

La vallée de la Seine face au risque inondation

Élévation du niveau marin, intensification des événements météorologiques extrêmes, changement du régime des pluies... Avec les effets en cours et à venir liés au changement climatique, nos sociétés vont faire face à un renforcement du risque inondation dans les prochaines décennies. Les estuaires y sont particulièrement vulnérables, car ils concentrent de nombreux enjeux sur des terrains à faible altitude, soumis aux tempêtes et aux crues.

© AESN

Quels sont les facteurs qui déterminent les inondations par débordement de la Seine dans sa partie estuarienne ? Quels sont les secteurs les plus vulnérables de la vallée ? Grâce à la modélisation de nombreux scénarios, le risque inondation a pu être appréhendé de manière fine à l'échelle de la vallée de la Seine normande.

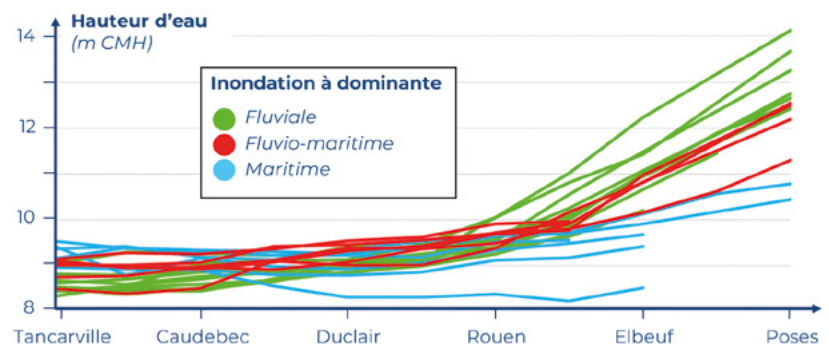
Des inondations récurrentes, mais très différentes

Depuis le début du XX^{ème} siècle, plus de 25 inondations importantes ont été répertoriées dans l'estuaire de la Seine. Nous pouvons citer janvier 1910 pour la crue de référence de la Seine, décembre 1999 pour la « tempête du siècle » ou février-mars 2020 pour les inondations les plus récentes. Bien que récurrentes, **ces inondations présentent des causes, des intensités et des temporalités toujours différentes.** Jean Philippe Lemoine, chargé de mission au GIP Seine-Aval, nous éclaire sur ces spécificités estuariennes : « *les crues de Seine*

impactent principalement l'amont de Rouen, avec une montée lente et progressive du niveau de la Seine, alors que les tempêtes toucheront de manière plus courte et soudaine la partie aval de l'estuaire ». Ces événements de crues et de

tempêtes peuvent également se combiner et impacter tout ou partie de l'estuaire. Cette complexité des inondations/submersions estuariennes, nécessite des études précises afin de **mieux anticiper et gérer les futures inondations.**

Plus de 25 inondations importantes en estuaire de Seine depuis 1900



↻ Ligne d'eau maximale atteinte pour les principales inondations en estuaire de Seine depuis 1900

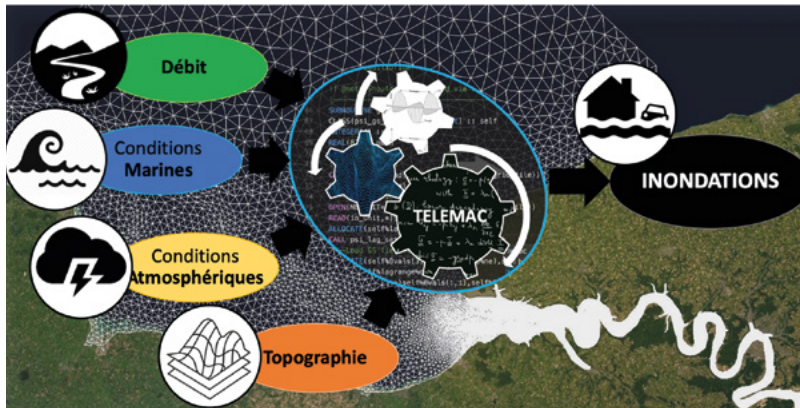
De nombreux scénarios d'inondation de la vallée de la Seine

Pour améliorer la compréhension des débordements de la Seine et notamment des événements extrêmes, **un modèle numérique a été développé**. Il englobe les 175 derniers kilomètres de la Seine de Poses jusqu'à la mer, et couvre une superficie de 1000 km² de

plaine potentiellement inondable. Les écoulements dans l'estuaire sont ainsi simulés en considérant les principaux **forçages*** à l'origine des débordements, à savoir ceux relatifs 1) au débit de la Seine et de ses principaux affluents ; et 2) aux paramètres météo-océaniques

(vent, pression atmosphérique et **surcote marine***).

Ce modèle a notamment été utilisé pour **simuler des scénarios théoriques de période de retour*** 30 ans et 100 ans sur quatre secteurs de l'estuaire, respectivement qualifiés de fluvial (Elbeuf), fluvio-maritime amont (Rouen), fluvio-maritime aval (Heurteauville) et maritime (Tancarville). **L'objectif de ces simulations est de quantifier la vulnérabilité du territoire face à des événements plausibles, mais jamais observés de débordements.** Ces simulations ont par ailleurs servi de base à l'étude du **rôle des murets anti-inondations**. Enfin, des scénarios plus extrêmes (période de retour 100 ans) ont également été testés en intégrant une élévation du niveau marin de 1 m pour **explorer l'impact potentiel d'une montée des eaux due au changement climatique.**



➔ Modélisation des inondations dans la vallée de la Seine.

Un territoire vulnérable aux inondations



Digue et muret anti-inondation en bord de Seine

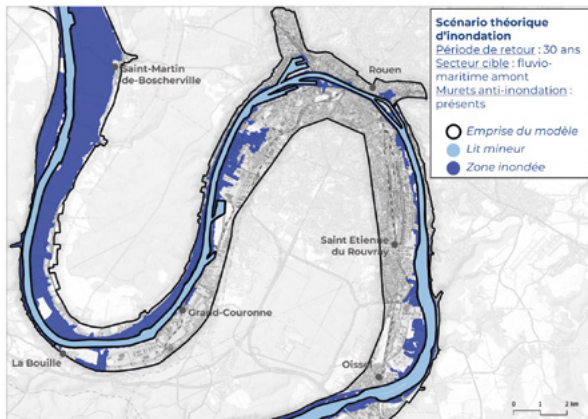
Ces simulations confirment **que la majeure partie de l'estuaire, de Poses à la mer, est exposée aux inondations**. Selon les secteurs, les forçages atmosphériques, maritimes ou fluviaux ont des effets différents. Nous retiendrons en particulier le rôle important des forçages maritimes et atmosphériques sur une grande partie de l'estuaire. De Rouen à la mer, les débordements sont ainsi largement dépendants de la météo marine rencontrée en baie de Seine.

Comme attendu, **les murets anti-inondation présents au sommet des berges de la Seine réduisent les débordements localement**. Cependant, en limitant l'étalement des eaux dans le lit majeur, **ils accentuent les niveaux de pleine mer lors des épisodes d'inondation**. La modélisation théorique d'une suppression de l'ensemble de ces murets montre une diminution du niveau d'eau atteint à Rouen de 10 à 20 cm pour un événement de période de retour 30 ans. Ces résultats mettent en avant l'intérêt de réfléchir à **la création de zones d'expansion de crue qui permettraient de laisser l'inondation de la Seine s'étendre latéralement en lit majeur, pour ainsi réduire les niveaux d'eau dans les zones à enjeux.**

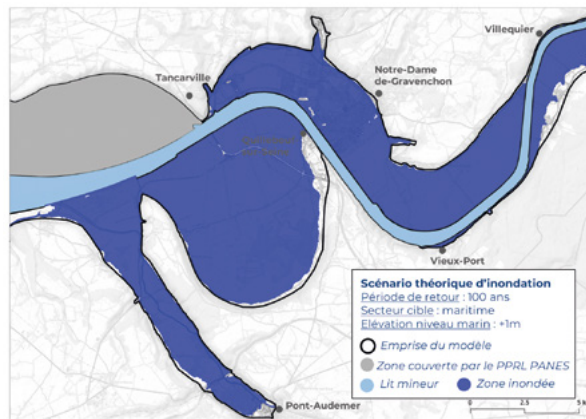
Les simulations avec une élévation de 1 mètre du niveau marin

montrent des impacts sur de nombreux secteurs de l'estuaire et révèlent **l'aggravation à venir de la vulnérabilité du territoire face au risque d'inondations par débordement de la Seine**. Les résultats des simulations montrent que cette augmentation du niveau marin se répercute sur les niveaux de pleine mer dans l'ensemble de l'estuaire, avec cependant une tendance à l'amortissement de ces impacts vers l'amont pour les scénarios avec des débits élevés.

Une vulnérabilité accrue avec le changement climatique



MODÉLISATION DES ZONES INONDÉES POUR UN SCÉNARIO DE PÉRIODE DE RETOUR 30 ANS SUR LA BOUCLE DE ROUEN - ARTELIA, 2021



MODÉLISATION DES ZONES INONDÉES POUR UN SCÉNARIO DE PÉRIODE DE RETOUR 100 ANS + 1 M D'ÉLÉVATION DU NIVEAU MARIN DANS LA PARTIE AVAL DE L'ESTUAIRE DE LA SEINE - ARTELIA, 2021

Vers une gestion conjointe des inondations et des milieux aquatiques

En quantifiant la vulnérabilité des différents secteurs de l'estuaire aux débordements de la Seine, ces résultats fournissent des éléments

essentiels pour les collectivités riveraines de la Seine. Ce type de modélisation permet également de se projeter en contexte de changement climatique et d'étudier de nouvelles pistes de gestion. Par exemple, il va être possible de **tester l'efficacité de l'ouverture de champs d'expansion des crues** sur une baisse de la ligne d'eau en contexte d'inondation. Explorer ce type de solutions fondées sur la nature est d'autant plus intéressant qu'elles permettent également d'améliorer le fonctionnement de l'estuaire et d'accompagner sa restauration écologique. En effet, le développement de zones humides est primordial pour de nombreux organismes aquatiques et participe à l'épuration des eaux. **Concilier la prévention des inondations et la gestion des milieux aquatiques**, c'est justement le cœur de la compétence dite GEMAPI, qui a été confiée aux intercommunalités depuis 2018.



Glossaire

La **période de retour** est la durée (au sens statistique) entre deux occurrences de même intensité pour un événement. Par exemple, une crue de période de retour 30 ans a, chaque année, une chance sur 30 de se produire.

Les **forçages** correspondent aux processus, essentiellement physiques, qui agissent sur le milieu en provoquant des mouvements ou des changements d'état.

Une **surcote** correspond à une sur-élévation du niveau de l'eau du fait de phénomènes météorologiques, comme le vent ou un changement de la pression atmosphérique.



Plus d'infos



ARTELIA, 2021. **Modélisation des inondations en estuaire de la Seine : dynamique et emprise des inondations.** Étude réalisée pour le GIP Seine-Aval, avec le concours financier du fonds européen de développement régional (FEDER).



<https://www.seine-aval.fr/publication/etude-inondation/>