



## Les mouvements

La marée dynamique

# Les amplitudes de l'onde de marée

# Les amplitudes de l'onde de marée

## Préambule

La première version de l'indicateur éditée en 2002 caractérise l'onde de marée : marnage, distance de propagation et localisation du point caractéristique. Ces paramètres ne présentent pas d'évolution significative sur la période 1996-2001.

Cette fiche constitue une mise à jour de cette analyse sur la période 1996-2011. L'étude des paramètres de l'onde de marée est complétée par l'évolution du marnage depuis la fin du XIX<sup>e</sup> siècle.



## Objectif définition

L'onde de marée se transmet à la masse d'eau de la partie la plus aval des fleuves, lui communiquant son énergie, modulée par celle du débit fluvial qui s'y oppose. Au cours de sa propagation, l'onde de marée s'amplifie puis, confrontée à l'augmentation de la pente du lit de la Loire, elle s'amortit jusqu'à disparaître en un point où les variations du niveau de l'eau ne sont plus dictées que par la seule influence fluviale. La distance de ce point à l'embouchure définit l'**amplitude longitudinale** de l'onde de marée. L'**amplitude verticale**, ou marnage, est la différence entre le niveau de pleine mer et celui de la basse mer suivante.

Les amplitudes de l'onde de marée dépendent du coefficient de marée - plus il est élevé plus les amplitudes sont fortes - et du débit - plus il est élevé moins les amplitudes sont fortes.

Ces deux paramètres sont utilisés pour suivre l'équilibre dynamique de l'estuaire entre les influences marine et fluviale.

L'objectif de l'indicateur est de suivre les amplitudes de l'onde de marée pour deux situations de référence, de 1996 à 2011. L'évolution du marnage à Saint-Nazaire et à Nantes depuis 1876 est également étudiée.

TABLEAU L1 A1 - 1

### Situations de référence

N°	Libellé	Coefficient de marée	Débit à Montjean (m <sup>3</sup> /s)
1	Vives eaux et étiage	90 ≤ coeff. ≤ 100	240 ≤ Q ≤ 260
5	Mortes eaux et hautes eaux	40 ≤ coeff. ≤ 50	1450 ≤ Q ≤ 1550

Source : GIP Loire Estuaire

Ces situations de référence sont choisies en fonction de couples coefficient/débit qui permettent d'avoir des marnages forts (n°1) et faibles (n°5) pour des occurrences relativement fréquentes.

## Interprétation

### Marnage : stabilisation après un siècle d'augmentation

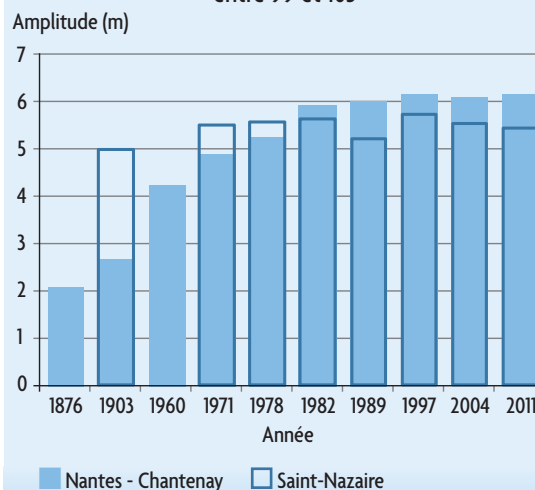
Au cours du XX<sup>e</sup> siècle, alors que le marnage à Saint-Nazaire ne présente pas de variation interannuelle significative, le marnage à Nantes augmente du fait de l'abaissement du niveau des basses mers. Cette évolution est la conséquence des travaux réalisés au cours du siècle dernier, dans l'objectif de faire remonter l'onde de marée avec une amplitude maximale jusqu'à Nantes pour faciliter la navigation.

Depuis les années 1980, après les derniers dragages d'approfondissement dans l'estuaire aval, le marnage en vives eaux est régulièrement supérieur à 6 mètres à Nantes lorsque le débit à Montjean-sur-Loire est inférieur à 200 m<sup>3</sup>/s. Il est alors supérieur à celui de Saint-Nazaire.

Lors de l'étiage sévère de 1991, le marnage à Nantes a été mesuré à plus de 6,30 m. Néanmoins, sur la période 1989-2011, exception faite de cet étiage exceptionnel, le marnage reste compris entre 5,60 et 6,20 m, pour des coefficients de marée entre 99 et 103 et des débits variant entre 120 et 200 m<sup>3</sup>/s.

GRAPHIQUE L1 A1 - 1

### Evolution du marnage à Nantes et Saint-Nazaire en étiage pour des coefficients de marée compris entre 99 et 103



Sources : APEEL, GPMNSN, GIP Loire Estuaire

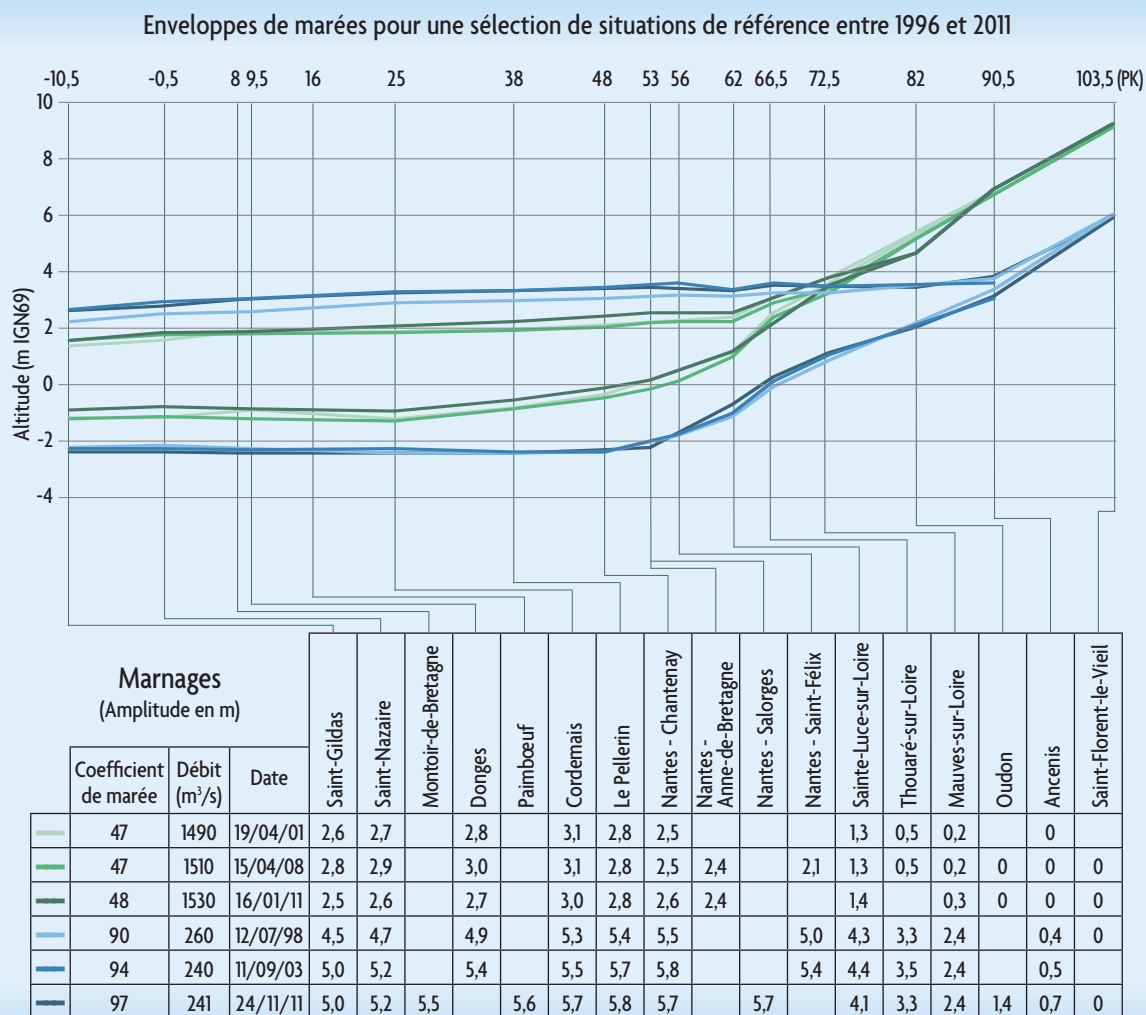
## Stabilité et permanence

La forme générale des enveloppes de marées pour les deux situations de référence est la même sur la période 1996-2011.

**En mortes eaux et hautes eaux**, l'amplitude verticale à Saint-Nazaire est comprise entre

2,20 et 2,90 m. Ce marnage est conservé sur 25 à 53 kilomètres, au maximum jusqu'à Nantes - Anne-de-Bretagne. Dans ces conditions, le marnage maximum s'observe dans la majorité des cas à Cordemais, entre 2,50 et 3,10 m.

GRAPHIQUE L1 A1 - 2

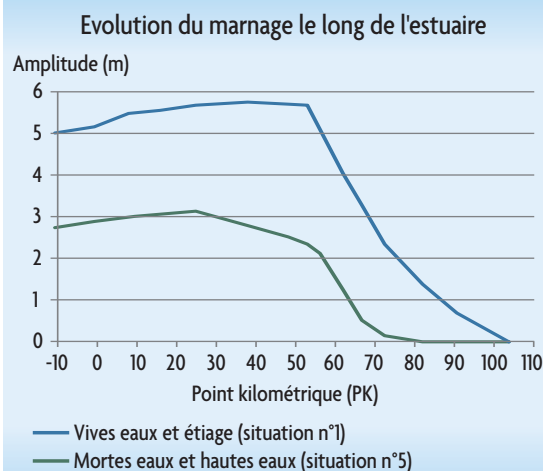


Sources : GPMNSN, DREAL Pays de la Loire, DDT49, DDTM44, GIP Loire Estuaire

**En vives eaux et étiage**, l'amplitude verticale à Saint-Nazaire est comprise entre 4,70 et 5,40 m. Plus de 56 km en amont, au niveau de Nantes - Saint-Félix, le marnage est encore au moins égal à celui de Saint-Nazaire. Dans ces conditions, le marnage maximum est observé au Pellerin ou à Nantes - Chantenay et varie entre 5,40 et 5,90 m. **L'onde de marée s'étend au-delà d'Ancenis sans atteindre Saint-Florent-le-Vieil.** L'influence marine disparaît donc à moins de 104 km de Saint-Nazaire.



GRAPHIQUE L1 A1 - 3

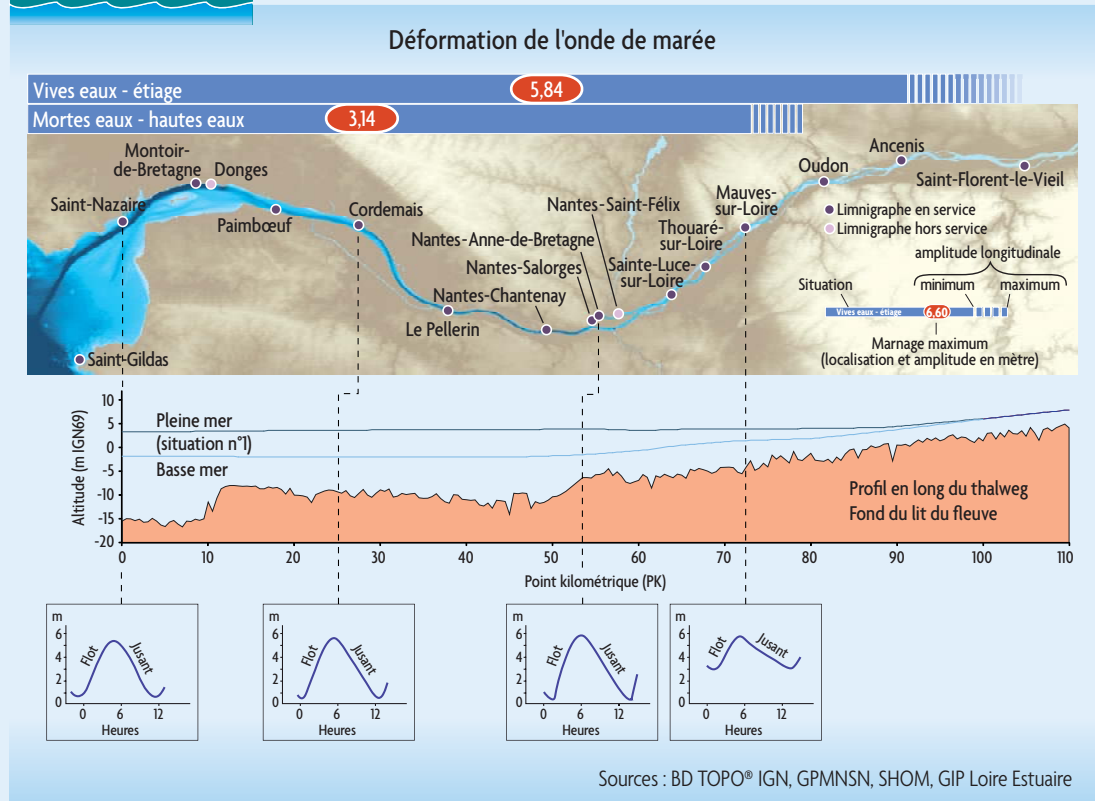


Source : GIP Loire Estuaire

La forme en entonnoir de l'estuaire (chenal unique et absence de grandes vasières latérales), conjuguée à la remontée des fonds, entraîne une déformation de l'onde de marée lors de sa propagation vers l'amont. Les courants

de marée montante (flot) sont plus forts que les courants de marée descendante (jusant). Le flot est de plus en plus bref alors que la durée du jusant s'allonge.

FIGURE L1 A1 - 1



Sources & Méthodes

Les dates d'occurrence des situations de référence sont obtenues par croisement des tables de coefficient de marée à Saint-Nazaire fournies par l'EPSHOM, et des chroniques des débits moyens journaliers à Montjean-sur-Loire de la banque Hydro du ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie.

Les hauteurs d'eau sont obtenues à partir des enregistrements en continu du Grand Port Maritime de Nantes Saint-Nazaire (GPMNSN) entre Saint-Gildas et Nantes - Salorges, et de la DDTM44 puis de la DREAL Pays de la Loire entre Nantes -Anne-de-Bretagne et Saint-Florent-le-Vieil.

La direction et la force du vent, ainsi que la pression atmosphérique influencent les niveaux d'eau. Les hauteurs d'eau sélectionnées sont donc corrigées pour les paramètres vent et pression, extraits du site internet Infoclimat, à l'aide de la méthode expliquée dans la première fiche L1A1 éditée en 2002.

A partir du 1<sup>er</sup> mai 2011, la station de Donges est remplacée par celle de Montoir-de-Bretagne. Deux stations sont ajoutées au réseau à partir du 1<sup>er</sup> juillet 2011 : Paimbœuf et Nantes - Salorges. La station Nantes - Saint-Félix est abandonnée en 2010.

Des références

Les valeurs de marnages historiques sont présentées dans le "Bilan de l'hydrologie et de l'hydrosédimentaire de l'estuaire de la Loire",

de Claude Migniot, 1993, APEEL-PANSN et dans le rapport de synthèse volume I, "Hydrosédimentaire" de l'APEEL, 1997.