



**Seine-Aval**  
GROUPEMENT D'INTÉRÊT PUBLIC

# Contextes climatique, morphologique & hydro-sédimentaire : Apports en eau douce à l'estuaire de la Seine

## Problématique

Un estuaire est caractérisé par l'opposition de deux forces : *i*) les apports en eau douce, stockés en quantité et en durée variables dans l'estuaire, qui s'écoulent vers le large ; *ii*) la marée, dont la propagation entraîne une remontée de la salinité dans l'estuaire et une inversion des courants. Les apports en eau douce sont très variables et sont fonction des caractéristiques climatiques et hydrologiques du bassin versant. En ce qui concerne l'estuaire de la Seine, le bassin versant du fleuve draine une surface de 79 000 km<sup>2</sup> (14% de la surface métropolitaine) abritant 3 métropoles majeures (Paris, Rouen, Le Havre) et concentrant 26% de la

population française, 50% du trafic fluvial national, 40% de l'activité économique et 30% de l'activité agricole. Les apports naturels en eau douce à l'estuaire ont trois origines : *i*) les apports amont du fleuve caractérisés par le débit au barrage de Poses (limite artificielle à la propagation de la marée, il constitue la limite amont de l'estuaire) ; *ii*) les apports des affluents le long de l'estuaire ; *iii*) les apports souterrains, et notamment l'aquifère de la Craie. Ainsi, il est nécessaire de prendre en compte les apports en eau douce dans leur globalité pour appréhender au mieux les processus hydrologiques impactant l'estuaire de la Seine.



*Le barrage de Poses (C. Fisson).*



# Apports en eau douce à l'estuaire de la Seine

## Situation

### Des apports amont qui fluctuent

Les apports amont constituent les volumes d'eau de la Seine entrant dans l'estuaire au niveau du barrage de Poses. Ils sont représentés par le débit moyen annuel et les débits moyens mensuels minimaux et maximaux [figure 1]. Depuis les premières mesures en 1941, les valeurs du débit oscillent suivant des cycles plus ou moins réguliers autour d'une valeur moyenne annuelle de 435 m<sup>3</sup>/s (534 m<sup>3</sup>/s sur les dix dernières années). Les débits minimaux sont généralement observés entre août et octobre et les débits maximaux entre janvier et mars. Sur la période de temps étudiée, l'année 2001 offre le débit moyen annuel le plus fort (903 m<sup>3</sup>/s) et l'année 1949 le débit moyen annuel le plus faible (195 m<sup>3</sup>/s).

Les données journalières de débit permettent d'apprécier les fluctuations du

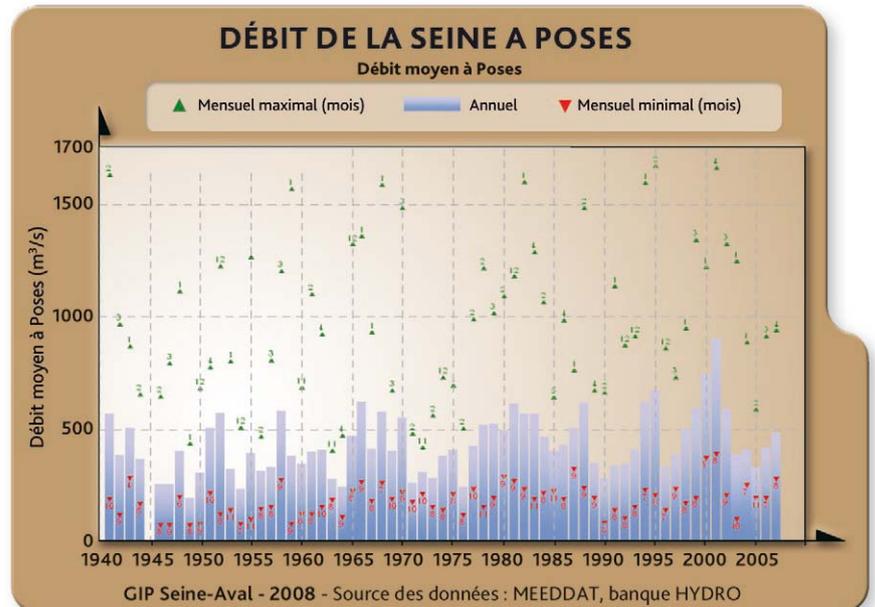


Figure 1 : Débit de la Seine à Poses : moyenne annuelle ; moyennes mensuelles minimales et maximales.

#### Evolution des techniques de mesure du débit au barrage de Poses :

- 1941 à 1994 : calcul fonction de la pente du plan d'eau entre le barrage de Poses et celui de Port Mort ;
- 1995 à 2003 : mesure au barrage de Poses par une sonde automatique ;
- depuis 2004 : calcul fonction du débit de la station de mesures de Poissy (125 km en amont de Poses), selon la formule suivante :  $Q_{Poses} = Q_{Poissy} \times 1.08$ .

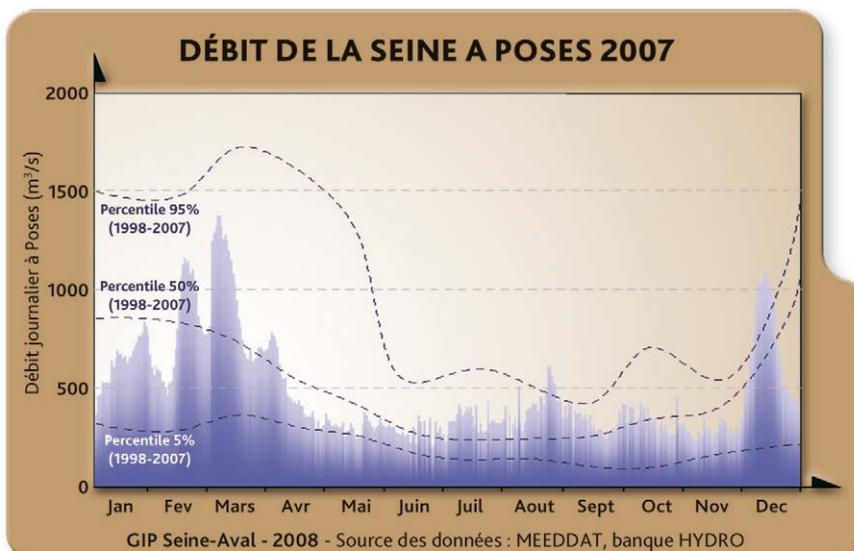


Figure 2 : Débit journalier de la Seine à Poses durant l'année 2007.

régime hydrologique tout au long d'une année. En 2007, le débit moyen s'élève à 485 m<sup>3</sup>/s, avec un maximum calculé au barrage de Poses de 1372 m<sup>3</sup>/s les 5 et 6 mars et un minimum de 203 m<sup>3</sup>/s le 24 juin [figure 2]. L'année 2007 offre des mois de janvier, mai et novembre avec un débit inférieur aux normales saisonnières. A l'inverse, les débits des mois de février, mars, août et surtout décembre sont supérieurs aux normales.

Les apports amont en eaux douces représentent, pour 2007, plus de 15 Milliards de m<sup>3</sup>.

## Des apports intra-estuariens non négligeables en période d'étiage

En complément des apports amont en eau douce, les apports intra-estuariens jouent un rôle non négligeable et sont à considérer dans l'évaluation du débit de la Seine dans son estuaire. Par exemple, en période d'étiage soutenu et compte tenu de la faible variabilité du régime hydrologique des cours d'eau haut-normands comparé à celui de la Seine, les affluents débouchant dans l'estuaire peuvent représenter jusqu'à 30% du débit au barrage de Poses [DIREN Haute-Normandie, 2004]. En revanche, en période de crue, les apports hydriques latéraux ne représentent que 12% [Durand & Laignel, 2002].

La répartition spatiale des affluents le long de la Seine, ainsi que la moyenne respective de leurs débits

annuels entre 1995 et 2007 sont représentées sur la figure 3. Sur ces dix dernières années, l'année 2001 présente le débit moyen le plus fort aux affluents (débit cumulé en 2001 de  $107 \text{ m}^3/\text{s}$ ). Sur cette décennie, la part des affluents dans le débit total de l'estuaire de la Seine est proche de 10 %.

Parmi les affluents estuariens dont le débit a été calculé ou évalué [tableau I], trois se détachent particulièrement sur ces dernières années : l'Andelle avec un débit de  $8.1 \text{ m}^3/\text{s}$ , la Risle avec un débit de  $17 \text{ m}^3/\text{s}$  et l'Eure dont le débit est le plus important,  $26.5 \text{ m}^3/\text{s}$ . Les valeurs de débit des autres affluents sont beaucoup plus faibles, avec un minimum pour le Robec de  $0.4 \text{ m}^3/\text{s}$  et un maximum pour le Cailly de  $3.1 \text{ m}^3/\text{s}$ . Tous ces affluents ayant un faible débit sont localisés sur la rive droite, et plus précisément sur les rives concaves dominées par des falaises. Ces topographies offrent des fortes pentes et favorisent des écoulements de type torrentiel lors d'épisodes orageux [Guézennec et al., 1999].

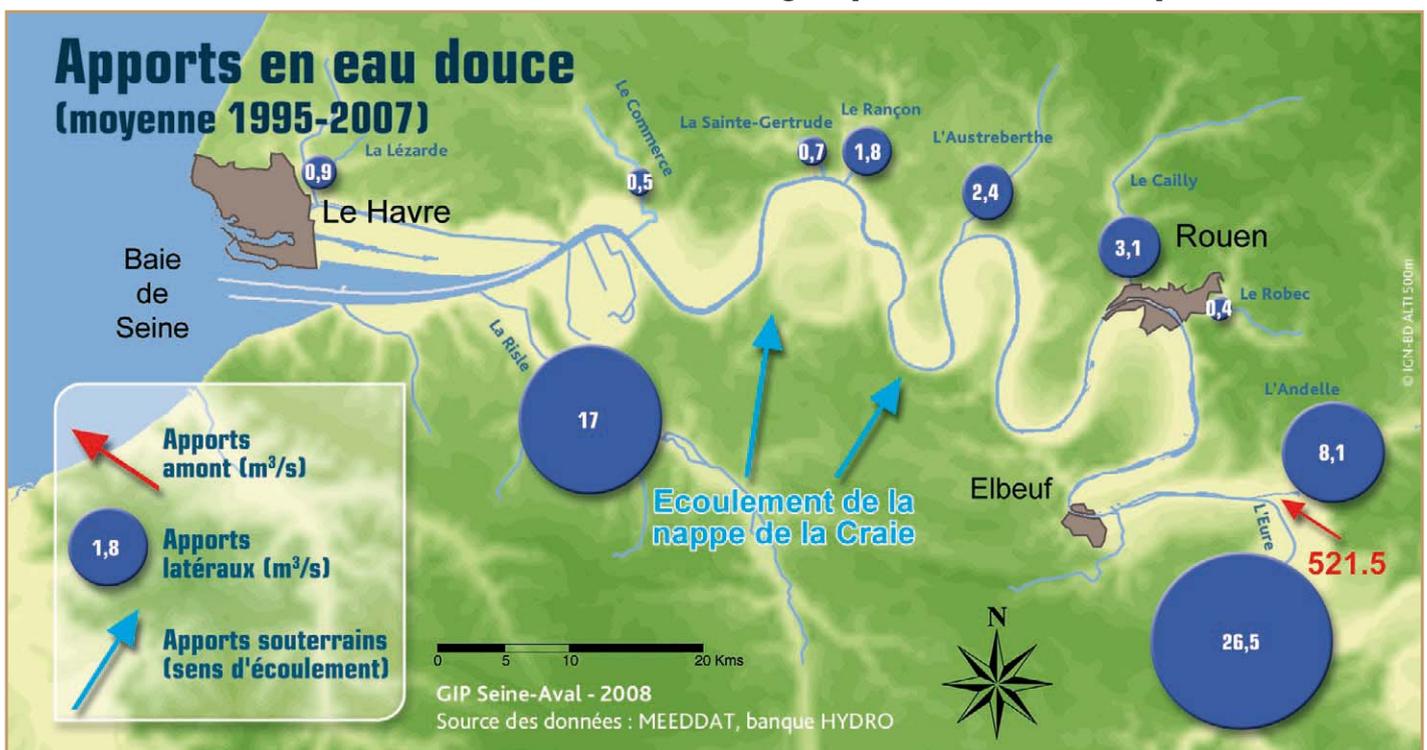


Figure 3 : Débits moyens annuels des principaux affluents de l'estuaire de la Seine et de la Seine à Poses (1995-2007).

## Des apports souterrains qui alimentent l'estuaire de la Seine

L'estimation globale des apports souterrains provenant des aquifères montre qu'ils peuvent atteindre jusqu'à 25% du flux annuel de la Seine, notamment dans le bassin versant sud de la Seine entre Elbeuf et la Risle. Ces apports sont soutenus par un cadre structural régional spécifique. Les zones privilégiées de réalimentation de la Seine par l'aquifère concernent principalement le val de Seine en aval de Rouen [figure 3], ce qui s'explique par la présence d'un réseau de failles et d'un affaissement relatif des compartiments sud, facilitant l'écoulement des eaux souterraines du sud-ouest vers le nord-ouest. Ces zones sont mises en évidence par la présence de marais et zones humides liés aux remontées de l'aquifère, comme le marais Vernier ou les marais entre Berville et Honfleur [Dupont et al., 2006].



Confluence du Commerce et de la Seine (S. Moussard).

Année	La Lézarde	La Risle	Le Commerce	La Sainte-Gertrude	La Rançon	L'Austreberthe	Le Cailly	Le Robec	L'Andelle	L'Eure	Total affluents	La Seine	Part des affluents (%)
1995	1,7	-	0,9	-	-	-	4,2	0,4	11,1	30,7	49,0	677,8	6,7
1996	0,5	-	0,3	-	-	-	2,1	0,4	5,5	18,3	27,1	334,8	7,5
1997	0,1	-	0,3	0,4	1,0	1,4	1,9	0,3	4,9	18,8	29,2	391,1	6,9
1998	0,6	-	0,4	0,7	1,7	2,3	2,5	0,4	6,6	21,1	36,4	504,0	6,7
1999	1,1	15,2	0,6	1,0	2,3	3,1	3,8	0,4	9,0	22,6	59,1	597,6	9,0
2000	1,3	22,5	0,7	1,1	2,7	3,5	4,3	0,4	11,6	35,1	83,3	749,7	10,0
2001	2,0	28,4	1,1	1,4	3,4	4,3	5,4	0,4	14,7	45,7	106,9	902,8	10,6
2002	1,1	21,6	0,6	0,9	2,2	2,9	3,8	0,4	10,2	37,9	81,5	591,5	12,1
2003	0,8	17,7	0,5	0,7	1,7	2,3	3,1	0,4	8,3	29,0	64,5	386,0	14,3
2004	0,5	13,2	0,4	0,5	1,2	1,7	2,2	0,4	5,9	24,6	50,4	410,6	10,9
2005	0,6	10,2	0,4	0,4	1,1	1,6	2,0	0,4	5,2	20,7	42,6	331,5	11,4
2006	0,5	11,1	0,4	0,5	1,2	1,7	2,2	0,4	5,7	20,1	43,7	417,7	9,5
2007	0,9	13,4	0,5	0,6	1,6	2,1	2,6	0,4	6,9	20,5	49,6	485,0	9,3

- données non renseignées

Tableau I : Débits moyens annuels des principaux affluents de l'estuaire de la Seine.

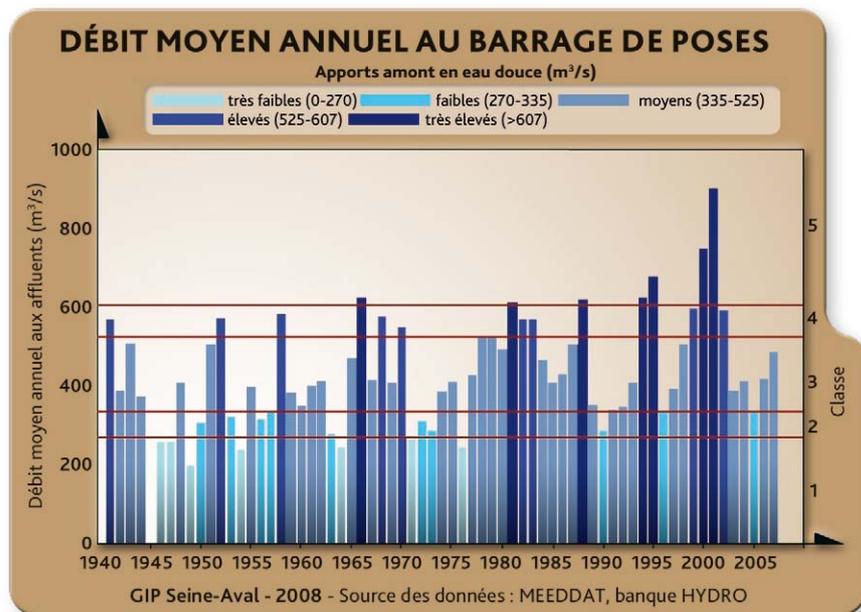


# Apports en eau douce à l'estuaire de la Seine

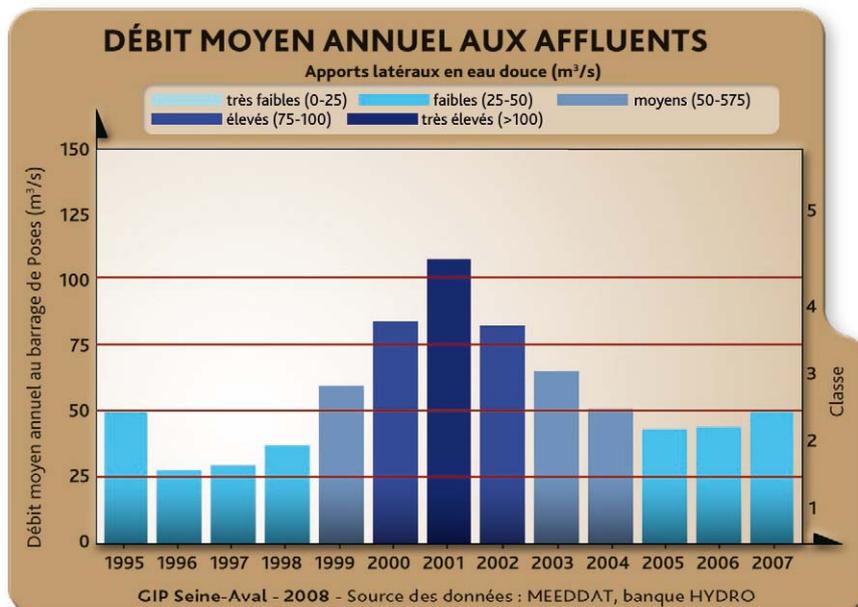
## L'essentiel

Les apports naturels en eau douce à l'estuaire de la Seine ont trois origines : les apports amont de la Seine, les apports intra-estuariens des affluents de l'estuaire et les apports souterrains des nappes. Suivant la période hydrologique considérée, le rapport entre ces sources fluctue : les affluents et les nappes deviennent des sources non négligeables en période d'étiage, alors que les apports amont sont prépondérants en période normale et en période de crue.

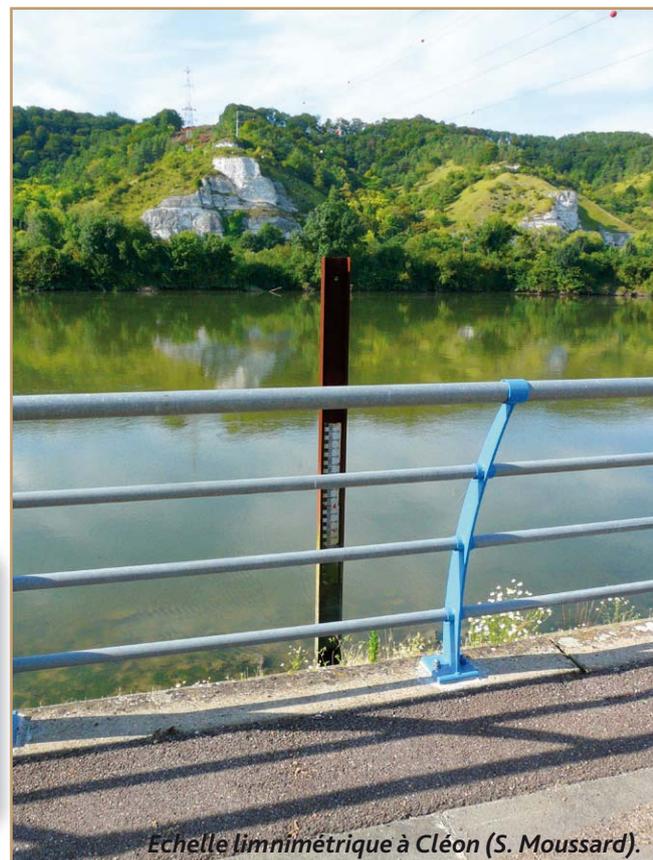
Le suivi du débit moyen de la Seine au barrage de Poses met en évidence des cycles pluriannuels, mais pas de réelle évolution. Il reste essentiel de s'intéresser à l'évolution à long terme de ces apports, en raison de la probable modification des régimes hydrologiques liée aux changements climatiques [Ducharne *et al.*, 2003].



Indicateur 1 : Débit moyen annuel de la Seine au barrage de Poses.



Indicateur 2 : Débit moyen annuel aux affluents de l'estuaire de la Seine.





# Apports en eau douce à l'estuaire de la Seine

## Sources et méthodes

### Figure 1

Les débits moyens mensuels ( $m^3/s$ ) de la Seine sont calculés à partir des données journalières des débits au barrage de Poses. Les moyennes annuelles correspondent à la moyenne des moyennes mensuelles de l'année considérée.

[Source des données : MEEDDAT, Banque HYDRO]

### Figure 2

Le débit journalier ( $m^3/s$ ) de la Seine en 2007 est calculé au barrage de Poses, à partir du débit mesuré à Poissy (125 km en amont de Poses), selon la formule suivante :  $Q_{Poses} = Q_{Poissy} \times 1.08$ . Les percentiles sont calculés mensuellement sur les données journalières de débit pour la période 1998-2007.

[Source des données : MEEDDAT, Banque HYDRO]

### Figure 3 et Tableau 1

Les débits moyens annuels des principaux affluents de l'estuaire de la Seine sont issus de données et de méthodes de calcul de la DIREN Haute Normandie. Pour les affluents dont la station la plus aval est loin de la confluence avec la Seine, des coefficients sont déterminés pour estimer au mieux le débit arrivant en Seine. Pour les affluents sans stations

hydrométriques, des coefficients interbassins sont utilisés. Ces résultats permettent d'obtenir un ordre de grandeur cohérent des apports internes en eau douce par les affluents de l'estuaire de la Seine.

[Source des données : MEEDDAT, Banque HYDRO]

### Indicateur 1

Le débit moyen annuel de la Seine ( $m^3/s$ ) est calculé à partir des données journalières des débits mesurés ou calculés au barrage de Poses. Le calcul de cet indicateur correspond au module des débits, c'est-à-dire à la moyenne des moyennes mensuelles de débit.

[Source des données : MEEDDAT, Banque HYDRO]

### Indicateur 2

Le débit moyen annuel aux affluents est calculé à partir des données journalières des débits mesurés ou calculés aux différents affluents de l'estuaire de Seine (Lézarde, Risle, Commerce, Saint-Gertrude, Rançon, Austreberthe, Cailly, Robec, Andelle, Eure). Le calcul de cet indicateur correspond à la somme des modules des débits de chaque affluent, c'est-à-dire à la somme des moyennes des moyennes mensuelles de débit à chaque affluent.

[Source des données : MEEDDAT, Banque HYDRO]

## Références Bibliographiques

- Direction Régionale de l'Environnement Haute-Normandie, 2004. Caractéristiques hydrologiques des principaux bassins versants régionaux. [en ligne] <http://www.haute-normandie.ecologie.gouv.fr/Annuaire/Carachydro.htm>
- Ducharne A., Théry S., Viennot P., Ledoux E., Gomez E., Michel Déqué M., 2003. Influence du changement climatique sur l'hydrologie de la Seine. Vertigo, vol 4, No 3, 13 p. [http://www.vertigo.uqam.ca/vol4no3/art3vol4no3/agnes\\_ducharne.pdf](http://www.vertigo.uqam.ca/vol4no3/art3vol4no3/agnes_ducharne.pdf)
- Dupont J.P., Fournier M., Massei N., Valdès D., Dupuis E., Slimani S., Laignel B., 2006. Contribution de l'aquifère de la craie au débit de la Seine aval : suivi et interprétation des données hydrologiques acquises sur le site témoin de Norville. Rapport Seine-Aval 2005, thème 3, 21 p.
- Durand A., Laignel B., 2002. Apports fluviaux latéraux à l'estuaire de Seine (parts respectives des facteurs naturels et humains de l'érosion). Rapport Seine-Aval 2001, thème 2, 13p.
- Guézennec L., Romaña L.A., Goujon R., Meyer R., 1999. Un estuaire et ses problèmes. Programme Scientifique Seine-Aval, Fascicule n°1, 29 p. Editions Ifremer, Plouzané (France). ISBN 2 84433 026-6
- Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire, 2007. Banque HYDRO. [en ligne] <http://www.hydro.eaufrance.fr>

Cette fiche thématique s'intègre dans le système d'observation de l'état de santé de l'estuaire de la Seine.

Elle est éditée par le Groupement d'Intérêt Public Seine-Aval - 12 avenue Aristide Briand - 76000 Rouen [www.seine-aval.fr](http://www.seine-aval.fr)

Conception, rédaction : GIP Seine-Aval  
Président : Alain Le Vern  
Directeur : Loïc Guézennec  
Contact : [gipsa@seine-aval.fr](mailto:gipsa@seine-aval.fr)  
Infographie : Quai 24, Le Havre  
Crédits photos : GIP Seine-Aval  
Tirage : 1000 exemplaires  
ISSN : en cours

Le GIP Seine-Aval est financé par :

