importante. Cet évènement est celui d'une crue généralisée sur le bassin de l'Adour qui s'est produite en janvier 2014. Les tronçons Adour maritime, Adour moyen et Gaves réunis avaient été placés en vigilance orange. Les niveaux atteints à Bayonne (Lesseps), Saint Laurent de

Gosse (Urt), Dax et Peyrehorade ont été respectivement de 5,37m., 5,43m. ,5,96m. et 5,36m, à leur échelle respective. La vigilance orange implique un impact significatif sur la vie collective.

1. Méthode de construction des zones inondables

Nous avons produit les cartes d'inondation de 8 scénarios : 4 pour la situation courante, non débordante, à laquelle le forçage maritime a été surélevé de +0,30m, +0,60m et +1m, et de même pour la situation de crue de 2014.

Les différentes lignes d'eau retenues sont issues de la modélisation hydraulique 1D. Le maximum atteint au droit de chaque profil a été retenu pour constituer le profil en long de la ligne d'eau. Cette ligne d'eau (cf. figure 11) est ensuite projetée latéralement le long de lignes isocotes (des profils en travers) tracées en prenant en compte la topographie du terrain, l'aspect hydraulique du cours d'eau ainsi que sa géométrie. La plan d'eau ainsi constitué intersecte le modèle numérique de terrain (Lidar) et définit l'emprise maximale de l'inondation. Le plan d'eau est ensuite soustrait à la topographie (LIDAR) afin d'obtenir les différentes classes de hauteur d'eau (ZICH). L'enveloppe des ZICH constitue la zone d'inondation potentielle (ZIP). Les différentes analyses qui vont suivre sont donc issues des ZIP et des ZICH.

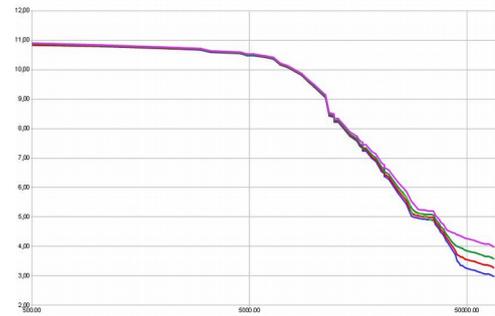


Figure n°11 : Lignes d'eau selon les 4 scénarios. L'intérêt du modèle hydraulique est de permettre une prise en compte pertinente de l'influence aval.

2. Analyse des cartes de zones inondables

a) – Analyse de l'évolution de l'extension surfacique des inondations.

Nous cherchons ici à caractériser l'évolution globale de la superficie inondée sur l'ensemble du secteur d'étude.

Pour l'événement majeur (crue de 2014), l'augmentation de la superficie des zones inondables (voir figure n°12) est peu importante entre le scénario observé et le même scénario de crue avec un océan 1m plus haut (de l'ordre de 5%). Cela s'explique par la morphologie du cours d'eau et le phénomène en lui-même, déjà très débordant et qui occupe la grande majorité du lit majeur. Il n'y a donc plus d'extension possible de la zone inondée puisque elle arrive déjà à flan de coteaux (voir figure n°13 et n°14). La différence se fera principalement sur les hauteurs d'eau (ZICH), analyse que nous verrons par la suite. Pour une situation courante non débordante mais affleurante du plein bord, l'augmentation de la superficie des zones inondables (cf. figure n°12) est significative et se fait progressivement au gré de la hausse du niveau de l'océan. Elle tend à terme à occuper la moitié de la surface du lit majeur.

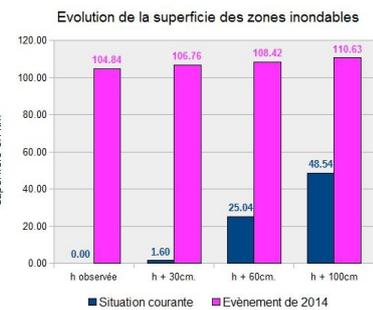


Figure n°12

Afin d'illustrer le fonctionnement de la zone d'étude nous avons découpé en 5 zones de fonctionnement hydraulique homogène. Les profils en travers pris dans chacune de ces zones (figure n°14) montrent que la crue de 2014 mobilise entièrement le lit majeur. L'aggravation due à la hausse du niveau de l'océan n'est donc pas surfacique mais porte sur les profondeurs atteintes.

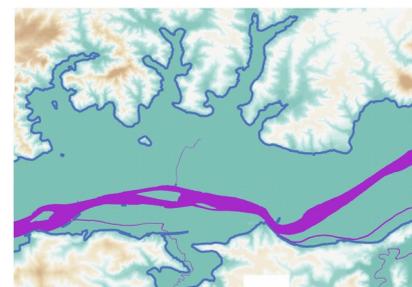


Figure n°13 : contour de la crue de 2014 (bleu) superposé au MNT. Le lit mineur est en violet.

b) – Analyse de l'évolution des hauteurs d'eau de submersion .

Nous avons conservé le découpage en 5 zones homogènes pour illustrer l'évolution attendue. La situation courante n'étant pas débordante, on observe différents fonctionnements selon les zones. On aperçoit des effets de seuil liés à l'endiguement du cours d'eau. On peut noter que pour une situation aujourd'hui non débordante (figure n°15), la perspective du changement climatique conduira de grandes superficies à se trouver sous des hauteurs d'eau importantes. Le lit majeur de l'Adour est aujourd'hui largement utilisé à des fins agricoles. La perspective d'une occurrence plus fréquente d'inondations importantes pourrait remettre en question cet usage.

Comme indiqué précédemment, pour une situation de crue majeure telle que celle de 2014, l'incidence surfacique du changement climatique en cas de forte crue n'est pas significative. En revanche, il aggrave nettement les hauteurs d'eau atteintes. En cela, il aggrave le risque pour les enjeux inondés et les dégâts potentiels, en soumettant le lit majeur à des profondeurs plus importantes (figure 15).

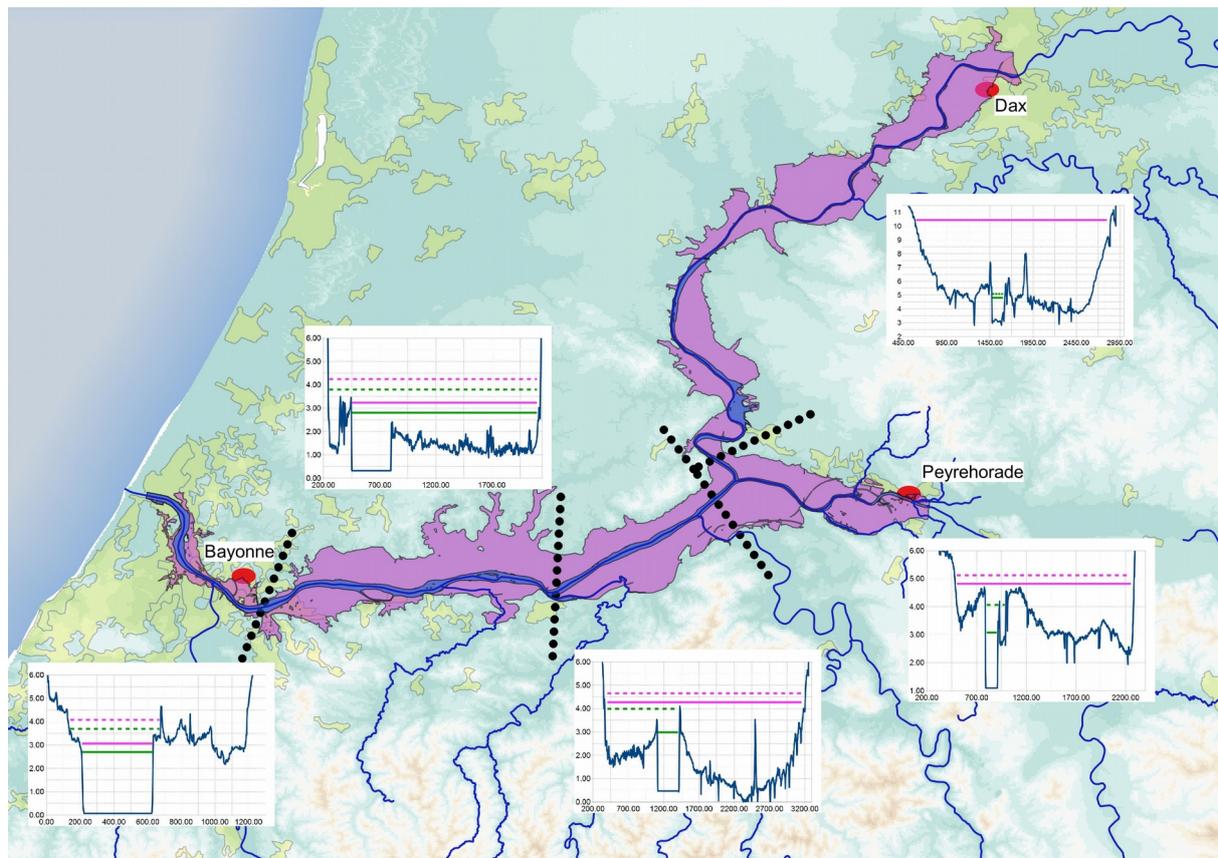


Figure n°14 : profils en travers des 5 zones homogènes de la zone d'étude. En vert : la situation courante non débordante, trait plein pour l'observé, pointillé pour le scénario +1m. En rose, la crue de 2014 : trait plein pour l'observé et pointillé pour le scénario +1m

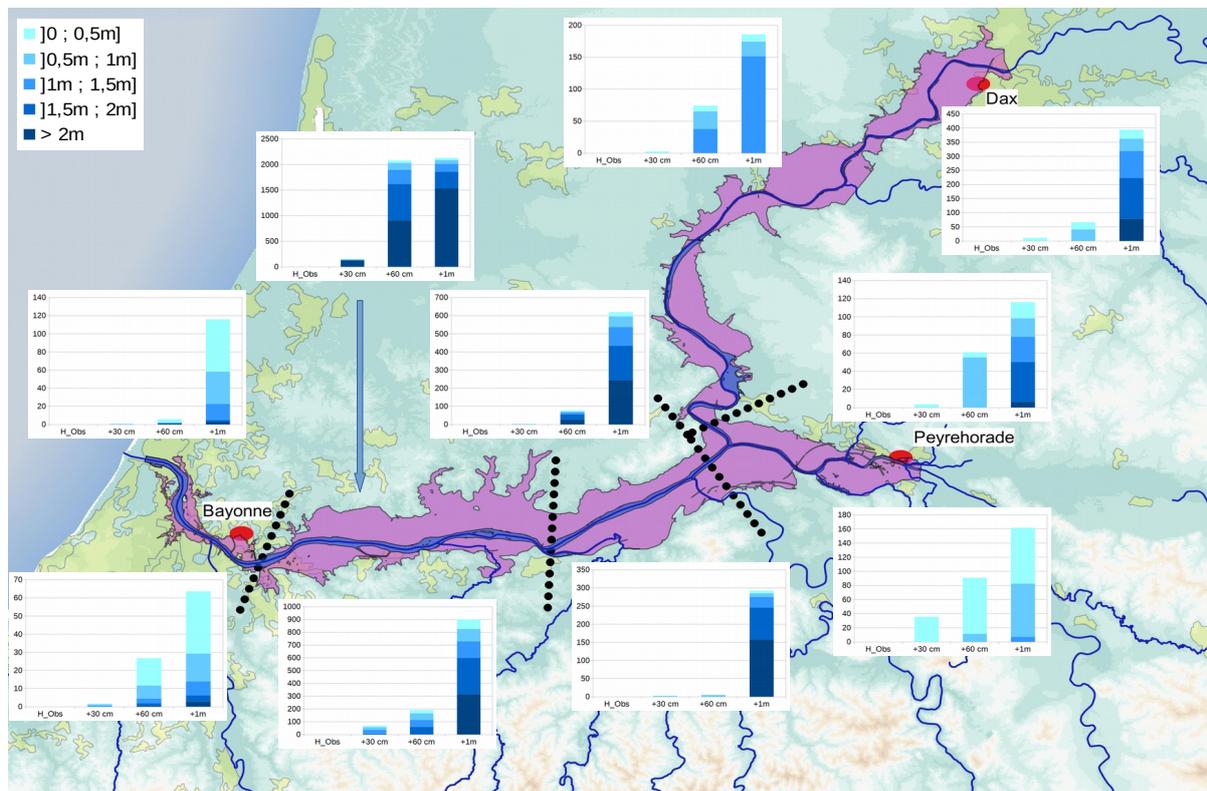


Figure n°15 : évolution des profondeurs de submersions par zone, en rive droite et rive gauche, selon les différents scénarios d'augmentation du niveau de la mer pour la situation courante non débordante aujourd'hui. Les secteurs endigués présentent des effets de seuils significatifs.

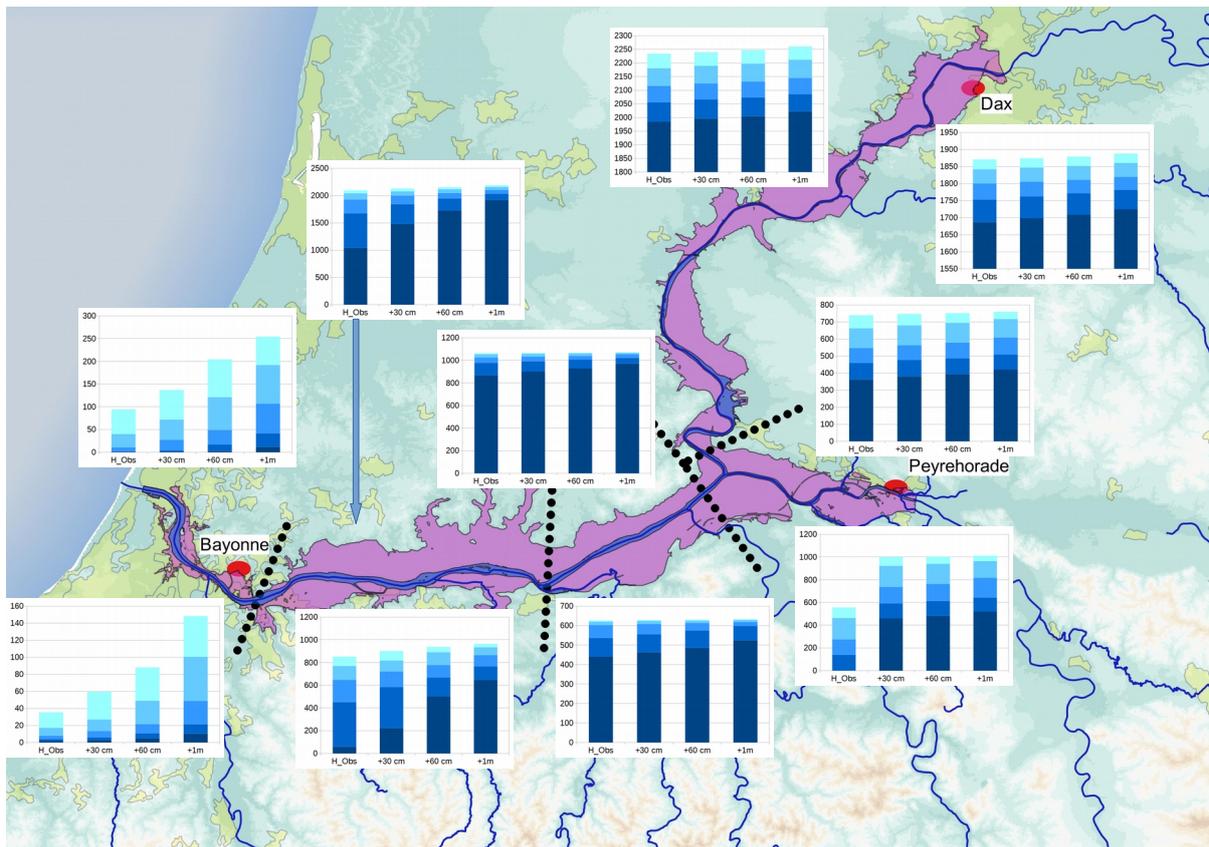


Figure n°16 : évolution des profondeurs de submersions par zone, en rive droite et rive gauche, selon les différents scénarios d'augmentation du niveau de la mer, pour un événement de crue type janvier 2014.

III. Conclusions et perspectives

Cette étude présente les évolutions fréquentielles et spatiales des inondations prévues dans la partie sous influence maritime de l'Adour et de ses affluents en fonction des derniers scénarios proposés par le GIEC. Nous ne traitons que de l'influence relative de la hausse prévue du niveau moyen marin sans intégrer les évolutions des régimes de crues dont l'évolution à moyen/long terme est plus difficile à évaluer du fait des interactions et rétroactions multiples des régimes de pluies et des états de sol. Comme attendu, l'influence de la hauteur moyenne du niveau maritime est un déterminant majeur dans les secteurs estuariens et, de manière générale, dans les secteurs sous influence maritime y compris nettement à l'amont. Nous complétons les approches fréquentielles qui intéressent particulièrement la prévision des crues par une approche spatialisée qui par des indicateurs dédiés traduit de manière complémentaire les effets qui intéressent la gestion de crise et l'aménagement des territoires. A contrario d'approches plus simples au premier degré (approches cartographiques avec un simple offset sur le niveau moyen de la mer), cette double approche et l'exploitation de modèles hydrauliques permet de montrer l'évolution attendue dans un contexte d'interactions fluvio-maritimes, des points de vue statistique et en traitant en détail du contexte topologique et hydraulique de ces secteurs. Du fait de l'influence non-linéaire de la hausse du niveau moyen de la mer et les rétroactions fluvio-maritimes, nous avons proposé divers indicateurs dédiés aux décideurs, aménageurs, aux services opérationnels ainsi qu'au public pour traduire les effets attendus du changement climatique (fréquences, hauteurs, surfaces, durées spécifiques de submersion ou de non submersion).

Concernant les principaux enjeux du secteur, les agglomérations de Bayonne et de Peyrehorade seront soumises à des vigilances plus nombreuses et plus durables si les seuils restent les mêmes. Des mises en vigilance continues sont susceptibles de se produire quasiment systématiquement lors des périodes de grands coefficients de marée même en l'absence de passage de crue. Dans les secteurs plus à l'amont, des crues aujourd'hui non débordantes le deviendraient, multipliant également le nombre, la durée et la sévérité des mises en vigilance et le risque pour les citoyens. Il serait intéressant de poursuivre cette étude en introduisant les futures évolutions des régimes de crues et d'utiliser un modèle hydraulique 2D pour simuler les remplissages et vidanges du lit majeur.