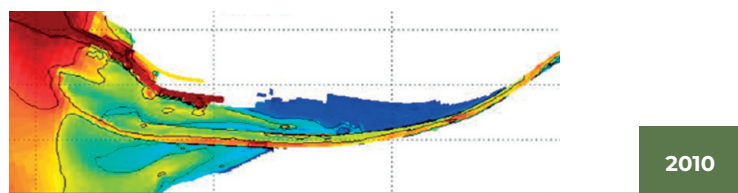
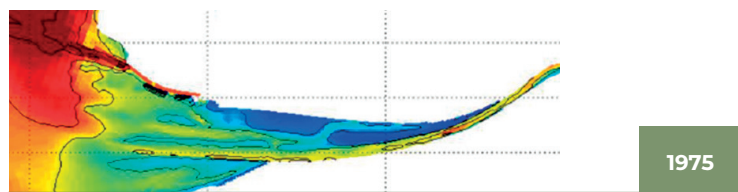
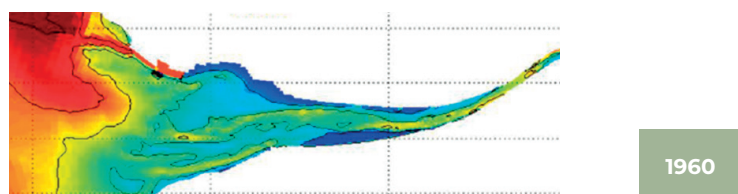


Des évolutions importantes du fonctionnement de l'estuaire depuis 50 ans

L'estuaire de la Seine a été largement aménagé depuis près de 200 ans, que ce soit pour sécuriser et faciliter la navigation, implanter de nouvelles activités industrielles, accompagner l'essor urbain, créer de nouveaux axes de transport ou transformer l'agriculture. La forme de l'estuaire en a été profondément modifiée.

Quels impacts ces modifications ont-elles eu sur le fonctionnement physique de l'estuaire de la Seine depuis les 50 dernières années ? C'est avec l'aide d'outils numériques que les chercheurs ont pu apporter de nouvelles réponses à cette question.

UNE ÉVOLUTION MORPHOLOGIQUE FORTE DE L'ESTUAIRE DE LA SEINE DEPUIS 1960 - Le Hir & Grasso, 2018. Projet SA5 ANPHYECO



Des simulations numériques

Répondre à la question des conséquences de l'évolution de l'estuaire sur plusieurs dizaines d'années n'est pas simple. Les données historiques sont incomplètes, voire inexistantes dès que l'on veut travailler sur des périodes longues. « Le recours à la *modélisation numérique** est une alternative intéressante pour accéder à des données d'évolution d'un système complexe comme l'estuaire de la Seine » nous explique Pierre Le Hir, chercheur en dynamique sédimentaire à l'Ifremer. C'est ce qui a été

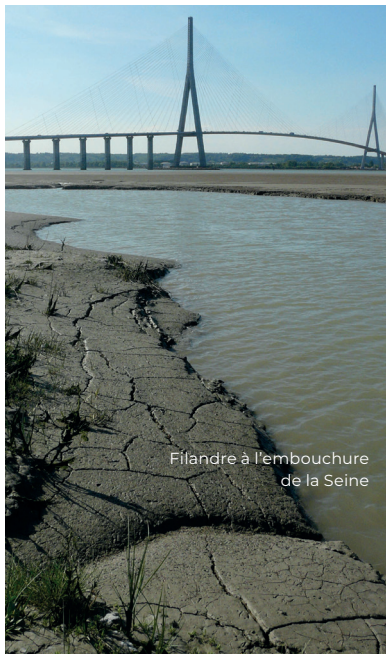


↻ Filandres et gabions à l'embouchure de la Seine

réalisé grâce au modèle numérique MARS-3D, qui reproduit le comportement physique de l'estuaire de la Seine.

Les niveaux de basse mer sont plus bas qu'il y a 50 ans

Le modèle a été configuré pour trois dates (1960 – 1975 et 2010) **afin d'évaluer l'évolution de l'estuaire de la Seine sur une période d'un demi-siècle.** Le choix de ces dates correspond à un degré d'aménagement croissant de l'estuaire et donc à un fonctionnement que l'on s'attend à voir évoluer. En 1960, le chenal central n'est pas encore stabilisé en aval de Tancarville et son endiguement débute. La profondeur du chenal de navigation oscille entre 5 et 10m sous le niveau moyen des eaux et l'extension des bancs **intertidaux*** d'embouchure est importante. En 1975, l'aménagement de ce secteur est en voie d'achèvement, avec le nouveau chenal de navigation et de nombreuses digues. Enfin, la configuration de 2010 correspond à l'estuaire actuel après la construction de Port-2000. Le chenal de navigation a été approfondi et est très marqué. Les bancs d'embouchure ont progressé vers la baie.



Filandre à l'embouchure de la Seine



Construction du nouveau chenal à l'embouchure de la Seine (1952)

Des conséquences multiples

Une conséquence marquante liée à cette évolution morphologique concerne la marée. Quand on se réfère aux niveaux d'eau des années 1950, on constate une modification de l'allure des courbes de marée tout au long de l'estuaire. **Si les niveaux de pleine mer sont restés com-**

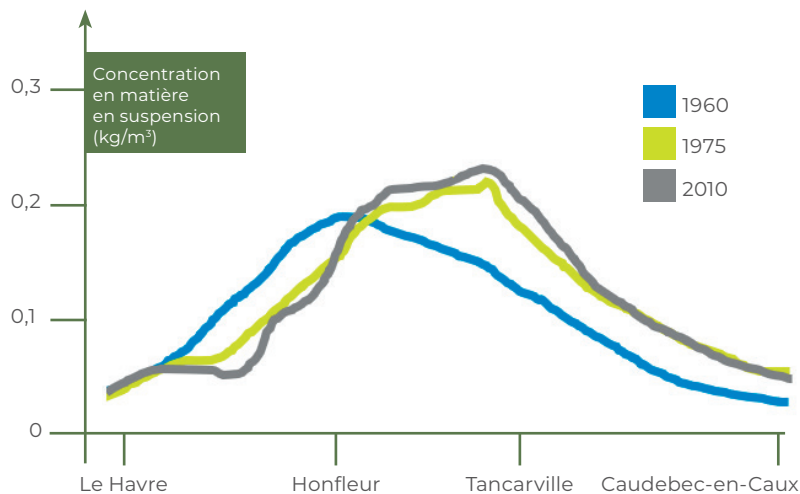
parables à ceux observés il y a 50 ans, les niveaux de basse mer sont quant à eux plus bas.

Par exemple à Rouen, un abaissement de l'ordre de 75 cm est constaté en conditions de vive eau. L'explication de cette évolution tient dans l'approfondissement de la Seine et la suppression



Dragage en Seine

EN 50 ANS, LE BOUCHON VASEUX SERAIT REMONTÉ DE QUELQUES KILOMÈTRES VERS L'AMONT - Le Hir & Grasso, 2018. *Projet SA5 ANPHYECO*



des hauts-fonds à l'embouchure, ce qui accélère les courants, facilite la pénétration de la marée dans l'estuaire et accélère la vidange du fleuve.

Remontée de 5 km de la salinité moyenne depuis 1960

Au-delà des conséquences sur les niveaux d'eau et les courants, ces outils numériques permettent de regarder les variations de la salinité. Les résultats indiquent **une remontée saline actuellement plus en amont**



Bouchon vaseux



Vague de battillage en bord de Seine

qu'il y a 50 ou 35 ans, notamment dans les situations d'étiage*.

On estime ainsi à 5 km la remontée de la salinité moyenne depuis 1960. En situation de crue, l'expulsion des eaux douces est perceptible plus au large qu'en 1960, période où un étalement Nord-Sud plus important était observé à l'embouchure. Au final, la zone de variation de salinité s'est étendue au cours du temps.

La dynamique des matières en suspension a également été étudiée. Si l'on se concentre sur **le bouchon vaseux***, le pic de turbidité* s'est décalé vers l'amont entre 1960 et 1975, puis s'est stabilisé. Les concentrations en matières en suspension ont également augmenté. En période de **crue***, l'expulsion des matières en suspension vers le large ne semble pas s'être accrue ; alors que leur remontée vers l'amont s'est accentuée en étiage. Enfin, la masse du bouchon vaseux semble relativement stable, même si on observe des fluctuations très fortes liées à la marée.



Plus d'infos

Le Hir P., Grasso F., 2018. **Analyse diachronique du fonctionnement hydrosédimentaire de l'estuaire de la Seine**. Rapport de recherche du programme Seine-Aval 5, 52p

<https://www.seine-aval.fr/projet/anphyeco-seine/>



Vasière intertidale en pied de berge

Glossaire

La modélisation numérique résulte de la mise en équations mathématiques de processus naturels, permettant leur simulation selon des scénarios définis.

Une eau turbide est une eau chargée en particules solides en suspension qui augmentent la densité du mélange et réduisent sa transparence

La zone intertidale est la zone comprise entre la plus haute mer et la plus basse mer de vive eau. Elle correspond donc à la zone de balancement des marées.

L'étiage correspond à la période de l'année où le cours d'eau atteint son débit le plus bas. À l'inverse, la crue correspond à une augmentation forte du débit du cours d'eau.

Le bouchon vaseux (ou zone de turbidité maximale) désigne le secteur où se concentrent les matières en suspension dans les estuaires. En Seine, sa formation est principalement liée à l'asymétrie de la marée. Elle est renforcée par les gradients de salinité qui favorisent son maintien dans l'estuaire.