

Evolution des hauteurs d'un cours d'eau sous influence fluvio-maritime dans le cadre du réchauffement climatique.

Laurent DIEVAL (DREAL) laurent.dieval@developpement-durable.gouv.fr

Antoine RALLU (ENTPE) antoine.rallu@entpe.fr

Contexte

Le Service de Prévision des Crues Gironde – Adour – Dordogne (SPC – GAD) est basé dans la ville de Bordeaux. La mission principale est surveillance d'environ 2000 km de linéaire de cours d'eau. Actuellement, la prévision s'effectue pour les 24 prochaines heures sur chaque station réglementaire, voir point de couleur verte de la Figure n°1 (ou <https://www.vigicrues.gouv.fr/>)

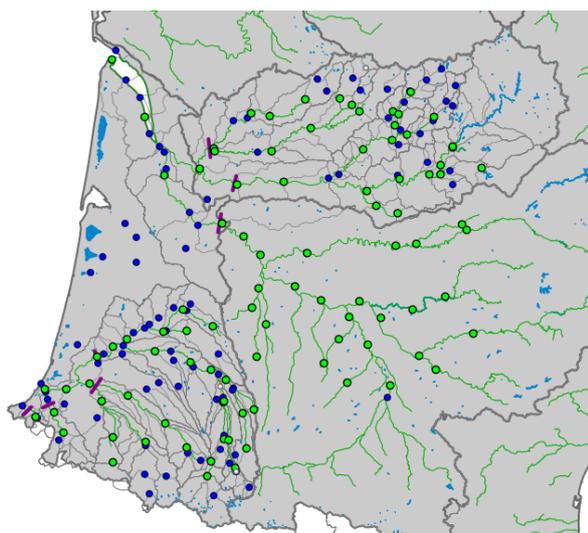


Figure 2: Zone du SPC-GAD

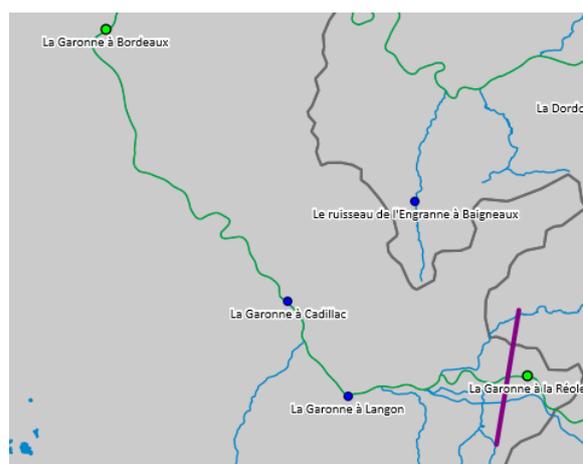


Figure 1: Tronçon de la Réole à Bordeaux (points verts). Le trait violet correspond à la limite de l'influence de la marée sur la Garonne

Pour ce territoire, il existe quatre types de comportement des cours d'eau : (i) les cours d'eau soumis à la neige sur les amonts, (ii) les cours d'eau soumis aux crues rapides (les phénomènes liés principalement aux orages), (iii) les crues lentes dans les plaines, et (iv) les aspects fluvio-maritimes. Pour ce dernier, les prévisionnistes du SPC – GAD doivent prendre en compte les effets de la marée, des conditions météorologiques (pression, surcote, caractéristiques du vent) et de l'état de crue ou non de l'amont, voir les références [1 et 2]

Définition :

On dit que le comportement d'un cours d'eau est fluvial (resp. maritime) quand la hauteur ne varie qu'en fonction des débits amont (resp. qu'en fonction de la propagation des ondes de marées.).

Pour ce projet, nous nous intéressons au tronçon entre les communes de La Réole et de Bordeaux, voir la Figure n°2. Sur cette partie d'environ 60 km, la station de la Réole a un comportement fluvial tandis que Bordeaux est quasiment maritime, voir Annexe sur la forme des signaux. La limite entre les deux comportements est matérialisée par un trait violet sur la Figure 1. En connaissant les débits amonts et leurs temps de propagations, on peut en déduire l'évolution temporelle de la variation de hauteur.

En disposant des caractéristiques bathymétriques de ce secteur de la Garonne, nous souhaiterions connaître l'impact du changement climatique sur les formes des signaux, l'évolution de la surface inondée, les fréquences de mises en état de vigilance, ... Cet impact sera présenté en fonction des hauteurs de l'élévation du niveau moyen de la mer présenté dans les scénarii RCP2.6 et RCP8.5 du GIEC (voir [5] et [6]). On fait l'hypothèse que le régime des précipitations ne changera pas.

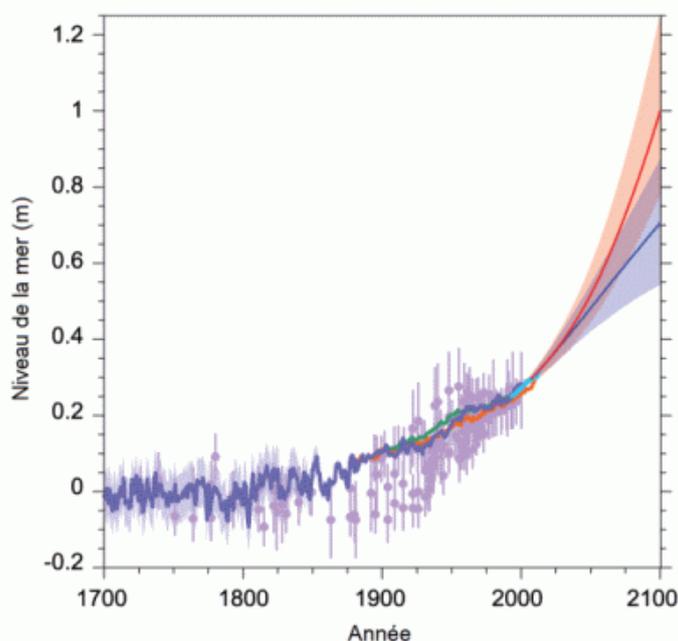


Figure 3: élévation du niveau moyen en fonction de la température (voir note de bas de page 1) :

<https://meteofrance.com/changement-climatique/observer/hausse-du-niveau-de-la-mer-et-changement-climatique>

Etapes du projet

Pour ce projet, il est demandé, pour le rapport écrit :

- 1- Décrire la forme des signaux marégraphiques au niveau des stations de Langon et de Cadillac en fonction du passage d'une crue ou non. Pourquoi à votre avis la forme de Langon est différente de Cadillac ? Quelques pistes : dynamique de la marée, distance à la mer et débit amont. Quelques références [3 et 4]
- 2- Décrire la forme du lit mineur et majeur avec une représentation graphique, utiliser le site <https://www.geoportail.gouv.fr/>

- 3- Etablir une courte synthèse des scénarii RCP 2.6 et RCP 8.5, pour en particulier en déduire la condition limite aval au niveau de Bordeaux (voir par exemple figure n°3¹) ;
- 4- Établir les équations de Barré Saint-Venant en 1D ;
- 5- **Etablissement du modèle avec les données actuelles** : Résoudre ces équations (analytiquement et/ou par des méthodes numériques) pour simuler les observations aux différentes stations (calage des paramètres de coefficient de frottement puis validation du modèle) ;
- 6- **Modèles prévisionnels** : Appliquer les hypothèses des scénarii RCP2.6 et RCP8.5 et observer les différents effets sur le tronçon étudié (forme de signaux, surface inondées...).

Pour la présentation orale, vous vous placerez dans la situation suivante, en tant que représentant de l'Etat :

« Vous participez à une réunion de concertation publique dans le cadre d'un PCS (Plan Communal de Sauvegarde), dans laquelle vous devez présenter votre étude aux élus, aux aménageurs et aux usagers du cours d'eau. »

Attendus

La forme des livrables attendus est conforme à celle décrite dans les documents de présentation du "Projet de Modélisation", en particulier :

1. un rendu intermédiaire sera à déposer **sur la plateforme MOODLE avant le 25/04/21**. Ce rendu devra comporter les éléments principaux des quatre premiers points décrits ci-dessus ;
2. un rapport technique dactylographié synthétique (20 pages de corps de texte maximum) avec des annexes (script de votre programme, détails de calcul. . . Certaines annexes pourront être manuscrites). Un soin particulier sera apporté à la rédaction, à l'orthographe et aux graphiques (axes, légendes, . . .). Ce rapport, réalisé par trinôme, au format pdf, sera déposé **sur la plateforme MOODLE avant le 04/06/21** ;
3. un portfolio individuel pour l'évaluation par compétence ;
4. les modalités complémentaires d'évaluation du travail sont décrites dans les documents de présentation du "Projet de Modélisation".

Autres points :

- Pour ce projet, vous pouvez échanger librement avec différents trinômes.
- La résolution des équations de Saint-Venant 1D peut être faite
 - Numériquement : Python, Matlab, R, ...
 - Analytiquement : Maxima, Mathematica, Maple...

¹ *Compilation de données et projections du niveau de la mer moyen global : données paléoclimatiques (en violet), données de marégraphes (en bleu, rouge et vert), données altimétriques (en bleu ciel) et estimations médianes et plages probables de projections obtenues à partir de modèles pour les scénarios RCP2.6 (en bleu) et RCP8.5 (rouge). Toutes les valeurs sont relatives aux valeurs préindustrielles et sont exprimées en mètres (d'après la figure AT2-figure2 du résumé technique du rapport du groupe I du Giec publié en 2013).*

- En début de projet établissez le rôle de chacun, les attendus, les dates de rendu.
- N'hésitez pas à poser des questions.

Références :

- [1] : « N'y a-t-il vraiment pas d'hydrométrie dans les secteurs sous influence maritime ? », *Congrès SHF : «Hydrométrie 2017, Lyon 14-15 mars 2017, (<http://www.nouvelle-aquitaine.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/2017-03-shf-ld-sc-rq-yl.pdf>)*
- [2] : « Peyrehorade : outils opérationnels pour un secteur sous influence fluvio-maritime », *La Houille Blanche 2018, (<http://www.nouvelle-aquitaine.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/shf-spc-qad-2018-final.pdf>)*
- [3] : <http://hmf.enseeiht.fr/travaux/CD0001/travaux/optsee/hym/9/estuaire.htm>
- [4] : http://refmar.shom.fr/documents/10227/146428/Voineson%26Jan_Journees-REFMAR-2013.pdf
- [5] : pour la définition de RCP : <http://www.meteofrance.fr/climat-passe-et-futur/le-giec-groupe-dexperts-intergouvernemental-sur-levolution-du-climat/les-scenarios-du-giec>,
- [6] : pour la culture sur le réchauffement climatique : <http://www.drias-climat.fr/document/rapport-DRIAS-2020-red3-2.pdf>

Annexes

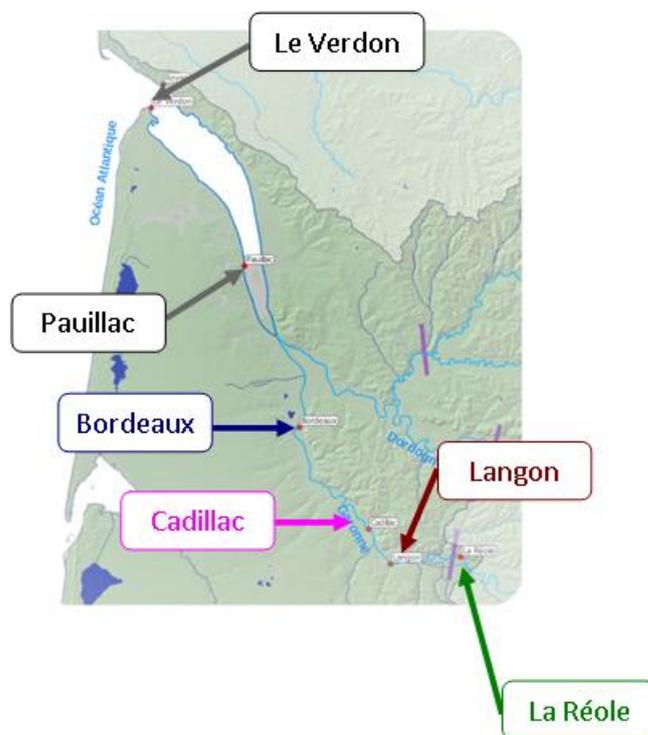


Figure 4 : la Garonne en Gironde et ses stations limnimétriques.

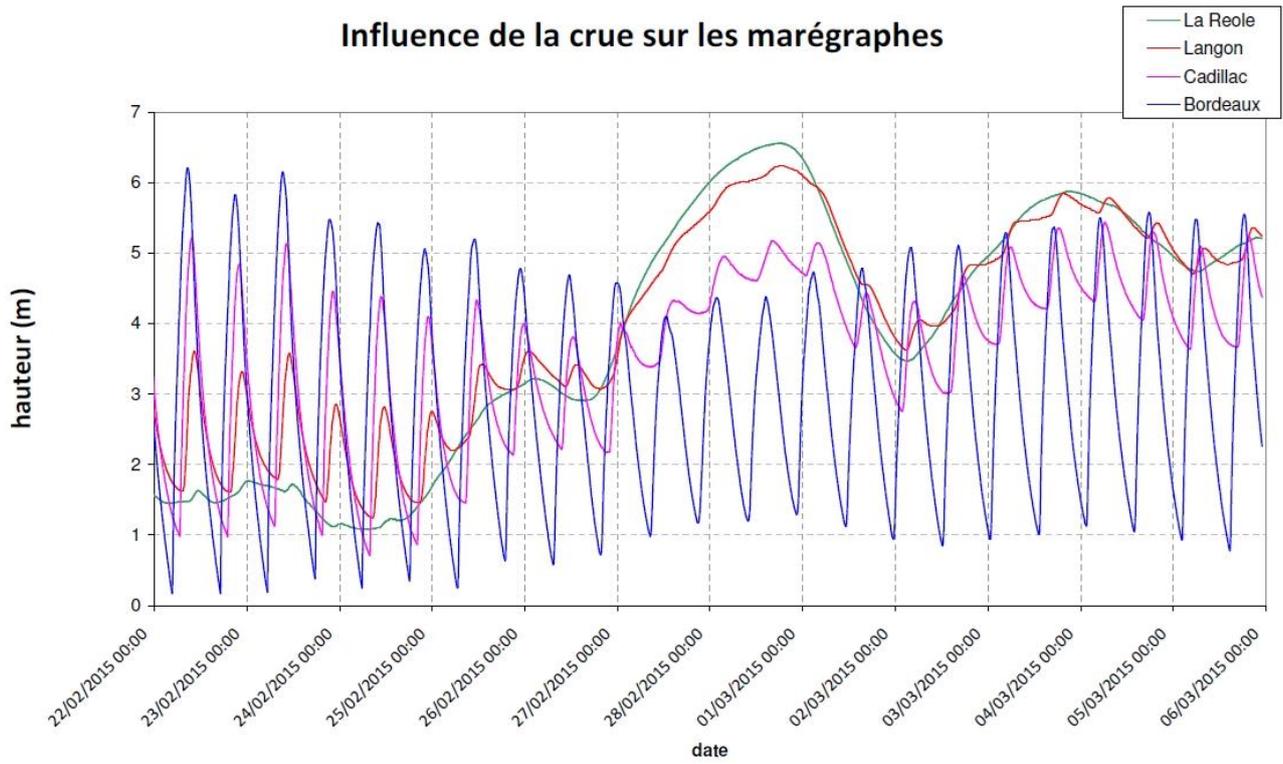


Figure 5 : Influence de la crue sur les marégraphes des quatre stations du projet.