

Débordement de l'estuaire de la Seine : épisodes de février 2020

GIP Seine-Aval & DREAL-SPC, juillet 2020

Entre le 10 et le 13 février 2020, des événements tempétueux (tempêtes Ciara, puis Inès) conjugués à de forts coefficients de marée (>100) et à un débit soutenu de la Seine ($>1200\text{m}^3/\text{s}$ à Vernon) ont engendré des débordements de la Seine dans sa partie estuarienne. Cette note décrit les conditions hydro-météorologiques de ces événements, reprend les hauteurs d'eau atteintes et les compare aux principaux événements historiques observés sur l'estuaire de la Seine.

Le débit de la Seine

Durant la période de débordement de la Seine à l'aval de Poses (du 10 au 13 février 2020), le débit de la Seine mesuré à Vernon est resté compris entre 1200 et $1400\text{m}^3/\text{s}$, soit un débit d'une période de retour* annuel. Le débit de la Seine était en augmentation depuis le mois de janvier et est resté globalement stable durant le mois de février [Figure 1].

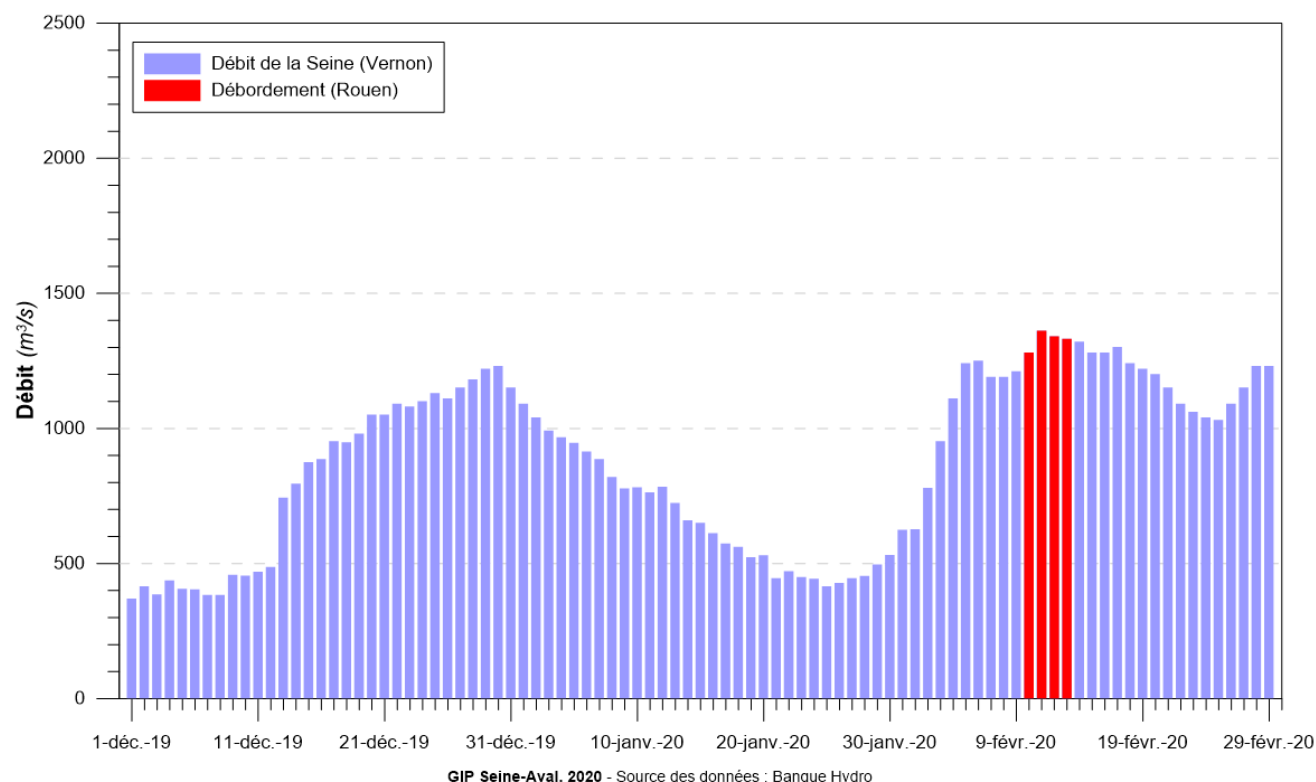


Figure 1 : Débit de la Seine à Vernon.

La marée

Concernant la marée, le revif* a débuté le 04 février 2020 (coefficient de marée de 35) et le déchet* a débuté le 12 février 2020 (coefficient de marée de 108). Lors des débordements du 10 au 13 février 2020, nous étions en période de vives-eaux avec des coefficients de marée supérieurs à 100 [Figure 2].

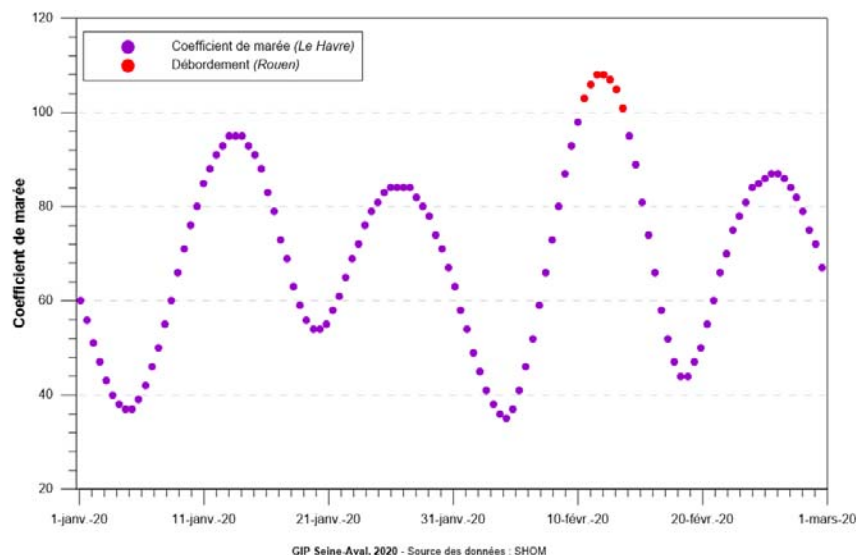


Figure 2 : Coefficient de marée au Havre.

La surcote océanique

Lors de la tempête Ciara (11 février), une surcote océanique de l'ordre du mètre ou plus a été observée à Ouistreham, Le Havre et Dieppe. La surcote observée pendant la tempête Inès (13 février) est restée inférieure à 1m [Figure 4].

Les conditions météorologiques

Les conditions météorologiques ont été marquée par la succession de tempêtes, Ciara le 11 février puis Inès le 13 février 2020. Sur cette période, la pression atmosphérique mesurée au cap de la Hève est restée supérieure 1000hPa. Sur la même période, le vent moyen horaire était supérieur à 40km/h plus de la moitié du temps et supérieur à 60km/h 10% du temps. Des rafales supérieures 75km/h et 100km/h ont été mesurées, respectivement la moitié et 20% du temps [Figure 3].

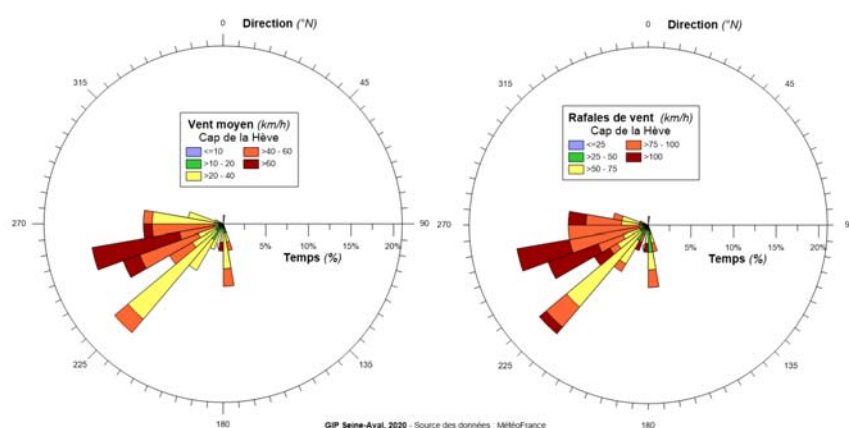


Figure 3 : Moyennes horaires et rafales de vent mesurées au cap de la Hève entre le 10 et le 13 février 2020.

L'orientation générale ouest sud-ouest des vents a été favorable à la formation de surcotes* à l'échelle de la Manche et de la baie de Seine [Figure 4]. Ce vent d'ouest établi pendant plusieurs jours, associé à une période de revif*, un débit important et une surcote marine a favorisé un gonflement important de l'estuaire de la Seine [Figure 5].

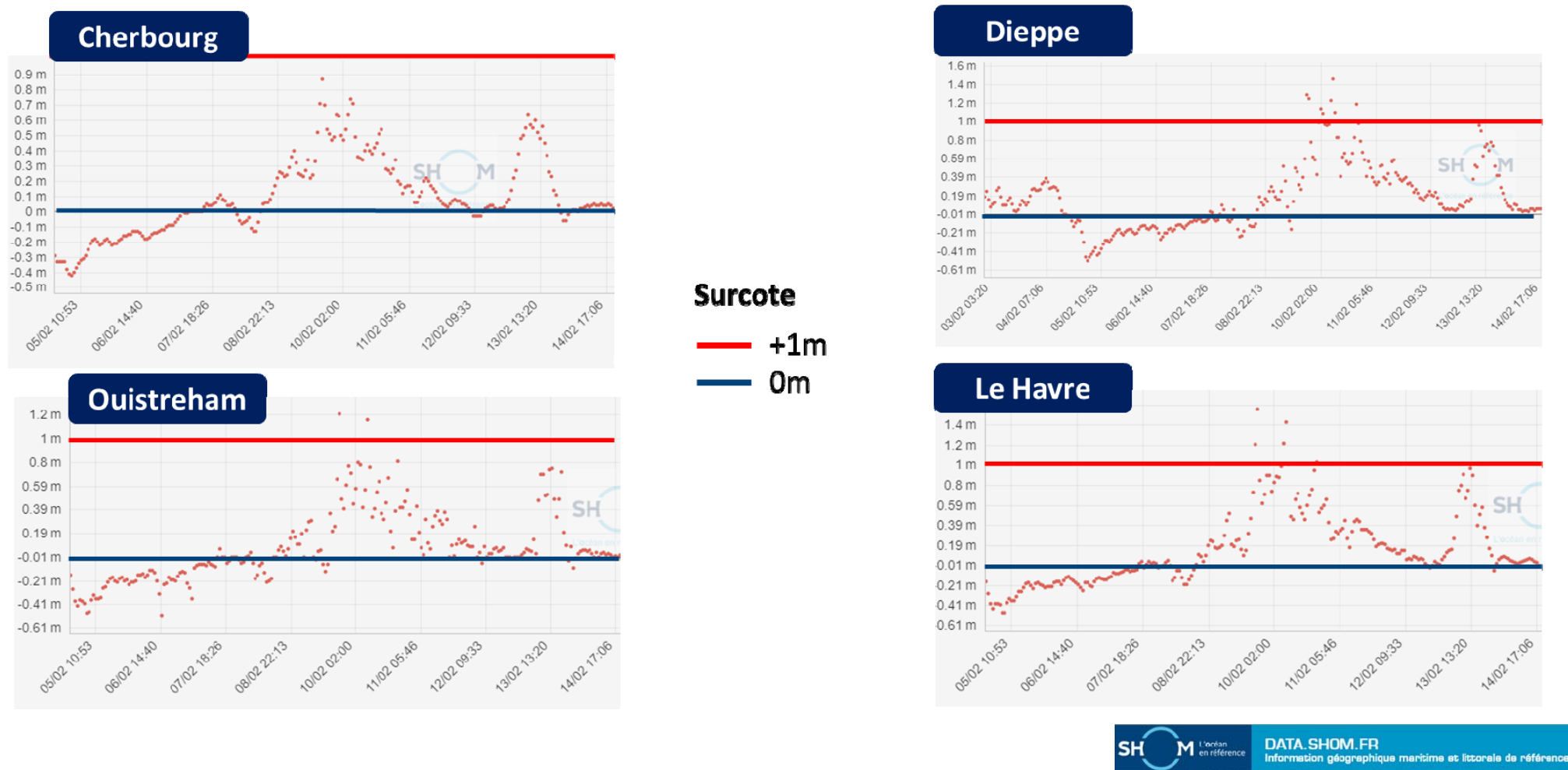


Figure 4 : Surcotes observées sur le littoral de la baie de Seine.

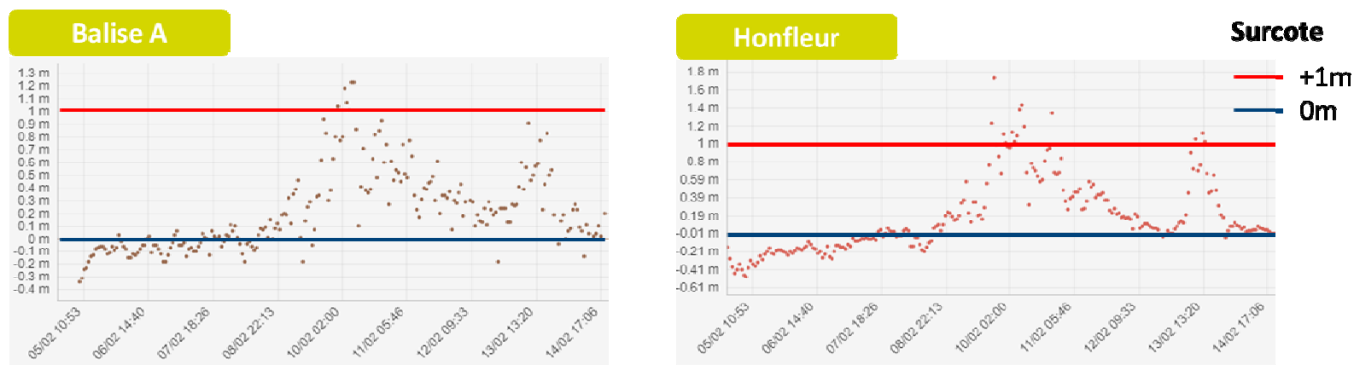


Figure 5 : Surcotes observées à l'embouchure de la Seine.

Les hauteurs d'eau atteintes

Lors de cet épisode, les hauteurs d'eau maximales ont été observées le 11 et le 13 février 2020, avec des débordements essentiellement entre Rouen et Caudebec-en-Caux. Les facteurs explicatifs de ces débordements varient selon le secteur de l'estuaire, le poids de chaque forçage sur la hauteur d'eau évoluant tout au long de l'estuaire [Fisson & Lemoine, 2016]. Pour caractériser l'évènement, une période de retour est associée à la hauteur d'eau maximale atteinte pour différents secteurs de l'estuaire [Figure 7]. Les périodes de retours affichées (en année) s'appuient sur une analyse statistique menée sur les hauteurs d'eau extrêmes observées sur chaque marégraphe, afin de quantifier les probabilités d'atteintes de ces niveaux [ARTELIA, 2019]. Ces caractérisations statistiques présentent des incertitudes notamment liées aux méthodes de calculs. Ainsi, afin de prendre en compte ces incertitudes dans la caractérisation des niveaux observés en février 2020, les bornes supérieures des intervalles de confiance associés à chaque période de retour ont été privilégiés par la suite. Les périodes de retour les plus faibles associables à la hauteur d'eau sont ainsi affichées.

A l'amont de Rouen, les hauteurs d'eau maximales atteintes à Poses, Pont-de-l'Arche, Elbeuf et Oissel l'ont été le 13 février (entre 19h00 et 20h00), avec des cotes respectivement de 11.30m, 10.62m, 10.15m et 9.80m CMH. Le temps de retour associé à ces hauteurs d'eau sont de l'ordre de 2 ans ou moins.

A Rouen (pk 243.7), la hauteur d'eau maximale a été atteinte le 11 février (4h00) et le 13 février (18h00), avec une cote de 9.70m CMH. Le temps de retour associé à cette hauteur d'eau est de l'ordre de 5 ans. Ces débordements sont associés à une surcote liée à un fort vent d'ouest, dans des conditions de forts coefficients de marée et d'un débit soutenu de la Seine [Figure 6]. Des débordements ont été observés sur les quais durant les 8 marées hautes entre le 10 et le 13 février, ce qui reste relativement exceptionnel pour cette typologie d'inondation.

A Duclair (pk 278), la hauteur maximale a été atteinte le 11 février (03h00), avec une cote de 9.46m CMH. Le temps de retour associé à cette hauteur d'eau de l'ordre de 10 ans.

A Heurteauville (pk 297.65), la hauteur maximale a été atteinte le 13 février (17h00), avec une cote de 9.41m CMH. Le temps de retour associé à cette hauteur d'eau est de l'ordre de 20 ans. C'est sur ce site que la période de retour estimée est la plus élevée, la conjonction des différents paramètres s'exprimant ici le plus fortement (surcote liée à un fort vent d'ouest, dans des conditions de forts

coefficients de marée et d'un débit soutenu de la Seine). Le niveau d'eau mesuré pour cet épisode est le plus haute recensé sur ce marégraphe depuis le début des suivis.

A Caudebec-en-Caux (pk 310.5), la hauteur d'eau maximale a été atteinte le 11 février (02h00), avec une cote de 9,06m CMH. Le temps de retour associé à cette hauteur d'eau est de l'ordre de 5 ans.

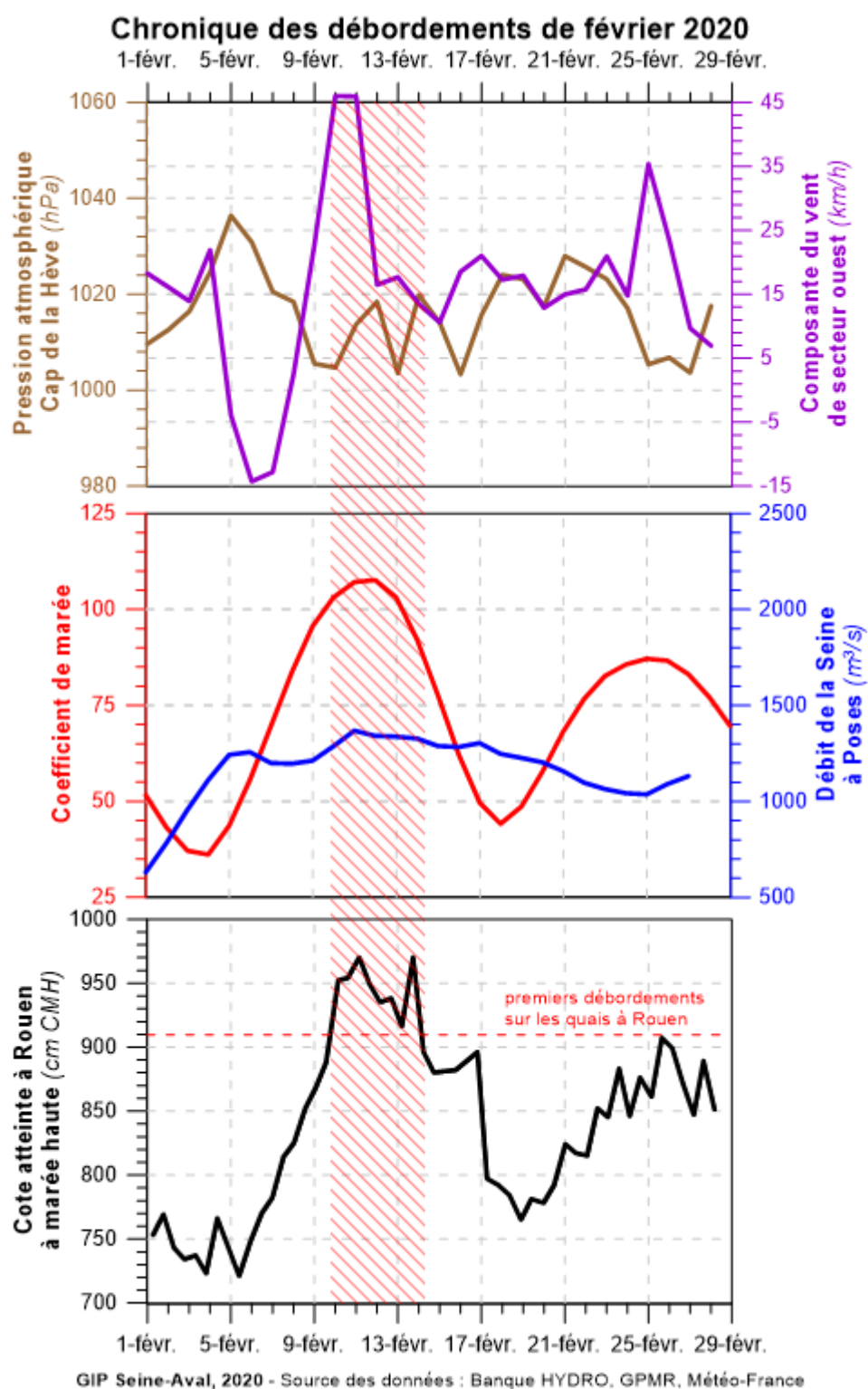
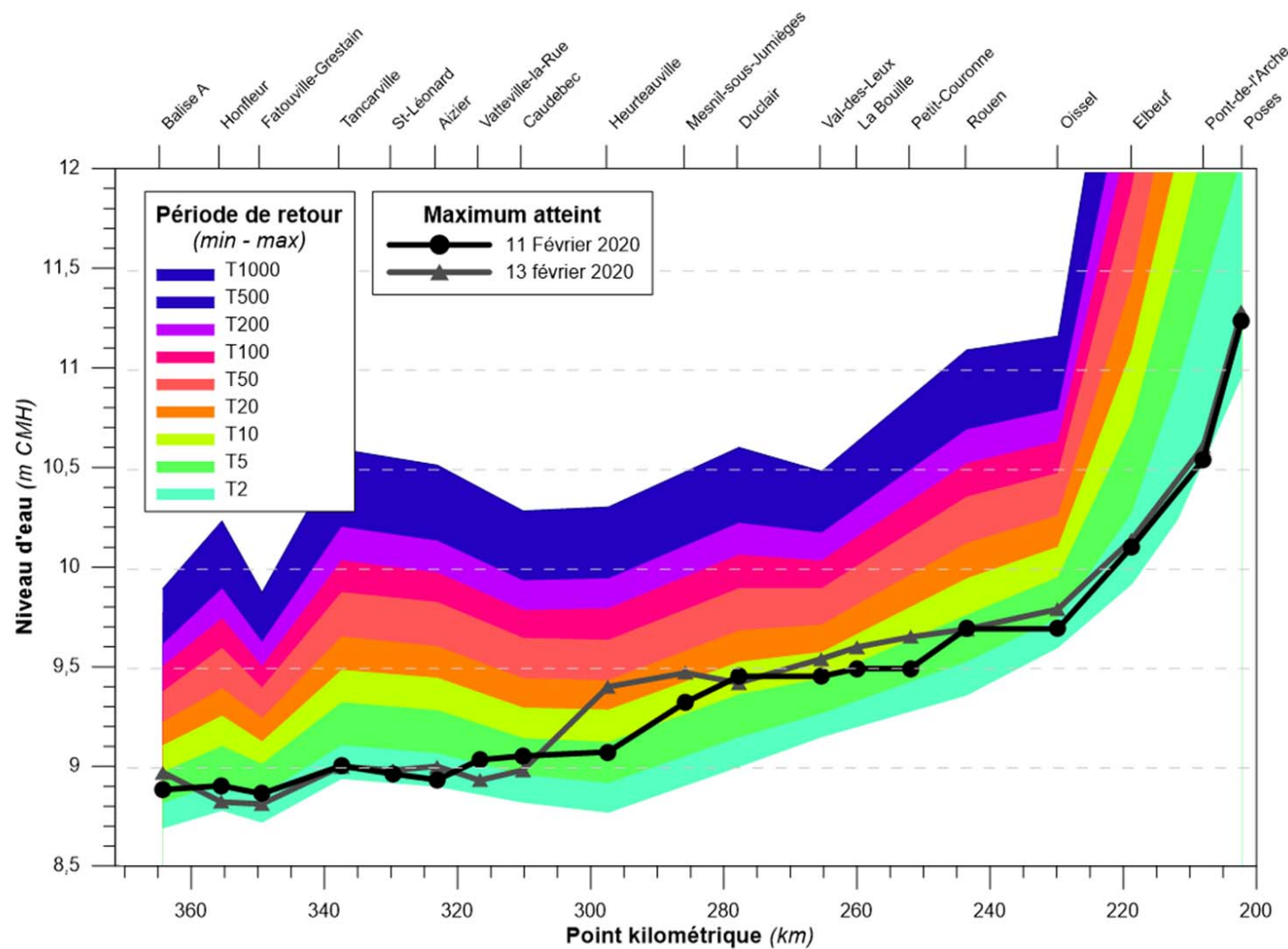


Figure 6 : Cotes atteintes à Rouen et conditions hydro-météorologiques.



GIP Seine-Aval, 2020 - Source des données : ARTELIA, GPMR, DREAL-SPC

Figure 7 : Hauteur d'eau maximale atteinte et période de retour associée¹.

¹ une hypothèse d'affichage favorisant les bornes supérieures des intervalles de confiance associés à chaque période de retour a été privilégiée. Les périodes de retour les plus faibles associées à la hauteur d'eau sont ainsi affichées.

Entre Caudebec-en-Caux (pk 310.5) et Honfleur (pk 355.85), le temps de retour associé aux hauteurs d'eau atteintes est de l'ordre de 2 ans, du fait des surcotes liées aux conditions météorologiques dans un contexte de forts coefficients de marée. La cote de pleine mer atteinte à Tancarville (pk 337.85) n'a ainsi pas été exceptionnelle (9.01m CMH), mais la durée de la tenue du plein a été plus longue que d'habitude (4h plutôt que 3h habituellement) [Figure 8]. Cette longue tenue du plein a généré des volumes d'eau entrant dans l'estuaire plus importants, et explique en partie les niveaux d'eau élevés observés dans le secteur entre La Bouille et Heurteauville.

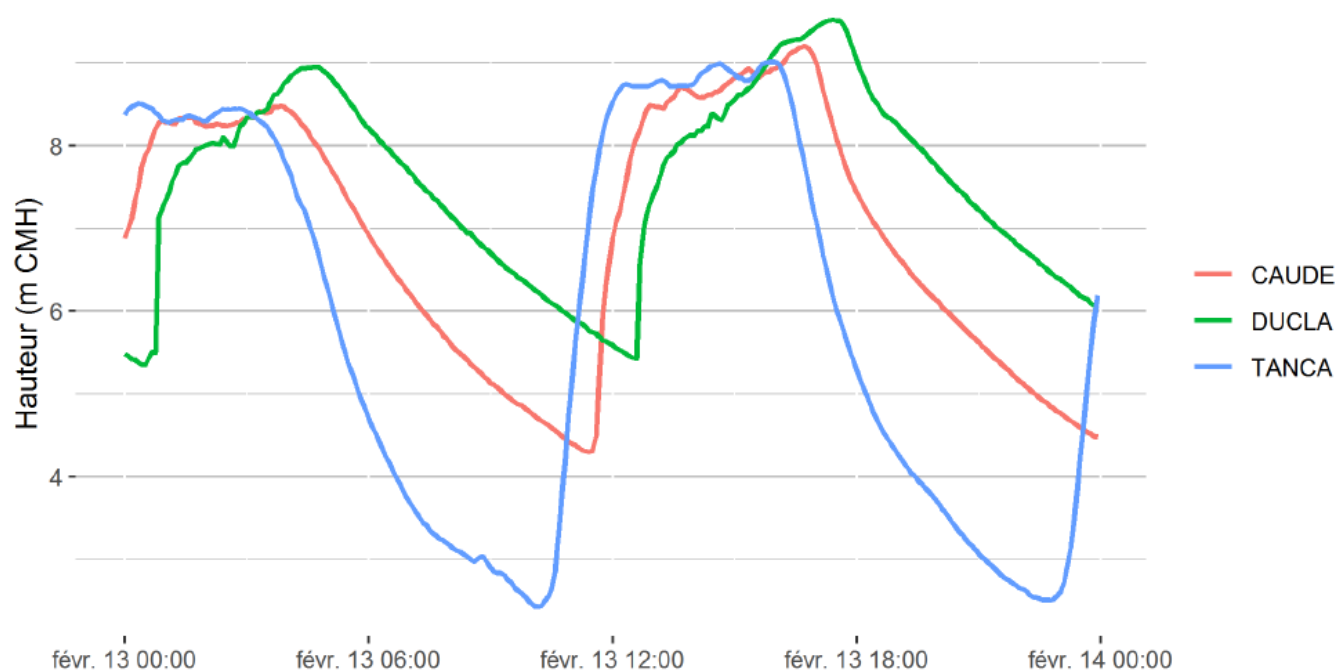


Figure 8 : Marégramme du 13 février à Caudebec, Duclair et Tancarville.

Evènements historiques

Si l'on replace l'épisode de débordement de l'estuaire de la Seine de février 2020 parmi les principaux évènements de débordement observés depuis 1900, on peut le classer parmi les évènements fluvio-maritimes. Les niveaux maximums atteints entre Heurteauville (pk 298) et La Bouille (pk 260) sont parmi les plus forts observés depuis 1900. Entre Elbeuf (pk 218.8) et Rouen (pk 2436.7), les niveaux d'eau atteints se situent dans l'enveloppe basse des évènements spécifiquement fluviaux (janvier/février 1910, janvier 1920, janvier 1955, mars 1958, mars 1970 pour les principaux). A l'aval de Tancarville (pk 337.36) les niveaux d'eau atteints se situent dans l'enveloppe basse des évènements spécifiquement maritimes (tempêtes de 1990, 1999, 2004, 2008, 2010) [Figure 9].

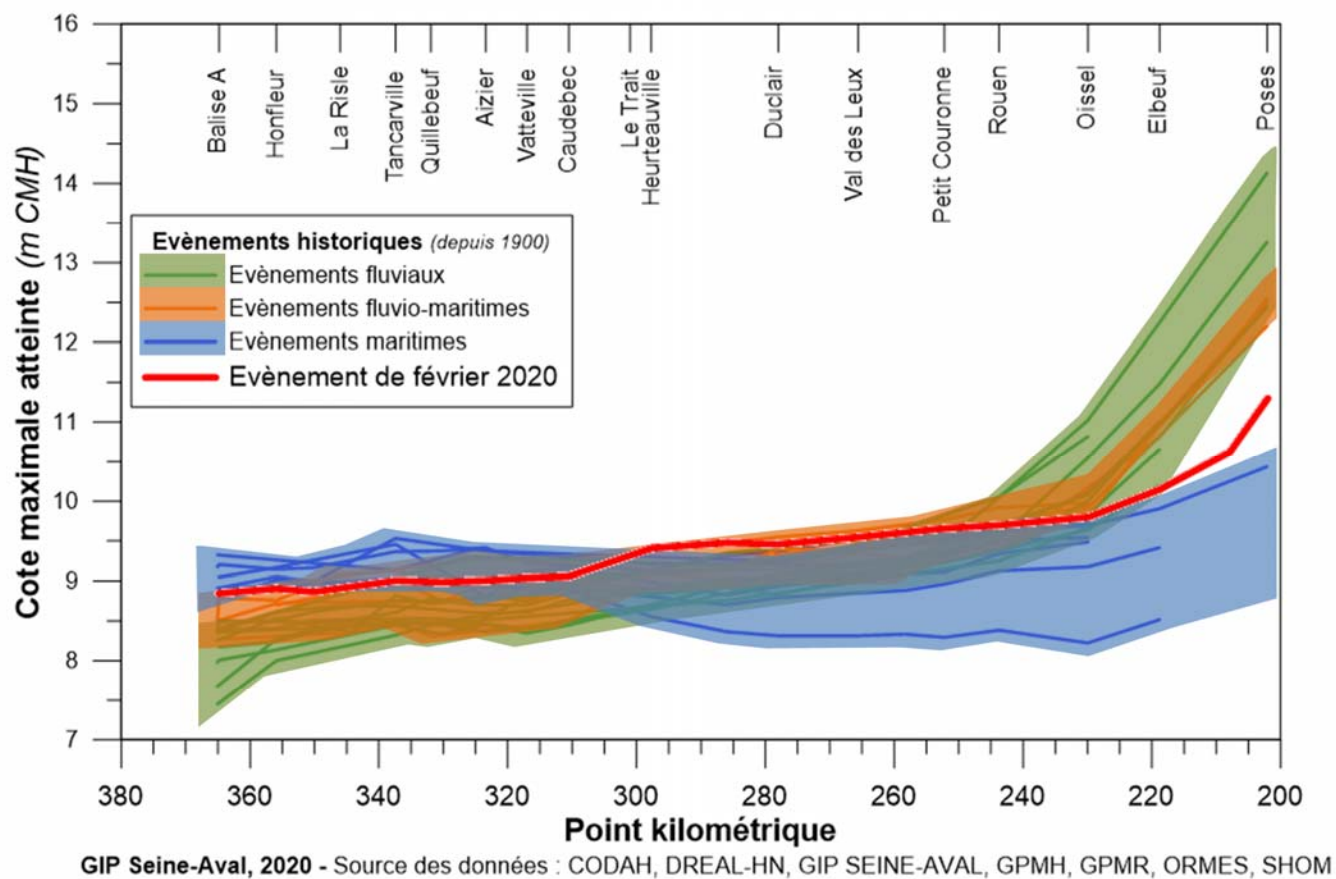


Figure 9 : Hauteur d'eau atteinte lors de l'épisode du 11 au 13 février 2020 et des principaux évènements historiques.

Pour plus d'infos

Compréhension des inondations en estuaire de Seine

ARTELIA, 2019. **Définition des périodes de retour des forçages et des niveaux de pleines mers en estuaire de Seine pour la gestion du risque inondation.** Rapport réalisé pour le GIP Seine-Aval et la DREAL Normandie, 99p.

https://www.seine-aval.fr/publication/stats_pleine_mer/

Fisson C., Lemoine J.P., Gandilhon F., 2014. **Définition de scénarios et modélisation des niveaux d'eau pour la gestion du risque inondation en estuaire de Seine – Synthèse.** 32p.

<http://www.seine-aval.fr/publication/modelisation-niveau-deau/>

Fisson C., 2017. **Impact de la crue de juin 2016 sur l'estuaire de la Seine.** Rapport réalisé par le GIP Seine-Aval, 36p.

<http://www.seine-aval.fr/publication/crue-juin-2016/>

Fisson C. & Lemoine J.P., 2016. **Les niveaux d'eau en estuaire de Seine : risque inondation et changement climatique.** Fascicule Seine-Aval 3.5, 35p.

<http://www.seine-aval.fr/publication/fasc-niveaux-deau/>

Groupe d'Intérêt Public Seine-Aval, 2018a. **Débordement de l'estuaire de la Seine : épisode du 3-4-5 janvier 2018.** Note du GIP Seine-Aval, 6p.

Groupe d'Intérêt Public Seine-Aval, 2018b. **Débordement de l'estuaire de la Seine : épisode de fin janvier – début février 2018.** Note du GIP Seine-Aval, 9p.

Données

Débit : Banque HYDRO (Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire – MTES) :

<http://hydro.eaufrance.fr/>

Données météorologiques : InfoCLIMAT : <https://www.infoclimat.fr>

Marégrammes : REFMAR (Service Hydrographique et Océanographique de la Marine - SHOM)

<http://refmar.shom.fr/>

Niveaux d'eau historiques : base de données GIP SEINE-AVAL, CODAH, DREAL-HN, GPMH, GPMR, ORMES, SHOM

Risque de crue : VIGICRUES (Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire – MTES) :

<https://www.vigicrues.gouv.fr/>

Zones inondées : COPERNICUS – The European Earth Observation Programme (European Commission - EC) :

<http://emergency.copernicus.eu>

Glossaire

Déchet : Période durant laquelle le coefficient de marée diminue (vs revif).

Période de retour : La notion de période de retour est utilisée pour caractériser les risques naturels. Elle correspond à la durée (au sens statistique) entre deux occurrences de même intensité pour un évènement. Par exemple, une crue décennale a chaque année 10% de chance de se produire. Dans le cadre de la gestion du risque inondation, elles servent de base de connaissance pour caractériser et quantifier l'aléa. Pour l'estuaire de la Seine, cela concerne à la fois les occurrences des niveaux d'eau atteints en Seine et les forçages hydro-météorologiques qui déterminent ces niveaux (débit de la Seine et de ses affluents, coefficient de marée, vent et pression atmosphérique).

Revif : Période durant laquelle le coefficient de marée augmente (vs déchet).

Surcote : Augmentation du niveau de la surface de l'eau du fait de phénomènes météorologiques.