



Fatouville, estuaire de la Seine ; photo Jean-Philippe Lemoine.

Comment les activités maritimes risquent-elles d'affecter les estuaires ?

Publié: 9 décembre 2024, 15:12 CET

Florent Grasso

Chercheur en dynamique sédimentaire côtière et estuarienne, Ifremer

Les écosystèmes des estuaires ont été et continuent d'être profondément modifiés par les activités anthropiques et notamment maritimes. Une méthode mise au point par des chercheurs permet désormais d'anticiper, en fonction des caractéristiques de l'estuaire concerné, les effets que des aménagements auront à l'avenir sur la présence de sédiments.

À l'embouchure des fleuves, les aménagements maritimes – tels que les extensions portuaires, l'approfondissement des chenaux de navigation ou l'endiguement des berges – peuvent avoir de forts impacts sur l'équilibre des estuaires.

Ces pressions humaines transforment le fonctionnement physique des zones côtières, perturbant l'état des écosystèmes associés : par le passé, ils ont déjà engendré une modification des courants et intensifié l'accumulation des sédiments dans les estuaires, comme dans le cas de la Seine.

En effet, la quantité des sédiments détermine l'état des estuaires, car les sédiments jouent un rôle crucial dans la marche des écosystèmes à l'interface entre terre et mer. La présence de particules dans l'eau apporte de la matière pour combattre l'érosion des côtes dans un contexte de montée du niveau de la mer, mais elle affecte aussi les conditions de vie des organismes marins en modifiant les entrées de lumière, d'oxygène, de nutriments ou encore de polluants.

Longtemps, le devenir de ces systèmes face à de nouvelles perturbations anthropiques était difficile à anticiper pour les parties prenantes, confrontées à de forts enjeux écologiques et socio-économiques. En comparant différents estuaires européens – dont les estuaires de la Gironde, de la Loire et de la Seine –, notre projet de recherche Capture a permis d'anticiper l'évolution potentielle de systèmes estuariens face à différentes pressions humaines.

Comment les sédiments perturbent les estuaires

Nous connaissons aujourd'hui beaucoup mieux les effets qu'ont les sédiments, qu'ils soient d'origine terrigène, issus des fleuves, ou d'origine marine, apportés par les courants de marée, sur les écosystèmes. Leur présence crée une accumulation de particules dans l'eau (les vases), qui génèrent une forte turbidité – c'est-à-dire une faible transparence de l'eau. Cette dernière affecte de nombreux compartiments de l'écosystème.

En premier lieu, cette turbidité limite la production phytoplanctonique, en atténuant la lumière. Ensuite, les sédiments transportent les nutriments et contaminants qui se sont fixés aux particules et peuvent les piéger dans les zones de dépôts sédimentaires, comme les vasières. Les fortes quantités de sédiments restreignent en outre les capacités de respiration et de filtration des espèces marines.

La matière organique qui est associée aux particules sédimentaires induit une baisse de la teneur en oxygène dans l'eau (hypoxie), pouvant augmenter la mortalité d'espèces marines comme les huîtres.

Enfin, le dépôt des sédiments vient combler les chenaux de navigation, ce qui implique des actions récurrentes de dragages qui ont elles-mêmes un effet sur les écosystèmes. Néanmoins, il ne faut pas oublier que ces sédiments représentent aussi une source de matière permettant aux côtes de s'adapter face aux changements climatiques (tempêtes, montée des eaux).

Bordeaux, estuaire de la Gironde ; photo Aldo Sottolichio.

Un outil d'aide à la gestion des estuaires

En associant des observations de terrain et des simulations numériques, le projet Capture a développé une méthode permettant d'estimer la quantité potentielle de sédiments dans l'eau à partir des données génériques d'un estuaire. L'objectif est de mieux anticiper l'impact d'activités maritimes sur l'état des estuaires et ainsi de réorienter la gestion de ces écosystèmes sensibles.

Cette méthode nécessite de connaître la morphologie de l'estuaire (profondeur et largeur) ainsi que les forçages fluviaux (débit du fleuve) et marins (amplitude de la marée, ou marnage). L'approche est moins précise que le déploiement de systèmes d'observations spécifiques ou de modélisations numériques complexes, mais représente cependant une alternative plus facile à mettre en œuvre pour les gestionnaires des zones estuariennes.

En fonction des énergies tidales (force de la marée) et fluviales (force du fleuve) appliquées à un estuaire donné, cette méthode indique quelle est la quantité de sédiments pouvant être atteinte dans l'eau.

Anticiper la présence de sédiments

Cela permet de prévoir quel changement d'état est à attendre après une modification de l'estuaire. Prenons le cas de l'estuaire de la Loire, qui a subi au cours du dernier siècle un approfondissement important de son chenal de navigation, afin de faire remonter jusqu'à Nantes des navires de plus grands tirants d'eau. Cette modification de la morphologie s'est traduite par des énergies tidales et fluviales différentes, qui ont eu un effet sur la réponse sédimentaire.

L'application de notre méthode pour ces configurations contrastées a permis de retrouver la tendance observée. C'est-à-dire qu'en reprenant les modifications opérées dans le passé, nous avons pu anticiper a posteriori l'augmentation de sédiments dans l'eau.

Cette approche rétrospective peut aussi être appliquée de manière prospective pour déterminer les changements d'état potentiels qu'engendreront des aménagements futurs.

Dans le cas de l'estuaire du Maroni à la frontière entre la Guyane et le Suriname, des projets visent également à approfondir l'estuaire pour faciliter l'accès des navires au port de Saint-Laurent-du-Maroni. L'application de cette méthode sur ce cas d'étude permettrait d'anticiper la réponse sédimentaire potentielle de l'estuaire et ainsi de concilier au mieux les enjeux écologiques et socio-économiques.

Des estuaires plus chargés en sédiments que d'autres

Notre méthode a aussi révélé que les estuaires les plus chargés en sédiments – par exemple ceux de la Gironde, de la Loire ou de la Charente – se caractérisent par des formes et des forçages bien spécifiques. Pour obtenir de fortes quantités de sédiments dans l'eau, il faut d'abord que l'estuaire puisse accumuler des particules puis les remettre en suspension.

Représentation des estuaires étudiés dans le cadre du projet Capture. Fourni par l'auteur

Le piégeage des sédiments dans un estuaire résulte en partie de la convergence des masses d'eaux fluviales (eaux douces plus légères) et marines (eaux salées plus lourdes), engendrant des courants dirigés vers le large à la surface et vers l'amont au fond. Le courant de fond favorise l'accumulation des sédiments dans l'estuaire, mécanisme renforcé quand le débit du fleuve est plus important. Si le débit est trop fort, celui-ci vient disperser l'ensemble des sédiments vers le large. Les conditions optimales de piégeage correspondent donc à un débit modéré pour une morphologie donnée.

[Déjà plus de 120 000 abonnements aux newsletters The Conversation. Et vous ? [Abonnez-vous aujourd'hui](#) pour mieux comprendre les grands enjeux du monde.]

Ensuite, la remise en suspension des sédiments est principalement associée aux courants de marée. Ceux-ci génèrent un frottement sur le fond, arrachant les particules déposées puis les mêlant à la colonne d'eau. Dans certaines conditions, ces courants de marée peuvent aussi transporter les sédiments du large vers l'amont, à l'image des vagues qui font remonter le sable vers la côte.

Néanmoins, des courants de marée trop intenses peuvent générer trop d'agitation (turbulence) dans la colonne d'eau, favorisant la dispersion des particules vers le large. Cela est par exemple constaté dans les petits estuaires à forte amplitude de la marée, comme dans le cas de l'estuaire de la Vilaine. La charge maximale de sédiments dans l'eau est donc observée à un marnage modéré pour une morphologie donnée.

La quantité de sédiments dans un estuaire résulte ainsi d'un équilibre subtil entre le marnage à l'embouchure, le débit du fleuve et sa morphologie.

Vue aérienne d'un estuaire schématique représentant l'accumulation des sédiments à l'embouchure.
Fourni par l'auteur

Quels effets du changement climatique ?

Dans le cadre du changement climatique, il est attendu dans les environnements tempérés que le débit des fleuves s'intensifie en périodes de crues (forts débits) et se réduise en périodes d'étiages (faibles débits).

Les périodes d'étiages représentent des conditions particulièrement défavorables pour les écosystèmes estuariens, avec une augmentation de la quantité de sédiments dans l'eau pouvant induire une baisse importante de la teneur en oxygène et donc accroître les risques d'hypoxies des masses d'eau. Le projet Capture a montré que dans le cas de l'estuaire de la Loire, une réduction de 50 % du débit d'étiage menacerait de doubler la quantité de sédiments dans l'eau.

Toutefois, la méthode développée dans le cadre de ce projet ne permet pas de prévoir l'évolution potentielle de l'état des estuaires face à des changements comme la montée du niveau marin, car des phénomènes d'adaptation peuvent se produire. Afin de répondre à cette problématique, il est nécessaire de suivre d'autres approches où l'évolution de la morphologie des fonds marins est explicitement prise en compte.

Contributeurs : Bismuth E., Briche V., Buchet R., Burchard H., Daniel A., Defontaine S., Desroy N., Dessier A., Dijkstra Y., Fallou H., Geyer R., Jaouen E., Kösters F., Lafite R., Lebreton A., Lemoine J.P., Lepage M., Meunier F., Muntoni M., Orvain F., Reese L., Schmidt S., Schuttelaars H., Sottolichio A., Souchu P., Souissi S. Van Kessel T., Vanlede J., Van Maren B., Verney R., Walther R., et Zorndt A.