

TOUT S'EXPLIQUE !

Les enseignements de 10 ans de suivi haute-fréquence de l'estuaire de la Seine

Les systèmes estuariens sont soumis aux effets des changements climatiques en cours, qui s'ajoutent aux modifications induites par les aménagements et la gestion de ces milieux. Identifier ces impacts et suivre leur évolution nécessite des protocoles d'acquisition de données adaptés, sur des périodes suffisamment longues pour alimenter la compréhension des phénomènes à la base du fonctionnement des estuaires.

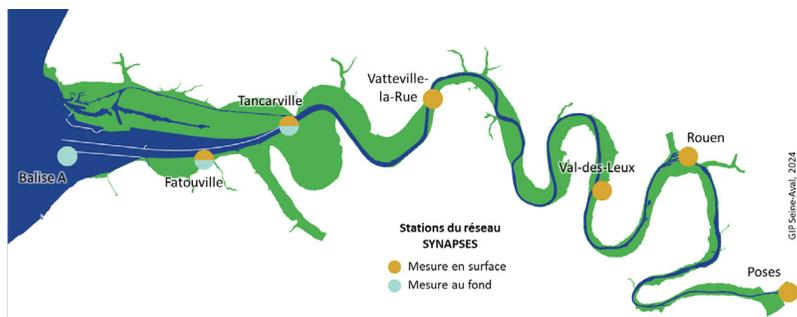
Qu'en est-il pour les paramètres physico-chimiques des eaux de l'estuaire de la Seine ? Des évolutions du fonctionnement de l'estuaire sont-elles visibles ? C'est à travers l'analyse de 10 ans de données haute-fréquence que le GIP Seine-Aval a apporté des éléments de réponse à ces questions.

Un réseau haute-fréquence structuré pour suivre l'évolution de la Seine

Le réseau SYNAPSES rassemble des sondes placées tout au long de l'estuaire de la Seine pour mesurer, toutes les 5 minutes, des paramètres de la **qualité de l'eau** comme la température, l'oxygène, la turbidité ou la salinité. Mis en place en 2011 par le GIP Seine-Aval, il s'appuie sur un partenariat avec HAROPA Port qui héberge le réseau, en assure la maintenance et réalise la calibration des capteurs. La communauté scientifique est quant à elle mise à contribution pour le test de nouveaux capteurs, l'estimation de la représentativité des mesures, la validation et l'interprétation des résultats. Le réseau SYNAPSES permet ainsi d'observer et quantifier les **variations horaires, journalières,**

saisonniers et interannuels des eaux de l'estuaire sur le long terme. Ce jeu de données constitue un outil précieux pour les études

scientifiques menées sur l'estuaire et pour le développement de la modélisation numérique.



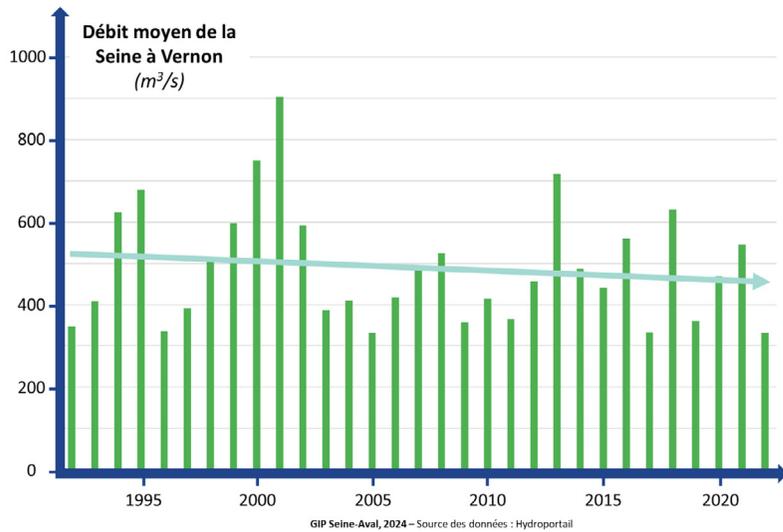
Le réseau SYNAPSES



Les stations du réseau SYNAPSES

Une marinisation de l'embouchure, en lien avec les évolutions climatiques et l'aménagement de l'estuaire

Le fonctionnement de l'estuaire de la Seine est sous la double influence du climat et des actions anthropiques (aménagement, gestion). Il est donc déterminant de connaître l'évolution de cette double influence pour appréhender les modifications du fonctionnement de l'estuaire. Pour les paramètres en lien direct avec le climat, on observe des tendances très nettes sur les valeurs médianes, avec une **baisse des débits** de l'ordre de $60 \text{ m}^3/\text{s}$ depuis 30 ans et une **augmentation du niveau marin** de 12 cm à l'embouchure depuis 1985. Concernant l'influence des actions humaines, **l'aménagement de l'estuaire se poursuit**, avec des surfaces de vasières qui diminuent et un chenal de navigation qui a été approfondi lors des 20 dernières années.



Evolution du débit moyen annuel de la Seine (1992-2022)

L'évolution récente de ces conditions induit une **marinisation de l'embouchure** et un **déplacement vers l'amont des gradients caractéristiques de l'estuaire**. La position centrale du bouchon vaseux et le front de salinité ont ainsi migré d'une distance respective de 1,5 km et 3,5 km depuis 2016. Ceci entraîne une modification des turbidités moyennes observées (en baisse à la balise A ;

en hausse à Tancarville) et de la répartition spatiale des gammes de salinité du secteur. Pour suivre au mieux cette remontée, une nouvelle station a été installée en 2022 à Vatteville-la-Rue. Elle a permis de mesurer une salinité maximum de 3,5 PSU, alors qu'on se trouve à 7 km en amont de Vieux-Port, limite officielle entre les eaux douces et salées (l'eau est considérée comme douce en-dessous de 0,5 PSU) !

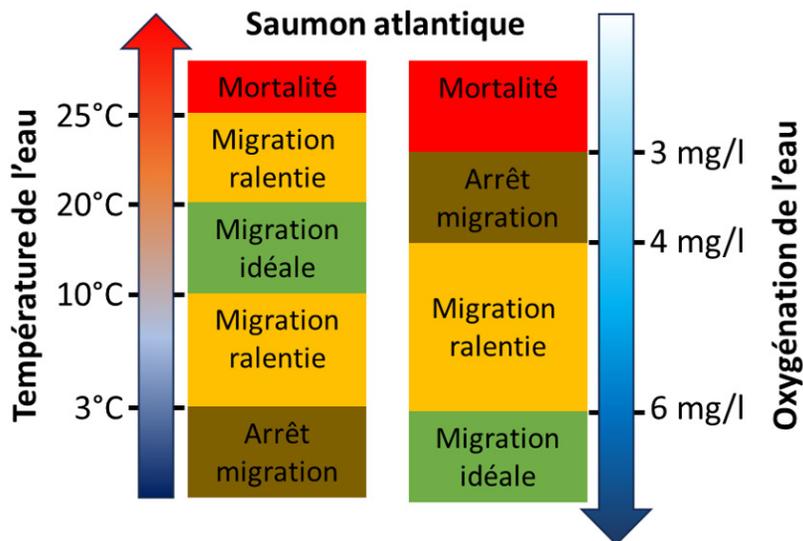
Outre les aspects écologiques, cette remontée de la salinité peut avoir des impacts sur l'activité industrielle. En effet, l'usine de pompage de Norville fournit en eau industrielle de nombreuses installations et la situation géographique de ce pompage le rend vulnérable à la remontée de la salinité. Des difficultés d'exploitation sont ainsi à prévoir pour les périodes de fort étiage.



Evolution du front de salinité (2016-2022)

Des évolutions cohérentes avec les effets attendus du changement climatique sur la qualité de l'eau

La température est un autre paramètre fondamental de la qualité des eaux, qui subit également des modifications en lien avec le changement climatique. En effet, la hausse observée des températures atmosphériques sur les 10 dernières années (+1 °C) se répercute dans **l'estuaire de la Seine qui a vu ses eaux se réchauffer d'environ 0,54 °C dans sa partie fluviale**. Si l'on se concentre sur les températures estivales, la tendance atteint +0,11 °C par an pour la masse d'eau de fond à l'embouchure, témoin du réchauffement de l'océan. A Rouen, des températures dépassant les 23°C ne sont désormais plus exceptionnelles, ce seuil ayant été dépassé plus de la moitié du temps pendant l'été 2022, par exemple. Ce paramètre est notamment crucial pour les poissons, car ils ne régulent pas leur température corporelle. Leur capacité de déplacement ou de reproduction peut ainsi être affectée dès 20°C pour le saumon ou la truite de mer, dont la migration en Seine se trouve ralentie en période estivale.



Seuils de température et d'oxygène influençant la migration du saumon atlantique

Cette hausse des températures pose également la question de l'oxygénation de l'eau, les teneurs en oxygène dissous diminuant à mesure que la température augmente. Pour l'instant, les valeurs observées à Rouen ne sont pas problématiques, même en conditions extrêmes de température, mais **la vigilance est de mise !** A l'embouchure de la Seine, une légère baisse de l'oxygénation des eaux est observée, les valeurs pouvant ponctuellement se rapprocher du seuil sensible pour la vie aquatique établi à 5 mg/l. La remontée du bouchon vaseux et

l'augmentation de la turbidité associée jouent certainement un rôle dans cette baisse, comme c'est le cas à l'embouchure de la Loire.

CHIFFRES CLEFS

- Le réseau SYNAPSES :**
- 7 stations**
- 5 paramètres**
- 1 interface de consultation et de téléchargement**
- 5 millions de mesures par an**

Niveau marin



Au Havre (1985-2022)

Débit



A Vernon (1992-2022)

Température de l'eau



à Oissel (2012-2022)

Oxygénation de l'eau



Selon les secteurs (2012-2022)

Front de salinité



vers l'amont (2016-2022)

Bouchon vaseux



vers l'amont (2016-2022)

Bilan de 10 ans d'évolution des eaux de la Seine



Un effort d'acquisition à poursuivre

Les observations effectuées sur la dernière décennie montrent une **évolution sensible des conditions physico-chimiques de l'estuaire, en cohérence avec les trajectoires induites par le changement climatique** (diminution du débit moyen annuel, augmentation du niveau marin et des températures) **et l'aménagement de l'estuaire** (renforcement du caractère marin à l'embouchure). Elles permettent également de **suivre l'impact potentiel d'événements ponctuels**, comme les crues, les tempêtes ou les orages. Ce suivi haute-fréquence vient compléter les

autres suivis menés dans l'estuaire, notamment sur la contamination chimique ou les communautés biologiques. Il alimente et complète également les résultats issus de la modélisation, pour se projeter sur l'évolution possible de la position du bouchon vaseux ou du front de salinité par exemple. L'ensemble de ces observations est d'importance, car **si ces évolutions se confirment, elles modifieront significativement le fonctionnement de l'estuaire sur le long terme**. On peut ainsi s'attendre à des répercussions sur les habitats naturels, la qualité de l'eau et des

activités humaines comme la navigation, la pêche, les prélèvements d'eau ou la dilution des rejets industriels et urbains.

Le réseau SYNAPSES va poursuivre les observations pour documenter ces changements et s'enrichir, avec de nouvelles analyses (nitrates, chlorophylle *a*) et deux stations récemment installées : à Poses, pour suivre les caractéristiques de la masse d'eau en amont de l'estuaire et à Vatteville-la-Rue, pour suivre plus finement la remontée des gradients de salinité et de turbidité.



Plus d'infos

GIP Seine-Aval, 2023. **Suivi en continu de la qualité de l'eau de la Seine par SYNAPSES entre 2012 et 2022 : Quelles tendances d'évolutions ?** Rapport d'étude, 53 pp.



<https://www.seine-aval.fr/reseau-synapses/>