



Indicateurs environnementaux pour le suivi de la DTA de l'estuaire de la Seine

Novembre 2017

Ce document compile les indicateurs environnementaux du suivi de la Directive Territoriale d'Aménagement de l'estuaire de la Seine (DTA). Il correspond à l'actualisation annuelle du document initialement réalisé en octobre 2011 par le GIP Seine-Aval.

Morphologie

Indicateur 1 : Maturité (<i>Poses – Le Havre</i>)	3
Indicateur 2 : Aménagement des berges (<i>Poses – Tancarville</i>)	4
Indicateur 3 : Surface marnante (<i>Poses – Cap de la Hève</i>)	5
Indicateur 4 : Surface de vase intertidale (<i>Embouchure</i>)	6

Qualité de l'eau

Indicateur 5 : Déficit en oxygène dissous (<i>Poses – Baie de Seine</i>)	7
Indicateur 6 : Contamination en PCB (<i>Embouchure</i>)	8
Indicateur 7 : Contamination métallique (<i>Poses - Honfleur</i>)	9

Nutriments et phytoplancton

Indicateur 8 : Flux en nutriments à la mer (<i>Caudebec-en-Caux</i>)	10
Indicateur 9 : Blooms algaux (<i>Embouchure</i>)	11
Indicateur 10 : Phycotoxicité (<i>Baie de Seine orientale</i>)	12

Ichtyofaune

Indicateur 11 : Passage poissons (<i>Poses</i>)	13
Indicateur 12 : Interdictions de pêche (<i>Poses – Baie de Seine</i>)	14

Avifaune

Indicateur 13 : Densité des oiseaux d'eau (<i>Embouchure</i>)	15
Indicateur 14 : Effectifs d'Avocette élégante (<i>Embouchure</i>)	16
Indicateur 15 : Effectifs de Butor étoilé (<i>Embouchure</i>)	17

Synthèse**18**

Maturité (Poses – Le Havre)*

Thème : Morphologie

Indicateur : Maturité

Secteur : Poses – Le Havre

Fréquence de mise à jour : Décennale

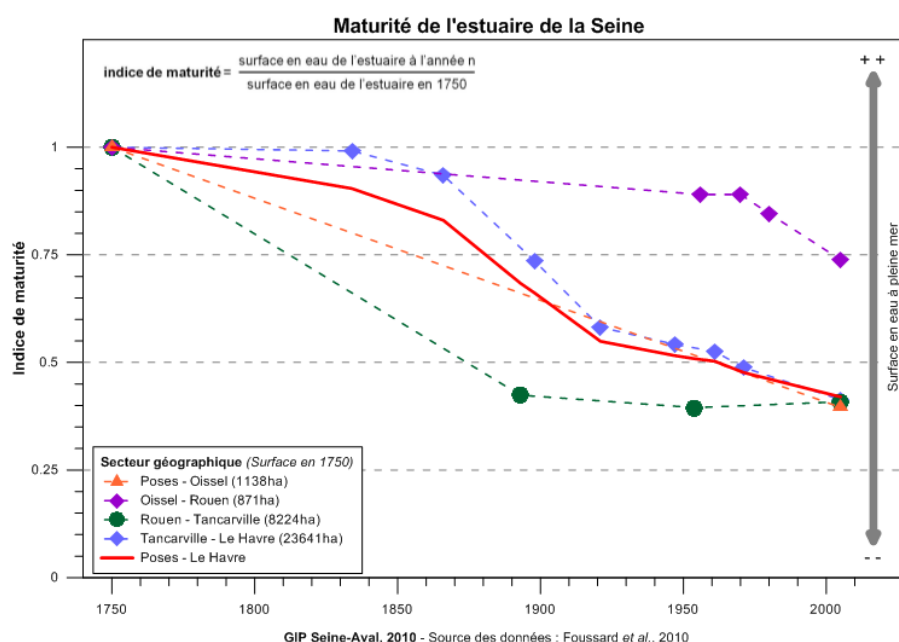
Période de suivi : 1750 - 2005

Mise à jour : 2010

*Cet indicateur est présenté à titre indicatif, son évolution lente et sa fréquence de mise à jour décennale le rendant inexploitable pour un suivi annuel.

Description de l'indicateur

L'indice de maturité (I_m) correspond, pour une année donnée, au rapport entre la surface en eau de l'estuaire à pleine mer et une surface de référence (en 1750 pour la Seine, avant son aménagement). Il témoigne du comblement des estuaires. Cet indicateur croît inversement à la valeur prise : lorsque $I_m = 1$, l'estuaire a conservé sa surface de référence ; lorsque $I_m = 0,1$, l'estuaire a perdu 90% de sa surface. L'indice de maturité a été calculé à partir de cartes pour quatre secteurs de l'estuaire de la Seine (Poses-Oissel ; Oissel-Rouen ; Rouen-Tancarville ; Tancarville-Le Havre) et extrapolé à l'échelle de l'estuaire (Poses – Le Havre).



Evolution de l'indicateur

Les processus hydrodynamiques et sédimentaires régissant un estuaire macrotidal tendent vers son comblement naturel. Ce phénomène, accéléré par les aménagements (endiguement, construction de ponts, etc.), résulte du déplacement vers l'aval des dépôts sédimentaires par réduction de l'espace disponible dans l'estuaire amont. Il se traduit par une réduction du volume oscillant (masse d'eau qui se déplace d'amont en aval sous l'influence de la marée) et de la surface en eau de l'estuaire (de 340km² en 1750 à 142km² en 2005), par une diminution de l'aire intertidale des vasières et par le net déplacement du delta sableux tidal vers la baie de Seine orientale. Les secteurs Poses – Oissel et Rouen – Le Havre ont ainsi vu leur surface divisée par deux depuis 1750.

Sources

- GIP Seine-Aval, 2011. **Evolution morphologique de l'estuaire de la Seine.** Fiche thématique du système d'observation de l'état de santé de l'estuaire de la Seine et de son évolution, 6p.
- Foussard V., Cuvilliez A., Fajon P., Fisson C., Lesueur P., Macur O., 2010. **Evolution morphologique d'un estuaire anthropisé de 1800 à nos jours.** Fascicule Seine-Aval n°2.3, 43p.

Aménagement des berges (*Poses – Tancarville*)*

Thème : Morphologie

Indicateur : Aménagement des berges

Secteur : Poses – Tancarville

Fréquence de mise à jour : Décennale

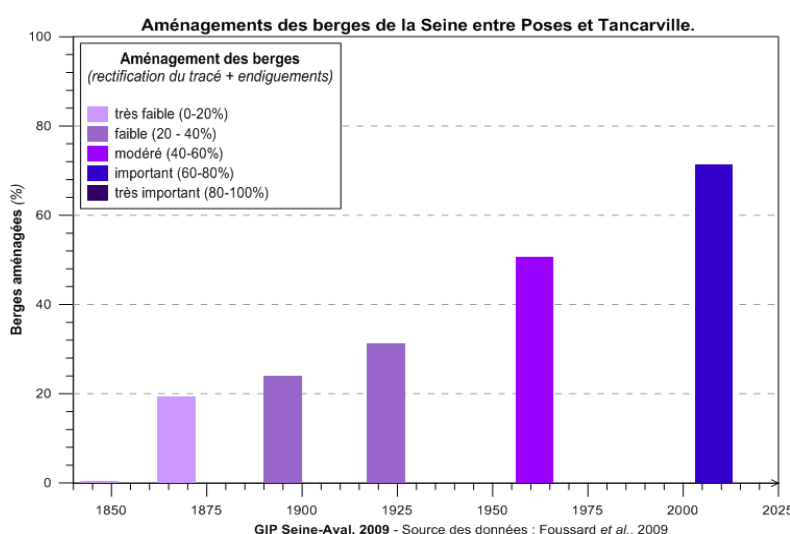
Période de suivi : 1847 - 2008

Mise à jour : 2009

*Cet indicateur est présenté à titre indicatif, son évolution lente et sa fréquence de mise à jour décennale le rendant inexploitable pour un suivi annuel.

Description de l'indicateur

L'indicateur d'aménagement des berges correspond au rapport entre le kilométrage de berges aménagées et le kilométrage total de berges (aménagées + naturelles). Le niveau d'intégration de cet indicateur ne permet pas de distinguer le type d'aménagement d'une berge : par exemple, une végétalisation de berge sera comptabilisée comme un aménagement de la berge ; la suppression d'une digue entrainera le classement de la berge en 'berge naturelle'. Cet indicateur est calculé pour le secteur compris entre le barrage de Poses (pk 202) et le pont de Tancarville (pk 338).



Evolution de l'indicateur

Au cours de ces deux derniers siècles, de nombreux aménagements ont été effectués sur l'estuaire de la Seine. Correspondant à des besoins particuliers (développement économique, sécurité pour la navigation et pour les riverains, etc.), ils ont permis de réduire considérablement la mobilité du chenal de navigation, d'augmenter le tirant d'eau disponible pour les navires et d'augmenter l'emprise des ports du Havre et de Rouen. Cet aménagement de l'estuaire a essentiellement été réalisé par des endiguements (en 2008, 71% des berges sont artificialisées entre Poses et Tancarville) et l'arasement d'îles ou leur rattachement à la berge (disparition de 80% des îles entre Poses et l'embouchure depuis 1750).

Bien que largement remanié, le secteur en amont de Rouen a conservé des berges végétalisées et des îles sont encore présentes. Entre Rouen et Tancarville, les aménagements ont transformé un fleuve sinueux composé de plusieurs chenaux et d'îles en un système linéaire au chenal unique et aux berges quasi totalement artificialisées. Historiquement, l'aménagement de l'embouchure de l'estuaire en a réduit les zones de divagation et accéléré le comblement.

Sources

- GIP Seine-Aval, 2009. **Aménagement de l'estuaire de la Seine**. Fiche thématique du système d'observation de l'état de santé de l'estuaire de la Seine et de son évolution, 6p.
- Foussard V., Cuvilliez A., Fajon P., Fisson C., Lesueur P., Macur O., 2010. **Evolution morphologique d'un estuaire anthropisé de 1800 à nos jours**. Fascicule Seine-Aval n°2.3, 43p.

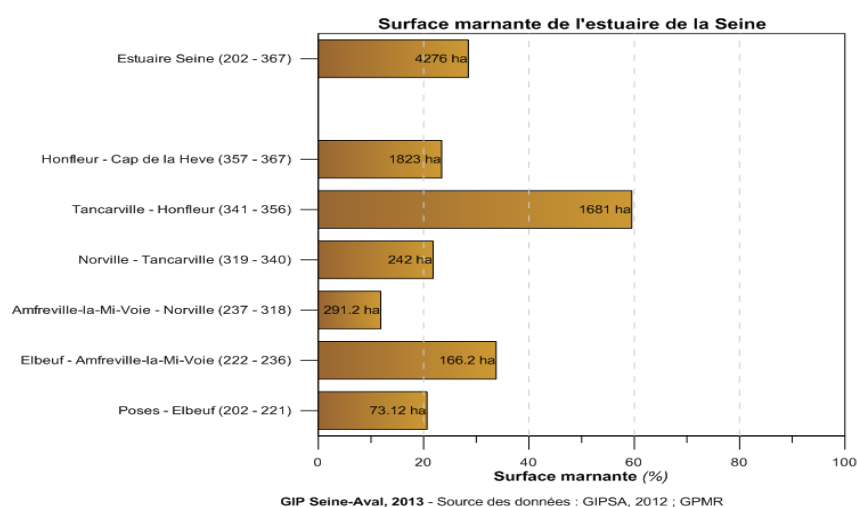
Surface marnante (*Poses – Cap de la Hève*)*

Thème : Morphologie **Indicateur :** Surface marnante **Secteur :** Poses – Cap de la Hève
Fréquence de mise à jour : Décennale **Période de suivi :** 2012 **Mise à jour :** 2013

*Cet indicateur est présenté à titre indicatif, son évolution lente et sa fréquence de mise à jour décennale le rendant inexploitable pour un suivi annuel.

Description de l'indicateur

L'indicateur de surface marnante correspond au rapport entre la surface intertidale et la surface en eau à marée haute (zone intertidale + zone subtidale). Il a été calculé par le croisement 1) des statistiques de niveau d'eau, avec une extrapolation entre les marégraphes du pourcentage de temps d'immersion pour une cote donnée et 2) des données bathymétriques et topographiques haute-résolution. Cet indicateur est calculé à un pas kilométrique sur tout le linéaire estuarien.



Evolution de l'indicateur

Les variations de hauteur d'eau liées à la conjugaison de la marée et des apports en eaux douces induisent des cycles d'immersion/émersion pour les zones topographiquement intermédiaires entre le milieu strictement aquatique toujours en eau (zone subtidale) et le milieu terrestre situé en arrière des berges. Ce secteur intermédiaire de balancement de marée (ou zone marnante) constitue la zone intertidale et revêt un triple intérêt pour les estuaires : 1) intérêt mécanique en étant source de frottements pour l'onde de marée, ce qui atténue l'énergie liée à sa progression ; 2) intérêt écologique, comme support d'habitat de nombreuses espèces (zones de nourricerie) ; 3) intérêt sédimentaire comme piège de particules fines et zone de stockage plus ou moins pérenne de sédiments.

En 2012, le cumul des surfaces intertidales de l'estuaire de la Seine représente 4 276 hectares, contre 10 739 hectares de zone subtidale. L'analyse de ces surfaces selon les secteurs de l'estuaire montre que c'est entre le pont de Tancarville et Honfleur que la zone intertidale est la plus importante (1681ha, soit 60% du secteur et près de 40% de la zone intertidale totale de l'estuaire). Le secteur des îles présente également un réel intérêt en terme de zone intertidale avec 166ha (soit 34% du secteur) quand on le compare au secteur endigué entre Amfreville-la-Mi-Voie et Norville, où les zones intertidales ne représentent que 291ha (soit 12% du secteur) sur un linéaire de 81km.

Sources

- Fisson C., Leboulenger F., Lecarpentier T., Moussard S., Ranvier G., 2014. **L'estuaire de la Seine : état de santé et évolution**. Fascicule Seine-Aval n°3.1, 48p.
- GIP Seine-Aval, 2013. **Calcul des surfaces de zones intertidales dans l'estuaire de la Seine**. 3p.

Surface de vasière intertidale (*Embouchure*)*

Thème : Morphologie

Indicateur : Surface de vasière

Secteur : Embouchure (rive droite)

Fréquence de mise à jour : Annuelle

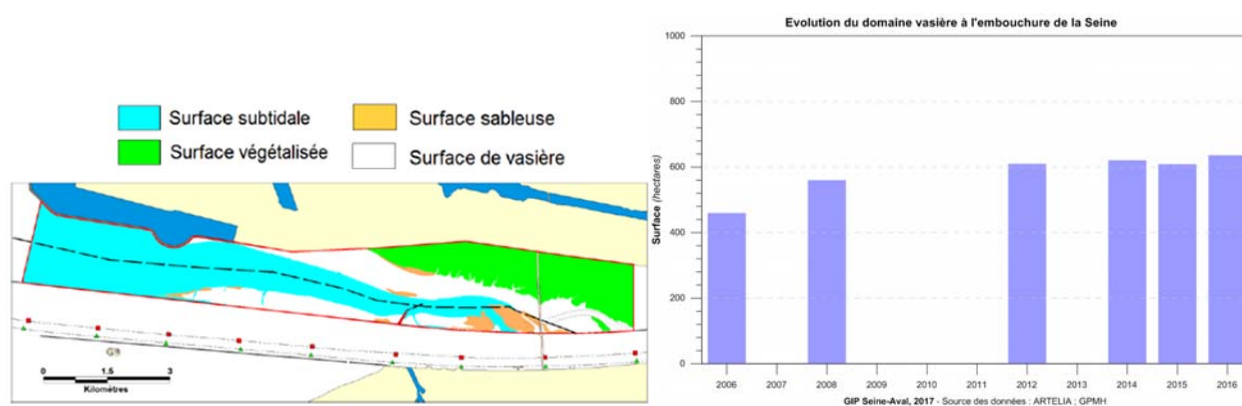
Période de suivi : 2006 - 2016

Mise à jour : 2017

*Du fait d'une évolution du protocole de suivi, cet indicateur remplace celui utilisé précédemment intitulé « évolution de la surface de slikke dans la grande vasière ».

Description de l'indicateur

Des levés bathymétriques, topographiques et orthophotographiques permettent de suivre l'évolution de quatre domaines à l'embouchure de la Seine: le domaine subtidal (<+2.5m CMH), le domaine végétalisé, le domaine sableux et le domaine vasière. La surface de ce dernier est calculée en prenant la surface totale du secteur, moins la surface des trois premiers domaines. Elle intègre ainsi la vasière proprement dite, mais aussi les faciès mixtes et plus sableux soumis à un forçage hydrodynamique plus faible et plus propice au développement du benthos.



Evolution de l'indicateur

Le domaine vasière est constitué de sédiments fins essentiellement vaseux et sablo-vaseux, régulièrement immergés. Il est pauvre en végétation, mais présente une forte productivité biologique et assure un rôle écologique primordial du point de vue ornithologique, halieutique et épurateur.

Ce domaine s'est développé à partir de 1974 avec la construction de l'épi du Hode. Ce secteur a alors largement évolué jusque dans les années 2000, avec une sédimentation intense qui a transformé les fonds subtidaux en estran sableux puis vaseux et en schorre (herbus et roselière). Pour *i*) contrer cette progression rapide des herbus (10ha/an dans les années 1990, 50ha/an entre 1974 et 1988), *ii*) développer des vasières et *iii*) maintenir des filandres actives, des aménagements ont été réalisés entre 2002 et 2005 dans le cadre des mesures environnementales d'accompagnement de Port 2000.

Après une progression entre 2006 et 2008, la surface du domaine vasière reste globalement stable (~600ha). Une légère augmentation est cependant observée à l'aval du secteur d'étude. Même si cette évolution reste relativement sensible aux conditions hydrologiques de la Seine, les surfaces intertidales non végétalisées semblent aujourd'hui stabilisées. Elles expriment un équilibre dans les principaux réajustements morphodynamiques consécutifs aux travaux menés dans ce secteur jusqu'en 2005.

Sources

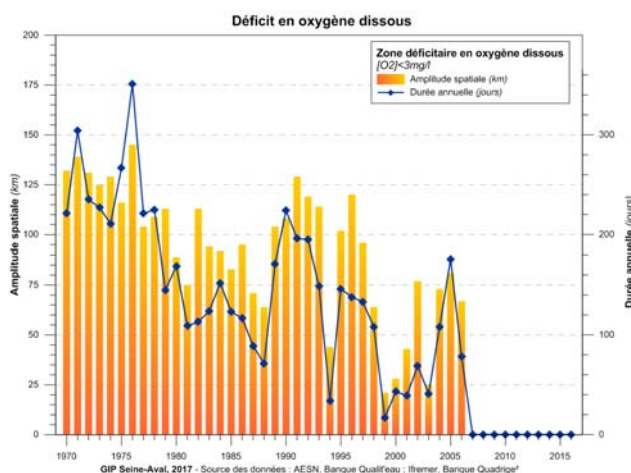
- ARTELIA, 2017. **Réhabilitation des vasières de l'estuaire de la Seine – Mise à jour des indicateurs de suivis à fin 2016**. Rapport réalisé pour le Grand Port Maritime du Havre, 18p. et annexes
- Cuvilliez A., 2014. **Campagne 2013 de télédétection à basse altitude de la fosse Nord de l'estuaire de la Seine**. Rapport final pour le GPMH.

Déficits en oxygène dissous (Poses – Baie de Seine)

Thème : Qualité de l'eau	Indicateur : Déficits en oxygène dissous (eau)	Secteur : Poses – Baie de Seine
Fréquence de mise à jour : Annuelle	Période de suivi : 1970 - 2016	Mise à jour : 2017

Description de l'indicateur

L'amplitude annuelle du déficit en oxygène dissous correspond à la proportion (%) du linéaire estuarien (du Pk 202 au Pk 390) pour laquelle la concentration en oxygène dissous a été inférieure au seuil critique de 3 mg/l pendant un minimum de 36 jours durant l'année considérée. La durée annuelle du déficit en oxygène dissous correspond au nombre de jours, pendant lesquels la concentration en oxygène dissous a été inférieure au seuil critique de 3 mg/l sur au moins une zone de l'estuaire.



Evolution de l'indicateur

Dans la partie fluviale de l'estuaire de la Seine, un déficit en oxygène chronique apparaissait en période estivale et automnale jusqu'au milieu des années 2000. Particulièrement important lors de situations de faible débit (<300 m³/s) et de forte température de l'eau (>20°C), ce déficit était en partie dû à des processus biologiques de consommation d'oxygène (nitrification, dégradation de la matière organique). Il pouvait provoquer un dysfonctionnement écologique et mettre en péril la survie d'organismes aquatiques (barrière infranchissable entre l'océan et les eaux continentales pour les poissons migrateurs tels que la truite de mer ou l'anguille).

Ce constat historique a aujourd'hui évolué et l'analyse des mesures d'oxygène montre la remarquable régression de la zone déficitaire en oxygène dans l'estuaire de la Seine depuis les années 1970, avec une moindre amplitude spatiale et une durée plus faible des hypoxies. Aucun déficit majeur en oxygène n'a d'ailleurs été observé par le réseau de suivi de la qualité des eaux de la Seine depuis 2007. Cependant, une succession d'années à faible débit, des températures estivales élevées et des apports de matières biodégradables à la Seine pourraient remettre en cause ce fragile équilibre. En 2016, les mesures en continu du réseau SYNAPSES n'ont pas montré de teneurs en oxygène inférieures à 3mg/l.

Cette amélioration très nette de l'oxygénation des eaux est due aux efforts de traitement des effluents et de contrôle des rejets, aussi bien dans les industries que dans les villes. La refonte des stations d'épuration de l'agglomération parisienne a ainsi permis une amélioration sensible et surtout durable de l'oxygénation des eaux estuariennes.

Sources

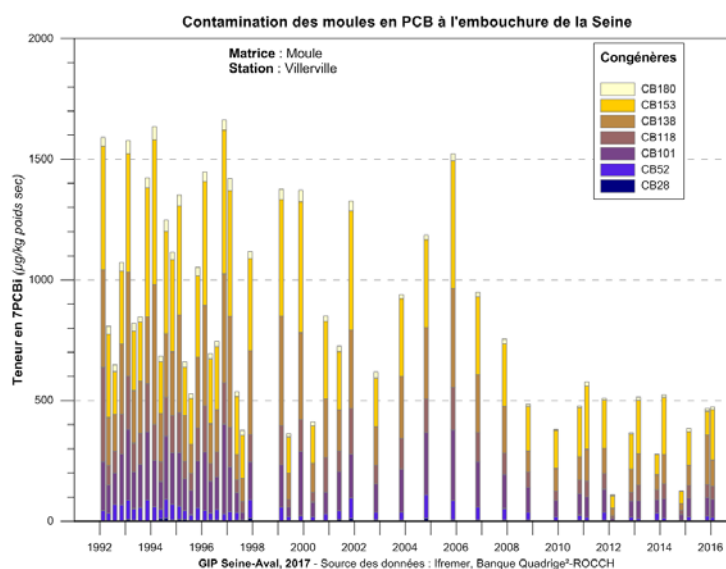
- AESN, **Banque Qualité des Eaux.**
- Fisson C. (coord.), 2014. **Qualité des eaux de l'estuaire de la Seine.** Fascicule Seine-Aval 3.2, 52p.

Contamination en PCB (*Embouchure*)

Thème : Qualité de l'eau	Indicateur : Contamination en PCB (moules)	Secteur : Embouchure (Villerville)
Fréquence de mise à jour : Annuelle	Période de suivi : 1992 - 2016	Mise à jour : 2017

Description de l'indicateur

Le niveau de contamination par les 7PCBi des moules à l'embouchure de l'estuaire de la Seine est issu de prélèvements effectués à Villerville.



Evolution de l'indicateur

D'origine anthropique et fortement utilisés jusque dans les années 1980 pour leur stabilité, les PolyChloroBiphényles (PCB) ont imprégné les différents compartiments environnementaux. Leur forte rémanence et leur liposolubilité expliquent en grande partie qu'ils soient encore retrouvés dans tous les compartiments physiques et biologiques malgré les réglementations de restriction puis d'interdiction de leur usage (1987 en France).

Le suivi de l'imprégnation des moules à l'embouchure de la Seine permet ainsi d'avoir une image de l'évolution de la contamination en PCB. Encore très élevée jusqu'au milieu des années 2000, elle a diminué d'un facteur 3 et semble aujourd'hui stabilisée à quelques centaines de µg/kg de poids sec pour les 7PCBi. Les moules présentes à l'embouchure de la Seine restent cependant les plus contaminées du littoral français ; ce niveau diminuant à mesure que l'on s'éloigne de l'influence du panache de la Seine.

A noter que les teneurs mesurées dans les organismes aquatiques de la Seine posent un problème sanitaire avec des non-respects de la teneur maximale admissible en PCB, ce qui induit l'édiction d'arrêtés interdisant la consommation des poissons pêchés dans l'estuaire de la Seine.

Sources

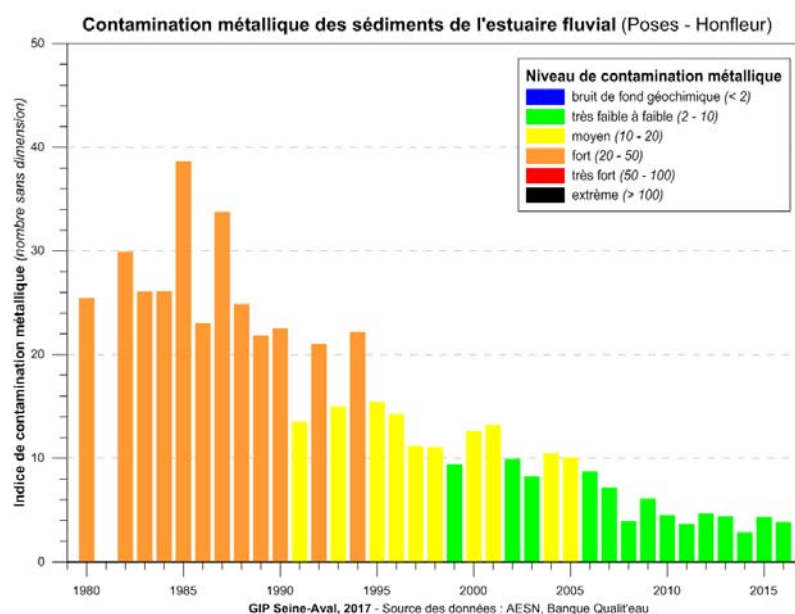
- Dargnat C. & Fisson C., 2010a. **Les PolyChloroBiphényles (PCB) dans le bassin de la Seine et son estuaire**. Etude réalisée par le GIP Seine-Aval, 134p.
- Fisson C., 2012. **Imprégnation des cours d'eau haut-normands par les PCB. Exploitation des résultats du plan local PCB Haute-Normandie 2008-2010**. Etude réalisée par le GIP Seine-Aval, 29p.
- GIP Seine-Aval, 2008. **Contamination par les PCB dans l'estuaire de la Seine**. Fiche thématique du système d'observation de l'état de santé de l'estuaire de la Seine et de son évolution, 6p.
- Ifremer, **Banque Quadrige²-ROCCH**.

Contamination métallique (Poses – Honfleur)

Thème : Qualité de l'eau	Indicateur : Contamination métallique (sédiments)	Secteur : Poses - Honfleur
Fréquence de mise à jour : Annuelle	Période de suivi : 1980 - 2016	Mise à jour : 2017

Description de l'indicateur

L'indicateur de contamination métallique est basé sur les différences entre les teneurs environnementales et les bruits de fond géochimiques en cadmium, cuivre, mercure, plomb, zinc dans les sédiments. Nombre sans dimension, il résulte de la somme des différences relatives observées pour chaque métal (sauf pour le mercure dont le poids relatif a été divisé par 8 en raison de sa variabilité spatiale et temporelle, de la difficulté d'analyse et de sa sensibilité extrême aux impacts anthropiques). Il est calculé pour la zone fluviale de l'estuaire (Poses – Honfleur).



Evolution de l'indicateur

Le calcul annuel de l'indicateur de contamination métallique entre Poses et Honfleur permet d'appréhender l'évolution du niveau de contamination métallique moyen des sédiments de l'estuaire de la Seine sur une trentaine d'années. Une diminution claire de la pression liée aux métaux est visible : d'une contamination forte jusqu'au début des années 1990, la contamination est aujourd'hui faible dans la partie fluviale de l'estuaire. La contamination métallique de la partie orientale de la baie de Seine est quant à elle au niveau du bruit de fond géochimique (teneurs naturelles). Il faut néanmoins garder à l'esprit que cet indicateur est révélateur du niveau moyen de contamination sédimentaire de surface et ne fait pas apparaître les contaminations ponctuelles et les contaminations potentiellement présentes en profondeur.

Cette amélioration de la contamination métallique est à relier aux importantes réductions des rejets industriels (modifications de pratiques, amélioration du traitement des effluents,...) en réponse au durcissement de la réglementation et à la meilleure maîtrise des rejets urbains.

Sources

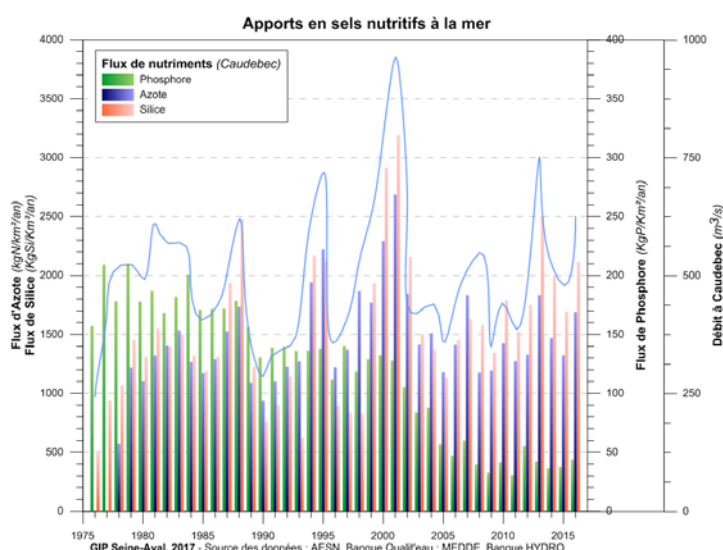
- AESN, **Banque Qualité des Eaux**.
- GIP Seine-Aval, 2008. **Contamination métallique dans l'estuaire de la Seine**. Fiche thématique du système d'observation de l'état de santé de l'estuaire de la Seine et de son évolution, 6p.

Flux de nutriments à la mer (Caudebec-en-Caux)

Thème : Nutriments et phytoplancton	Indicateur : Flux de nutriments à la mer	Secteur : Caudebec-en-Caux
Fréquence de mise à jour : Annuelle	Période de suivi : 1976 - 2016	Mise à jour : 2017

Description de l'indicateur

Les flux de nutriments (Azote, Phosphore et Silice) sont calculés à partir des mesures de nutriment et du débit de la Seine à Caudebec-en-Caux (somme des débits de la Seine à Poses, de l'Andelle et de l'Eure), rapportés à la surface du bassin versant de la Seine en amont de ce point ($\text{kg}/\text{km}^2/\text{an}$).



Evolution de l'indicateur

Selon l'élément nutritif considéré, les profils d'évolution des concentrations dans l'estuaire diffèrent : diminution pour les orthophosphates et l'ammoniac, maintien à un niveau élevé pour les nitrates, niveau stable pour la silice.

L'amélioration observée pour les flux de phosphore 1990-2000 est à mettre en relation avec une meilleure maîtrise des rejets issus des activités anthropiques. Ce flux à la mer s'est stabilisé autour de $40\text{kgP}/\text{km}^2/\text{an}$ depuis une dizaine d'années.

La réduction très sensible de l'ammoniac devrait également se poursuivre dans la décennie à venir grâce à la généralisation du traitement de l'azote dans les stations d'épuration de l'agglomération parisienne.

Concernant les nitrates, la hausse des concentrations dans l'estuaire observée jusqu'en 2011 semble aujourd'hui stoppée, avec un seuil maximal de $30\text{mg}/\text{l}$ qui n'a plus été atteint depuis cette année-là. Cette évolution observée dans les eaux de surface doit cependant être pondérée par celle observée dans les eaux souterraines. Ces dernières présentent des concentrations qui augmentent, révélant la présence d'un réservoir de contamination en nitrates dans l'aquifère de la Craie, principalement alimenté par les apports agricoles. Compte tenu de la tendance à l'extension des zones arables observée depuis les dernières décennies et l'inertie au niveau des aquifères qui a été estimée supérieure à 30 ans, cette tendance à la hausse devrait se poursuivre durant plusieurs années, et ce malgré les efforts du monde agricole pour diminuer l'utilisation des intrants azotés.

Sources

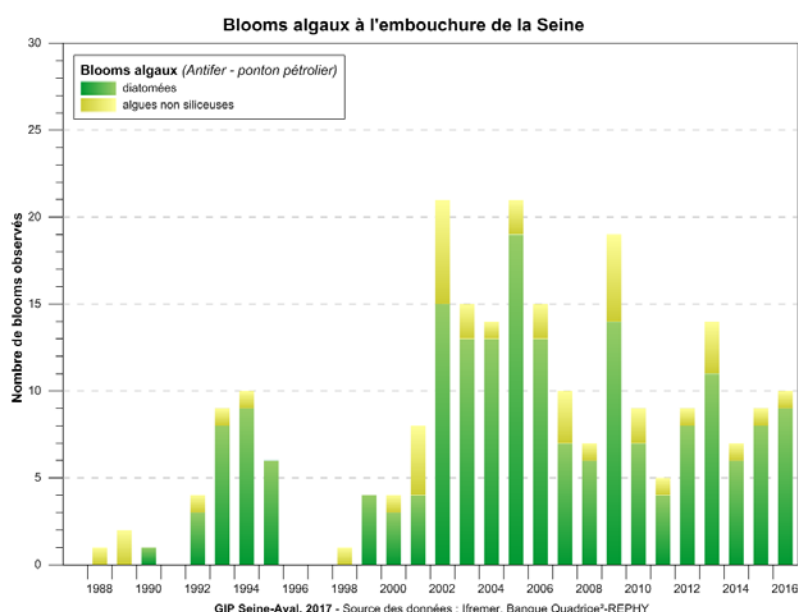
- AESN, **Banque Qualité des Eaux**.
- GIP Seine-Aval, 2008. **Apports en nutriments et potentiel d'eutrophisation**. Fiche thématique du système d'observation de l'état de santé de l'estuaire de la Seine et de son évolution, 6p.

Blooms algaux (Embouchure)

Thème : Nutriments et phytoplancton	Indicateur : Blooms algaux	Secteur : Embouchure (Antifer)
Fréquence de mise à jour : Annuelle	Période de suivi : 1988 - 2016	Mise à jour : 2017

Description de l'indicateur

Le cumul annuel du nombre de blooms est calculé à partir des mesures d'abondance de l'ensemble des espèces phytoplanctoniques à l'embouchure de la Seine. Les blooms relatifs aux algues diatomiques et ceux relatifs aux algues non-siliceuses sont dissociés. Une efflorescence est considérée comme un bloom lorsque : *i*) le seuil de 100 000 cellules par litre est dépassé pour les grandes cellules (>20 µm) ou celles formant des colonies ; *ii*) et le seuil de 250 000 cellules par litre est dépassé pour les petites cellules (comprises entre 2 et 20 µm).



Evolution de l'indicateur

La présence d'éléments nutritifs en excès et le déséquilibre de leur part respective dans le milieu sont en partie responsables des blooms algaux observés en baie de Seine. Ils peuvent parfois engendrer des efflorescences d'algues produisant des phycotoxines pouvant être dangereuses pour la faune aquatique et pour l'homme, *via* la consommation de fruits de mer ayant accumulé ces dernières.

Pour l'estuaire de la Seine, les phénomènes d'efflorescence phytoplanctonique apparaissent le plus souvent en fin d'été et sont restreints au panache immédiat de la Seine. Ces blooms sont largement dominés par les diatomées (algues siliceuses). Toutefois les algues non-siliceuses, indicatrices d'eutrophisation et dont certaines peuvent s'avérer toxiques, sont présentes depuis le début des observations (1988). Leur proportion reste cependant plus faible et le nombre de blooms par année est relativement constant sur les 10 dernières années. Les méthodes d'échantillonnage et la liste des espèces recherchées ayant évolué au cours du temps, les évolutions observées sont à considérer avec précautions.

Sources

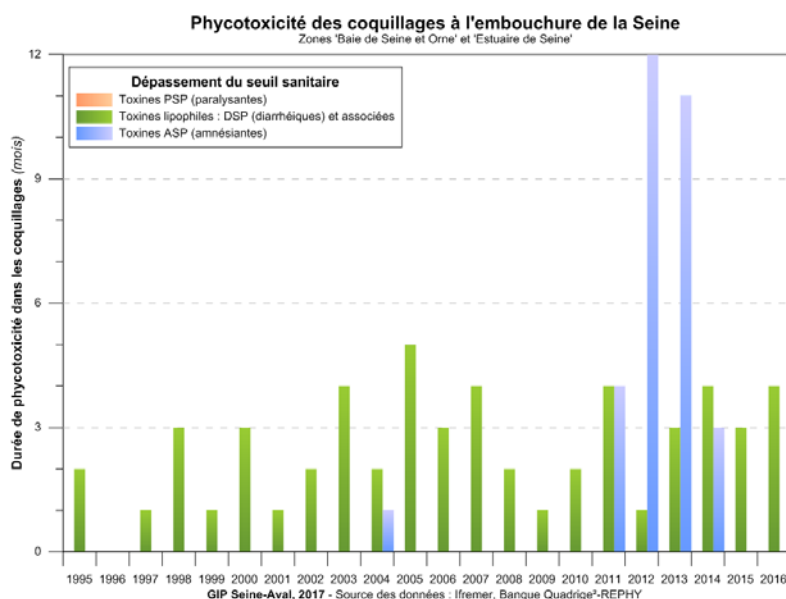
- GIP Seine-Aval, 2009. **Blooms phytoplanctoniques et phycotoxicité en baie de Seine**. Fiche thématique du système d'observation de l'état de santé de l'estuaire de la Seine et de son évolution, 6p.
- Ifremer. **Banque Quadrigé²-REPHY**.

Phycotoxicité (Baie de Seine orientale)

Thème : Nutriments et phytoplancton	Indicateur : Phycotoxicité	Secteur : Baie de Seine orientale
Fréquence de mise à jour : Annuelle	Période de suivi : 1995 - 2016	Mise à jour : 2017

Description de l'indicateur

L'indice de phycotoxicité correspond à la durée (en mois) pour lequel les toxines (ASP, PSP et DSP) dépassent leur seuil sanitaire respectif. Le graphique reprend les dépassements (nombre de mois) pour les zones 'Baie de Seine et Orne' et 'Estuaire de la Seine'.



Evolution de l'indicateur

Les genres toxiques ou nuisibles et les genres indicateurs d'eutrophisation recherchés dans la partie orientale de la baie de Seine sont présents lors des périodes productives, c'est-à-dire au printemps et en été. Dès que les concentrations de ces espèces toxiques (*Dinophysis*, *Alexandrium* et *Pseudo-nitzschia*) dépassent des seuils d'alerte, les toxines concernées sont recherchées dans les coquillages (moules et coquilles St Jacques). En effet, les coquillages filtrent l'eau de mer pour se nourrir du phytoplancton s'y trouvant. Si des espèces phytoplanctoniques toxiques sont présentes dans l'eau, les coquillages accumulent et concentrent les toxines et par conséquent peuvent devenir impropres à la consommation humaine.

Dans la partie orientale de la baie de Seine, les toxines de type PSP (phycotoxines paralysantes de la famille des saxitoxines produites par *Alexandrium*) sont régulièrement recherchées : elles n'ont pas été détectées entre 1995 et 2016. Les toxines de type ASP (acide domoïque produit par *Pseudo-Nitzschia*) ont dépassé le seuil de toxicité pendant plusieurs mois entre 2011 et 2014, phénomène non observée depuis. Quant aux toxines de type DSP (toxines lipophiles diarrhéiques produites par *Dinophysis*), elles sont observées tous les ans (généralement entre août et octobre) à des seuils supérieurs aux recommandations sanitaires. Leur présence entraîne l'édiction régulière d'arrêtés préfectoraux interdisant temporairement la vente et le ramassage de coquillages devenus impropres à la consommation.

Sources

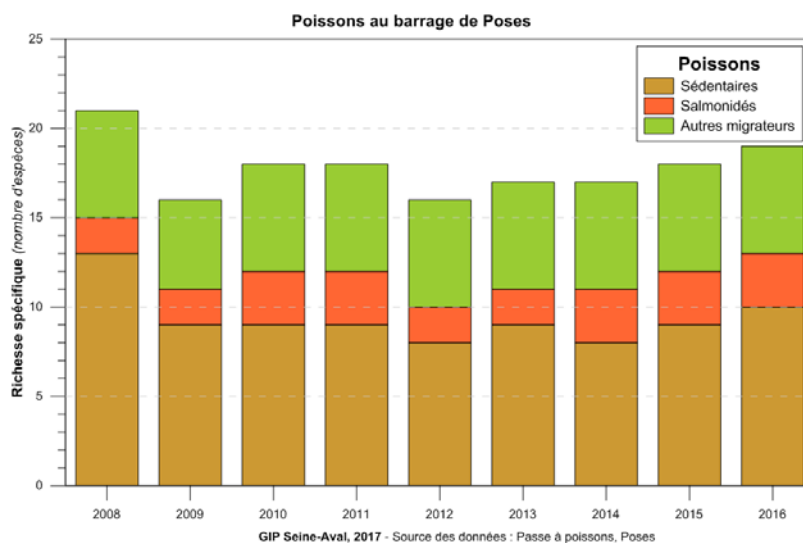
- Ifremer – Laboratoire Environnement Ressources de Normandie, 2017. **Qualité du milieu marin littoral – Bulletin de la surveillance 2016 - Départements : Seine-Maritime, Eure, Calvados et Manche.** 185p.
- Ifremer. **Banque Quadrige²-REPHY.**

Passages de poissons (*Poses*)

Thème : Ichtyofaune	Indicateur : <u>Passages de poissons</u>	Secteur : Poses
Fréquence de mise à jour : Annuelle	Période de suivi : 2008 - 2016	Mise à jour : 2017

Description de l'indicateur

La fréquentation de la passe à poissons de Poses est estimée par le nombre de passages de poissons à la chambre d'observation. Elle permet d'avoir des éléments qualitatifs sur les espèces présentes en Seine et de calculer la richesse spécifique. Cet indicateur est décomposé pour les salmonidés (Saumon atlantique, Truite de mer, Truite fario et arc en ciel), les autres migrateurs (Alose, Anguille, Lamproie marine, Lamproie fluviatile, Mulet) et les espèces d'eau douce sédentaires (Ablette, Amour blanc, Barbeau fluviatile, Brème, Brochet, Carpe, Carassin, Gardon, Perche, Poisson chat, Sandre, Silure, Tanche).



Evolution de l'indicateur

De 2008 à 2016, la richesse spécifique des espèces de poissons observées à la passe à poisson de Poses est relativement stable (entre 16 et 21 espèces observées). Il est noté une présence de grands migrateurs (Salmonidés, Alose, Lamproie, Anguille, Mulet, etc.) et d'espèces d'eau douce sédentaires (Barbeau fluviatile, Silure, Brème, Gardon, etc.)

En termes d'effectif, les grands migrateurs ne présentent pas de résultats constants, avec de fortes fluctuations selon les années (notamment pour la Lamproie fluviatile et l'Anguille dont les effectifs varient de quelques dizaines à plusieurs milliers d'individus). La lamproie marine représente l'espèce migratrice la plus présente. Les salmonidés (Saumon atlantique et Truite de mer) varient de quelques dizaines à quelques centaines d'individus et semblent présenter une tendance à la baisse, avec des populations relictuelles.

Les résultats obtenus pour l'année 2016 sont faibles par rapport aux années précédentes, notamment pour les grands migrateurs. En revanche, durant la crue du mois de juin, des niveaux d'eau comparables entre les bassins amont/aval du barrage a attiré des espèces d'eaux plus calmes comme la carpe ou l'amour blanc.

Sources

- Ciolfi C. & Paporey B, 2017. **Rapport de présentation des résultats 2016**. Rapport du Syndicat mixte de la base de plein air et de loisirs de Léry-Poses pour le Comité de pilotage du projet de système de vidéo-comptage à la chambre d'observation de Poses, 70p.
- Seinormigr, 2014. **Les migrations en Seine**. Seinormag n°1, 30p.

Interdictions de pêche (*Estuaire et baie de Seine*)

Thème : Ichtyofaune	Indicateur : <u>Interdictions de pêche</u>	Secteur : Estuaire et baie de Seine
Fréquence de mise à jour : Annuelle	Période de suivi : ... - 2016	Mise à jour : 2017

Description de l'indicateur

Les interdictions de pêche, de consommation et de vente dans l'estuaire de la Seine et sa baie correspondent aux arrêtés préfectoraux régissant cette activité en estuaire et baie de Seine. Du fait de leur durée limitée dans le temps, les fermetures temporaires des gisements de coquillage liées à la présence de phycotoxines (incluant les DSP et ASP) dans les coquillages ne sont pas considérées, même si des interdictions récurrentes sont généralement observées entre juillet et septembre dans tout ou partie de la baie de Seine.

Cause de l'interdiction	Organisme(s) concerné(s)	Secteur(s)	Arrêtés en vigueur
Classement de salubrité (microbiologie, métaux, HAP, PCB)	Coquillages	Baie de Seine : - 500m autour des centrales nucléaires - 300m autour de l'entrée des ports et de l'embouchure des rivières - dans les ports - zones de clapage - de Trouville à Honfleur (zone 14-020) - estuaire de l'Orne (zone 14-040) - du Havre à Antifer	du 17/07/2014 07-2008 du 31/01/2008 modifié par l'arrêté 18-2009 du 23/03/2009 11-2004 du 05/02/2004
Cadmium	Bulots >70mm	Baie de Seine : zones de production au large des départements 76, 14, 50	du 28/04/2008
PCB	Sardines	Baie de Seine : de Barfleur à Dieppe	10-20 du 08/02/2010
PCB	Anguilles	Baie de Seine : d'Issigny au Tréport départements 76, 14 et 27	08-017 du 23/01/2008
PCB	Tous	Seine : département 76	08-0785 du 30/09/2008
PCB	Brèmes, Silures, Carpes, Barbeaux, Anguilles, Sandres, Gardons, Brochets	Seine : département 27	135-0003 du 15/05/2013

Evolution de l'indicateur

L'estuaire de la Seine et sa baie font l'objet de diverses interdictions permanentes de pêche, touchant à la fois les poissons et les coquillages. Les causes reprises par les arrêtés préfectoraux sont liées au non-respect des normes sanitaires admises, notamment pour les PCB, le cadmium et les micro-organismes pathogènes.

Sources

- DREAL-HN, Préfecture 76, AESN, GIP Seine-Aval, ARS, 2015. **Conseils pratiques et réglementations – Du Havre au Tréport, je pêche saintement et durablement.** Plaquette, 6p.
- Secrétariat Général du Gouvernement. **Légifrance.gouv.fr – Le service public de la diffusion du droit.** [en ligne] <http://legifrance.gouv.fr>

Densité des oiseaux d'eau (Embouchure)*

Thème : Avifaune

Indicateur : Densité des oiseaux d'eau

Secteur : Embouchure (RNNES)

Fréquence de mise à jour : Annuelle

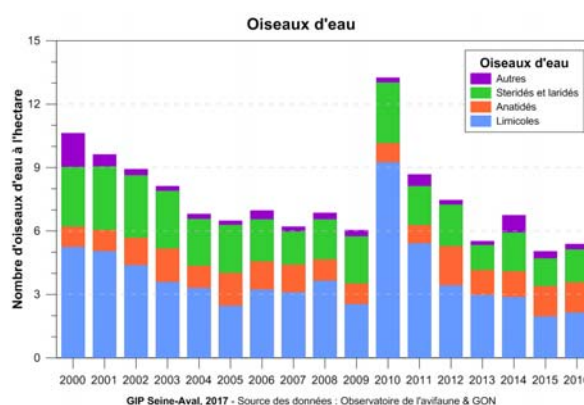
Période de suivi : 2000 - 2016

Mise à jour : 2017

*Du fait d'ajouts de secteurs de prospection lors des décomptes mensuels depuis 2012 et surtout 2013 et 2014, l'indicateur « effectifs d'oiseaux d'eau » a été remplacé par l'indicateur « densité des oiseaux d'eau » pour s'affranchir de ce biais méthodologique.

Description de l'indicateur

La densité annuelle de l'ensemble des espèces d'oiseaux d'eau correspond au cumul des effectifs mensuels de l'année considérée, rapporté à la surface des secteurs prospectés. Ces effectifs sont issus de comptages mensuels réalisés à l'embouchure de l'estuaire de la Seine, au niveau des milieux marins, littoraux et prairiaux de la Réserve Naturelle de l'Estuaire de la Seine. Sont prises en considération toutes les espèces retenues dans les critères RAMSAR. Elles sont regroupées en quatre familles : limicoles ; sternidés et laridés ; anatidés ; autres.



Evolution de l'indicateur

Depuis 1999, 121 espèces d'oiseaux d'eau ont été observées à l'embouchure de la Seine, dont 110 entrent dans les critères RAMSAR. Ces espèces sont dominées par les limicoles (entre 20 et 27 espèces) et les anatidés (entre 15 et 25 espèces). Les sternidés et laridés représentent entre 9 et 14 espèces selon les années.

Une régression régulière des oiseaux d'eau est observée entre 2000 et 2009, avec une densité passant de 10,5 à 6 oiseaux d'eau par hectare, ce qui correspond respectivement à des effectifs proches de 39000 et 22000 oiseaux d'eau. Après une année 2010 marquée par une présence exceptionnelle de limicoles, les densités observées semblent de nouveau régresser, avec des densités inférieures à 6 oiseaux d'eau par hectare en 2015 et 2016. Pour ces années-là, les effectifs correspondants sont compris entre 30 et 35000 oiseaux d'eau, ce qui situe ces effectifs à des valeurs du même ordre de grandeur que celles du début des années 2000.

Le seuil des 20 000 oiseaux permettant de définir un site comme étant d'importance internationale pour les oiseaux d'eau (critères RAMSAR) est dépassé tous les ans.

Sources

- Morel F., 2017. **Suivi annuel des limicoles et anatidés dans l'estuaire de la Seine (année 2016) – Comparaison avec les résultats obtenus depuis 2000.** Etude réalisée par le Groupe Ornithologique Normand, l'Observatoire de l'Avifaune et la Maison de l'Estuaire, 70p.
- Observatoire de l'avifaune de l'estuaire et des marais de la basse Seine. **Données de suivi de l'avifaune.** Maison de l'estuaire et Groupe Ornithologique Normand.

Effectifs d'Avocette élégante (*Embouchure*)

Thème : Avifaune

Indicateur : Effectifs d'Avocette élégante

Secteur : Embouchure (ZPS)

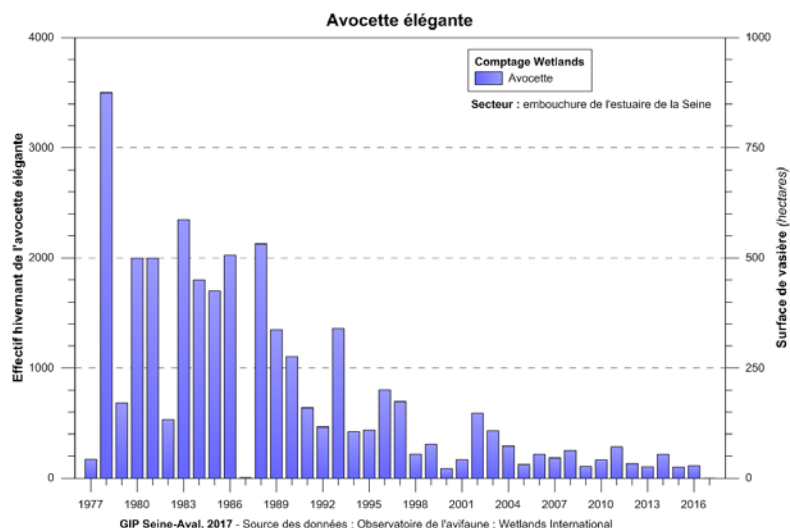
Fréquence de mise à jour : Annuelle

Période de suivi : 1977 - 2017

Mise à jour : 2017

Description de l'indicateur

Les effectifs hivernants de l'avocette élégante (*Recurvirostra avosetta*) sont issus de comptages hivernaux (janvier) réalisés en une vingtaine de points à l'embouchure de l'estuaire de la Seine (sur les terrains classés en ZPS) selon la méthodologie définie par le Wetlands International.



Evolution de l'indicateur

Les oiseaux dits de vase comme le Bécasseau variable, le Canard pilet, le Chevalier gambette, l'Huîtrier pie (en hivernage) ou l'Avocette élégante se nourrissent de vers marins et/ou de gastéropodes sur les vasières intertidales à marée basse. À marée haute, et en attendant que les zones de nurricerie soient de nouveau accessibles, ils sont présents sur des reposoirs de pleine mer. La présence de ces espèces est ainsi localement liée à ces deux paramètres clés témoignant d'une évolution de l'estuaire : 1) surface et productivité des vasières ; 2) disponibilité de surface de reposoir. La notion de dérangement est un critère complémentaire à considérer.

L'évolution des effectifs des oiseaux de vase et particulièrement celui de l'avocette élégante (*Recurvirostra avosetta*) montre une chute depuis le début des suivis, avec un point d'inflexion dans la tendance d'évolution autour des années 2000. La diminution de la surface des vasières associée à la fonctionnalité d'alimentation sous-tend cette perte d'effectif, mais ne peut, seule, expliquer leur variation. La fonctionnalité de repos doit également être considérée, avec les modifications (destruction, nouvelle construction, problèmes de fonctionnement) des reposoirs à l'embouchure et la tranquillité de l'espèce. En 2017, un seul individu a été comptabilisé.

Sources

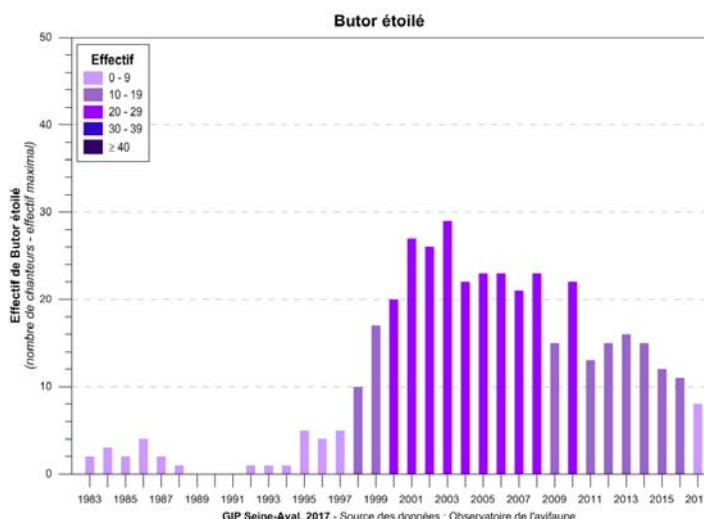
- GIP Seine-Aval & Maison de l'estuaire, 2010. **Les oiseaux d'eau à l'embouchure de l'estuaire de la Seine.** Fiche thématique du système d'observation de l'état de santé de l'estuaire de la Seine et de son évolution, 6p.
- Observatoire de l'avifaune de l'estuaire et des marais de la basse Seine. **Données de suivi de l'avifaune.** Maison de l'estuaire et Groupe Ornithologique Normand.
- Ranvier G. & Simon F., 2013. **La ZPS « Estuaire et marais de la basse Seine » - Evaluation de l'état de conservation – Populations d'oiseaux et occupation du sol.** Etude réalisée par l'observatoire de l'avifaune, 132p.

Effectifs de Butor étoilé (*Embouchure*)

Thème : Avifaune	Indicateur : Effectifs de Butor étoilé	Secteur : Embouchure (ZPS)
Fréquence de mise à jour : Annuelle	Période de suivi : 1983 – 2017	Mise à jour : 2017

Description de l'indicateur

Les effectifs annuels de mâles chanteurs butor étoilé (*Botaurus stellaris*) sont issus de comptages réalisés à l'embouchure de l'estuaire de la Seine.



Evolution de l'indicateur

Le butor étoilé est présent dans l'estuaire de la Seine en période de nidification, d'hivernage et de migrations post et pré-nuptiales. Il fréquente les massifs de roselières humides et utilise les mares et les fossés pour s'alimenter. L'estuaire est un site majeur pour cette espèce au niveau national et un programme européen LIFE a été mené sur le site entre 2001 et 2006.

Depuis 1983 et jusqu'en 1995, la population de butor étoilé à l'embouchure de l'estuaire et dans les boucles de la Seine oscillait entre 1 et 4 individus (autour de 1% de la population nationale), mais le suivi n'était pas exhaustif. A partir de 1995, la population captée par les suivis a crû pour atteindre, en 2001 et 2003, un maximum proche de 30 mâles chanteurs (soit près de 10% de la population nationale). Cette croissance des effectifs entre 1995 et 2003 pourrait s'expliquer par : *i*) l'amélioration des techniques de dénombrement au cours du programme LIFE ; *ii*) la mise en place de cahiers des charges pour la coupe des roseaux et la gestion des mares ; *iii*) l'augmentation des surfaces de roselières et des surfaces en eau. En effet, un lien entre l'évolution de la population de butor étoilé et les surfaces de phragmitaies (formations végétales essentiellement formées de roseaux) et les plans d'eau semble se dégager : plus ces habitats croissent, plus la population augmente, bien qu'un décalage de quelques années soit nécessaire pour l'installation du butor.

Depuis 2001, la population est inférieure à 20 mâles chanteurs, avec des effectifs particulièrement faibles pour 2017 (8 mâles chanteurs).

Sources

- Observatoire de l'avifaune de l'estuaire et des marais de la basse Seine. **Données de suivi de l'avifaune.** Maison de l'estuaire et Groupe Ornithologique Normand.
- Provost P., 2007. **Sélection de l'habitat et comportement chez le butor étoilé (*Botaurus stellaris*).** Ecole pratique des hautes études. Sciences de la vie et de la terre. 123 p + annexes.

Le constat d'anthropisation de l'estuaire de la Seine est aujourd'hui bien documenté et montre 1) le rôle des aménagements industrialo-portuaires dans les dynamiques héritées des XIX^{ème} et XX^{ème} siècles (accélération du comblement naturel de l'estuaire, aménagement des berges, diminution de la surface en eau et des zones intertidales, déconnexion et assèchement de zones humides,...) et 2) le poids des pressions industrielles, urbaines et agricoles sur la qualité des eaux et la contamination des sédiments et du biote. Depuis une vingtaine d'années, la prise en compte de la dimension environnementale dans les projets d'aménagements se traduit par la mise en place : 1) de mesures de réduction des rejets pour améliorer la qualité des eaux et 2) de mesures compensatoires et d'accompagnement pour réduire et compenser les conséquences dommageables des projets sur l'environnement, avec une priorité donnée à la circulation et aux échanges d'eau, ainsi qu'à la sauvegarde ou la reconstitution de vasières et de chenaux pour leur richesse écologique.

L'évolution des indicateurs repris dans ce document permet de suivre l'évolution de l'estuaire de la Seine dans ses principales composantes [Tableau I].

Tableau I : Evolution des indicateurs environnementaux.

Indicateur		Secteur	Période	Tendance générale*	Evolution*
Morphologie	Maturité	Poses – Le Havre	1750 - 2005	NP	NP
	Aménagement des berges	Poses - Tancarville	1847 - 2008	NP	NP
	Surface marnante	Poses – Cap de la	2013	NP	NP
	Surface de vasière intertidale	Embouchure (rive droite)	2006 – 2016		=
Qualité de l'eau	Déficits en oxygène	Poses – Baie de	1970 – 2016		+
	Contamination en PCB	Embouchure	1992 – 2016		+
	Contamination métallique (sédiments)	Poses – Honfleur	1980 – 2016		+
Nutriments et phytoplancton	Flux en nutriments à la	Caudebec-en-Caux	1978 – 2016		=
	Flux en nutriments à la mer (phosphore)	Caudebec-en-Caux	1976 – 2016		+
	Blooms algaux	Embouchure	1988 – 2016		-
	Phycotoxicité	Baie de Seine	1995 – 2016		=
Ichtyofaune	Passage de poissons	Poses	2008 – 2016		=
	Interdictions de pêche	Poses – Baie de Seine	... - 2016	/	/
Avifaune	Densité des oiseaux d'eau	Embouchure (ZPS)	2000 – 2016		=
	Effectifs d'Avocette	Embouchure (ZPS)	1977 – 2017		-
	Effectifs de Butor étoilé	Embouchure (ZPS)	1983 – 2017		-

* Non Pertinent (NP) : L'évolution de ces indicateurs est lente et leur fréquence de mise à jour décennale, ce qui les rend non pertinents pour un suivi annuel. Ils sont présentés à titre indicatif.

La qualité de l'eau de l'estuaire de la Seine est le reflet des pressions qui s'exercent sur son bassin versant et porte l'empreinte de son histoire et des efforts menés pour limiter les rejets. De nombreuses améliorations sont à noter (baisse de la contamination métallique, amélioration de l'oxygénation, réduction des flux de phosphore et d'ammoniac, stabilisation des concentrations en nitrates, etc.) et sont à mettre en lien avec la réduction des rejets, l'amélioration des capacités de traitement des effluents et l'évolution des pratiques. Néanmoins, des préoccupations persistent sur les effets liés à la contamination chimique (HAP, PCB, pesticides, etc.), des questions se posent sur les contaminants d'intérêt émergent (PBDE, phtalates, résidus médicamenteux, etc.), les stocks de contaminants et sur les paramètres déclenchant les blooms algaux en baie de Seine. Au-delà des effets visibles à divers niveaux des réseaux trophiques, la qualité dégradée de l'eau de l'estuaire de la Seine justifie l'état « mauvais » des trois masses d'eau estuarienne au titre de la DCE, ainsi que la réglementation de l'activité de pêche pour des raisons sanitaires, notamment en lien avec les PCB.

Le nombre d'espèces de poissons présents en Seine est relativement important (105 espèces ont été recensées entre le barrage de Poses et la baie de Seine orientale) et des passages de grands migrateurs (salmonidés, lamproie, alose, anguille) sont observés tous les ans à Poses. La composition de ces peuplements ichtyologiques est comparable aux autres grands estuaires nord-Atlantique, mais les abondances observées restent faibles et certaines espèces sont quasi absentes ou dans un état de santé non optimal. Cette situation est liée au manque de disponibilité (faible surface et accessibilité réduite) des habitats nécessaires au bon déroulement du cycle biologique des espèces (reproduction, croissance, etc.) et peut mettre en péril le maintien ou le développement des populations, dont un ou plusieurs habitats sont menacés. Cette dégradation des habitats estuariens (diminution des surfaces d'habitats telles que les zones intertidales, perte de connectivité latérale, qualité dégradée des habitats de l'embouchure, etc.) s'est en outre accompagnée d'une compartimentation marquée de l'estuaire, avec une déconnexion amont/aval cantonnant le peuplement dulçaquicole à l'amont de Rouen. La qualité des eaux a également joué un rôle dans la raréfaction ou la disparition de certaines espèces, notamment de migrateurs, mais les améliorations observées depuis plusieurs années (notamment l'oxygène) ont permis d'initier le retour de ces espèces.

L'estuaire de la Seine présente un intérêt fort pour l'avifaune (environ 200 espèces régulières, dont 121 espèces d'oiseaux d'eau) et abrite divers habitats permettant d'assurer des fonctions biologiques primordiales pour ce compartiment biologique. De nombreuses espèces sont ainsi observées dans l'estuaire de la Seine, utilisé comme halte migratoire, zone de nidification et d'alimentation. Le suivi des populations d'oiseaux rend compte du lien fort entre les exigences écologiques des espèces, la disponibilité des habitats et la gestion du milieu. Il témoigne ainsi de l'évolution du milieu et montre la continentalisation des terrains à l'embouchure de la Seine (diminution des surfaces de vasières, perte de zones humides, indisponibilité de reposoirs de pleine mer, évolution du mode de gestion des roselières, etc.).



L'interprétation des évolutions constatées à travers les différents indicateurs proposés se base sur des observations pluri-annuelles. Seule cette lecture à moyen terme permet de s'assurer de la validité des inflexions observées ou de la continuité des tendances, qu'elles soient à la hausse, à la baisse ou la stagnation. Pour autant, quelques éléments marquants venant confirmer les tendances décrites dans le document peuvent être mis en avant pour l'année 2016 :

- 4^{ème} année de suivi consécutive avec une surface du domaine vaseux à l'embouchure de la Seine supérieure à 600ha ;
- 10^{ème} année consécutive sans déficit en oxygène mesuré en Seine ;
- 11^{ème} année avec un indice de contamination métallique dans les sédiments estuariens inférieur à 10 ;
- 4^{ème} année consécutive avec un flux de phosphore apporté à la mer inférieur à 50 kg/an/km² ;
- 2^{ème} année consécutive sans épisode de phycotoxicité (ASP) observé à l'embouchure de la Seine ;
- 9^{ème} année avec plus de 15 espèces de poissons observées à la passe à poisson de Poses ;
- 5^{ème} année (2017) de baisse des effectifs de butor étoilé (mâles chanteurs à l'embouchure) ;
- 2^{ème} année (après 2015) avec la densité d'oiseaux d'eau la plus faible à l'embouchure.

■ ■ ■ ■ ■ POUR PLUS D'INFORMATIONS SUR LE GIP SEINE-AVAL

www.seine-aval.fr

CONTACT

Groupement d'Intérêt Public Seine-Aval
Pôle Régional des Savoirs
115 boulevard de l'Europe
76100 ROUEN
Tél : 02 35 08 37 64
gipsa@seine-aval.fr

En cas d'utilisation de données ou d'éléments de ce rapport, il devra être cité sous la forme suivante :

GIP Seine-Aval, 2017. **Indicateurs environnementaux pour le suivi de la DTA de l'estuaire de la Seine**. Rapport du GIP Seine-Aval pour la DREAL de Normandie, 20p.

Le GIP Seine-Aval ne saurait être tenu responsable d'évènements pouvant résulter de l'utilisation et de l'interprétation des informations mises à disposition.

Pour tout renseignement, veuillez contacter le GIP Seine-Aval.

Les membres financeurs du GIP Seine-Aval sont :

