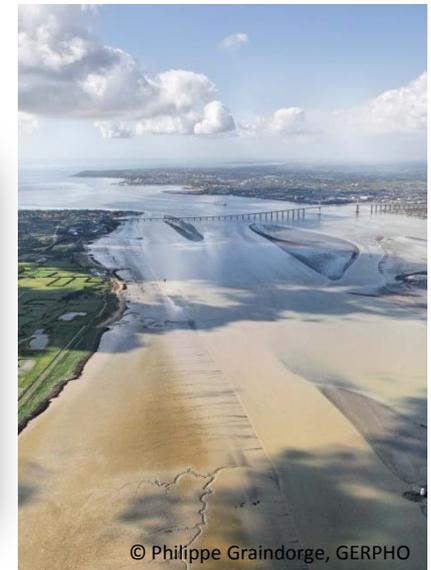




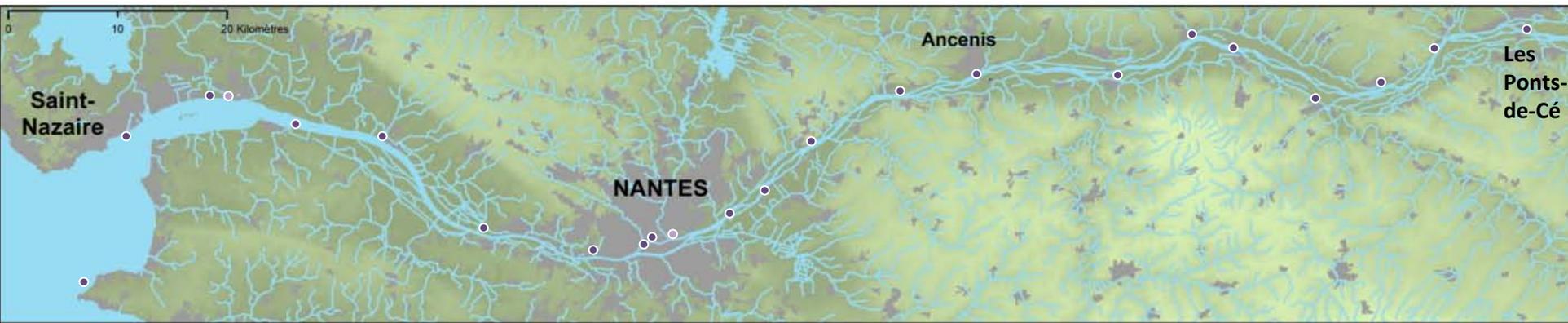
# Un siècle d'évolution des niveaux d'eau des Ponts-de-Cé à Saint-Nazaire

Lise Lebailleur



# Les mesures de niveaux d'eau

- Réseau de marégraphes (Port de Nantes – Saint-Nazaire ) et limnigraphes (DREAL Pays de la Loire)
- Mesures : pas de temps de 5 à 30 min

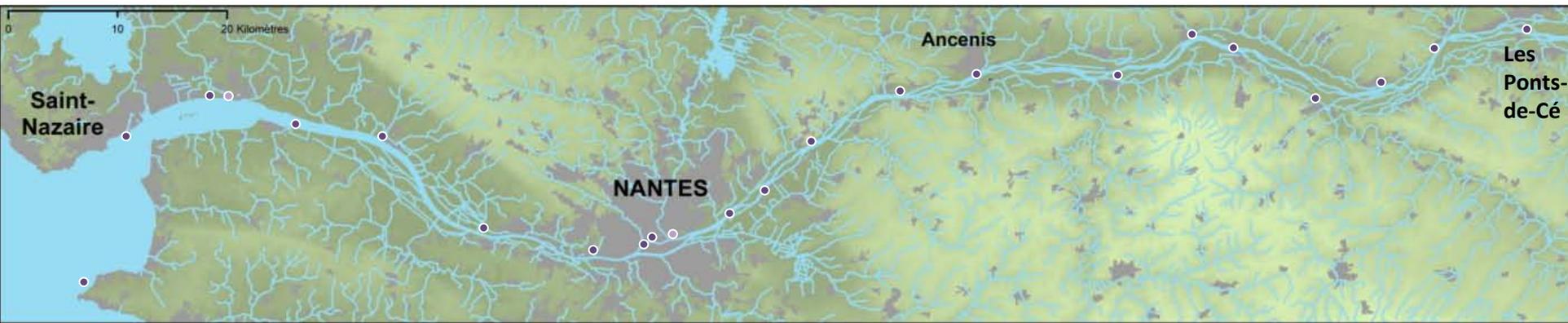


## Niveaux d'eau influencés par :

- Le débit du fleuve
- L'amplitude de l'onde de marée
- Les conditions météorologiques : pression atmosphérique, vent...
- La forme de la section d'écoulement

# Les mesures de niveaux d'eau

- Réseau de marégraphes (Port de Nantes – Saint-Nazaire ) et limnigraphes (DREAL Pays de la Loire)
- Mesures : pas de temps de 5 à 30 min

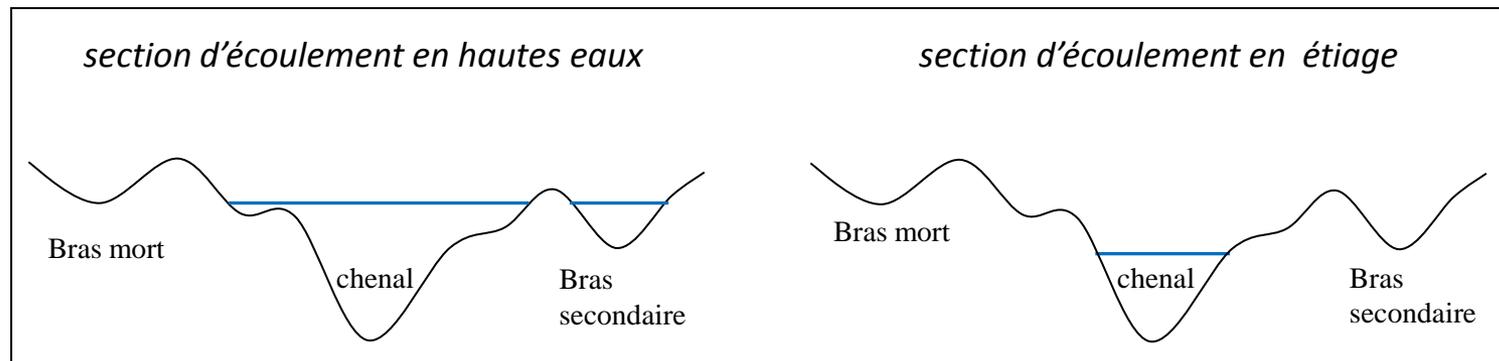


Situations de référence :

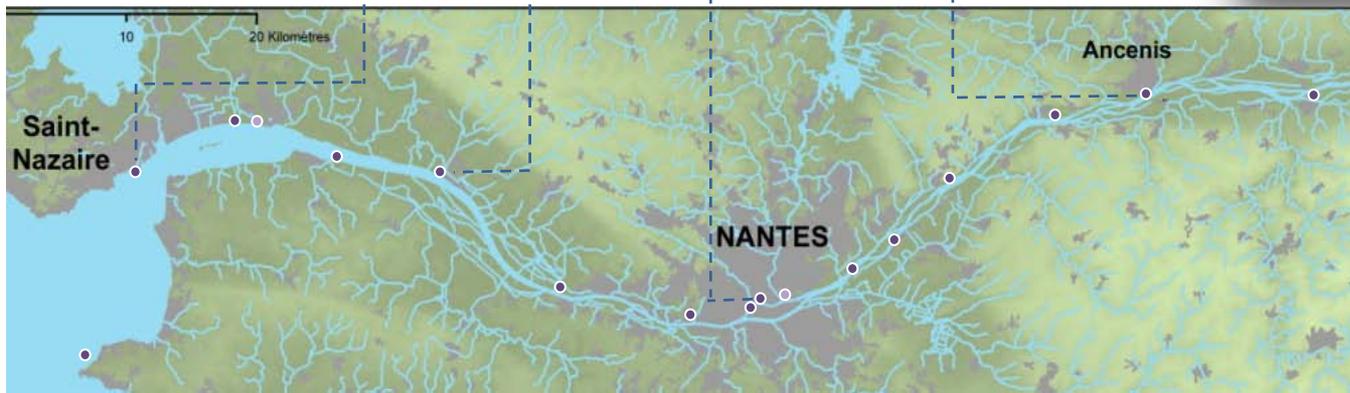
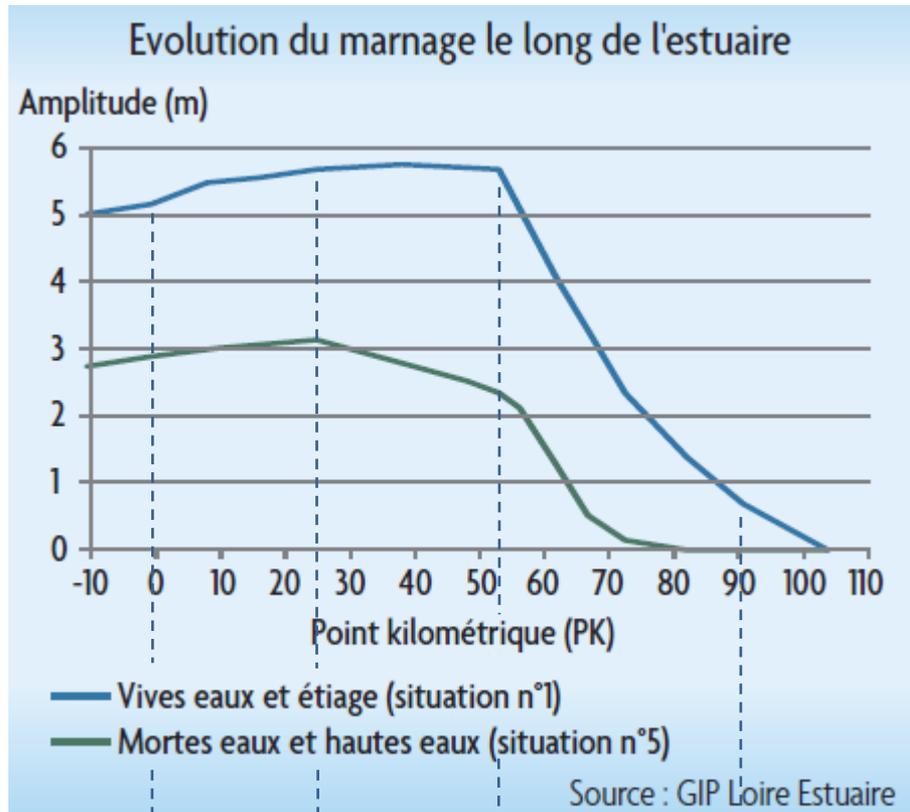
N°	Libellé	Débit à Montjean (m <sup>3</sup> /s)	Coefficient de marée
1	Etiage et vives eaux	$240 \leq Q \leq 260$	$90 \leq \text{coef.} \leq 100$
2	Hautes eaux et vives eaux	$1450 \leq Q \leq 1550$	$90 \leq \text{coef.} \leq 100$
4	Etiage et mortes eaux	$240 \leq Q \leq 260$	$40 \leq \text{coef.} \leq 50$
5	Hautes eaux et mortes eaux	$1450 \leq Q \leq 1550$	$40 \leq \text{coef.} \leq 50$

# Quelques définitions

Formes de la section d'écoulement :

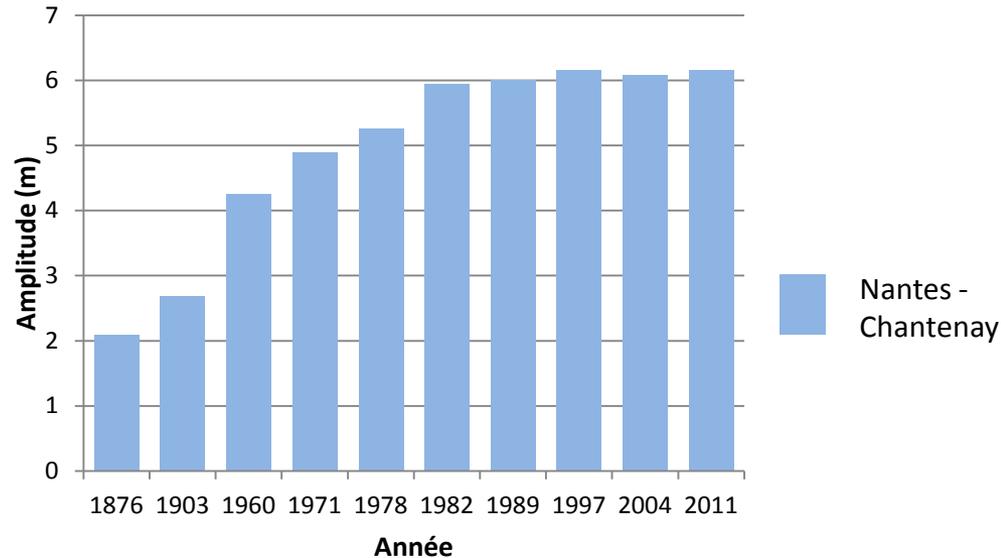


# Les amplitudes de l'onde de marée



# Les amplitudes de l'onde de marée

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

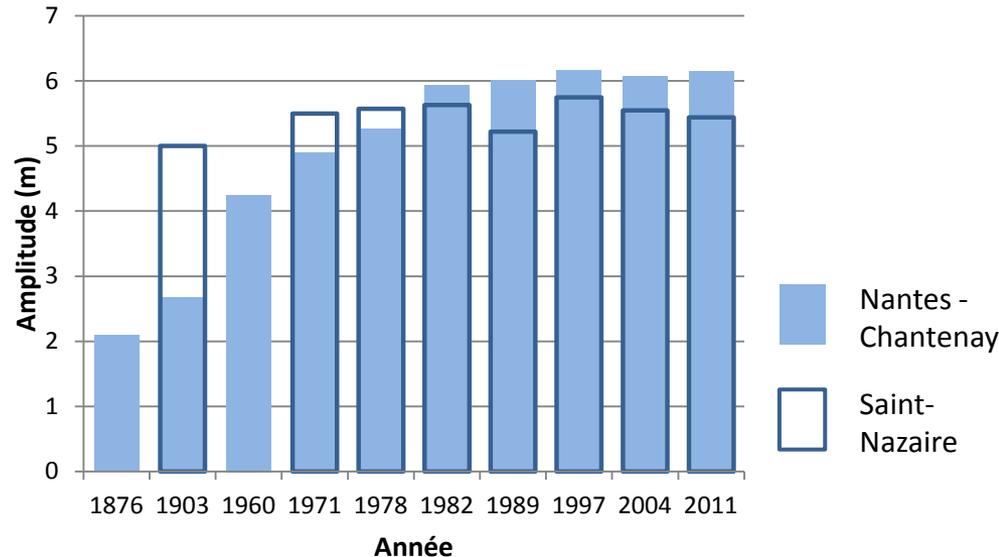


Sources : APEEL, GPMNSN, GIP Loire Estuaire

- Le marnage à Nantes a augmenté du fait de l'abaissement du niveau des basses mers : conséquence des travaux réalisés au 20<sup>e</sup> siècle pour faire remonter l'onde de marée avec une amplitude maximale jusqu'à Nantes.
- Marnage en vives eaux régulièrement supérieur à 6 m à Nantes lorsque débit < 200 m<sup>3</sup>/s.

# Les amplitudes de l'onde de marée

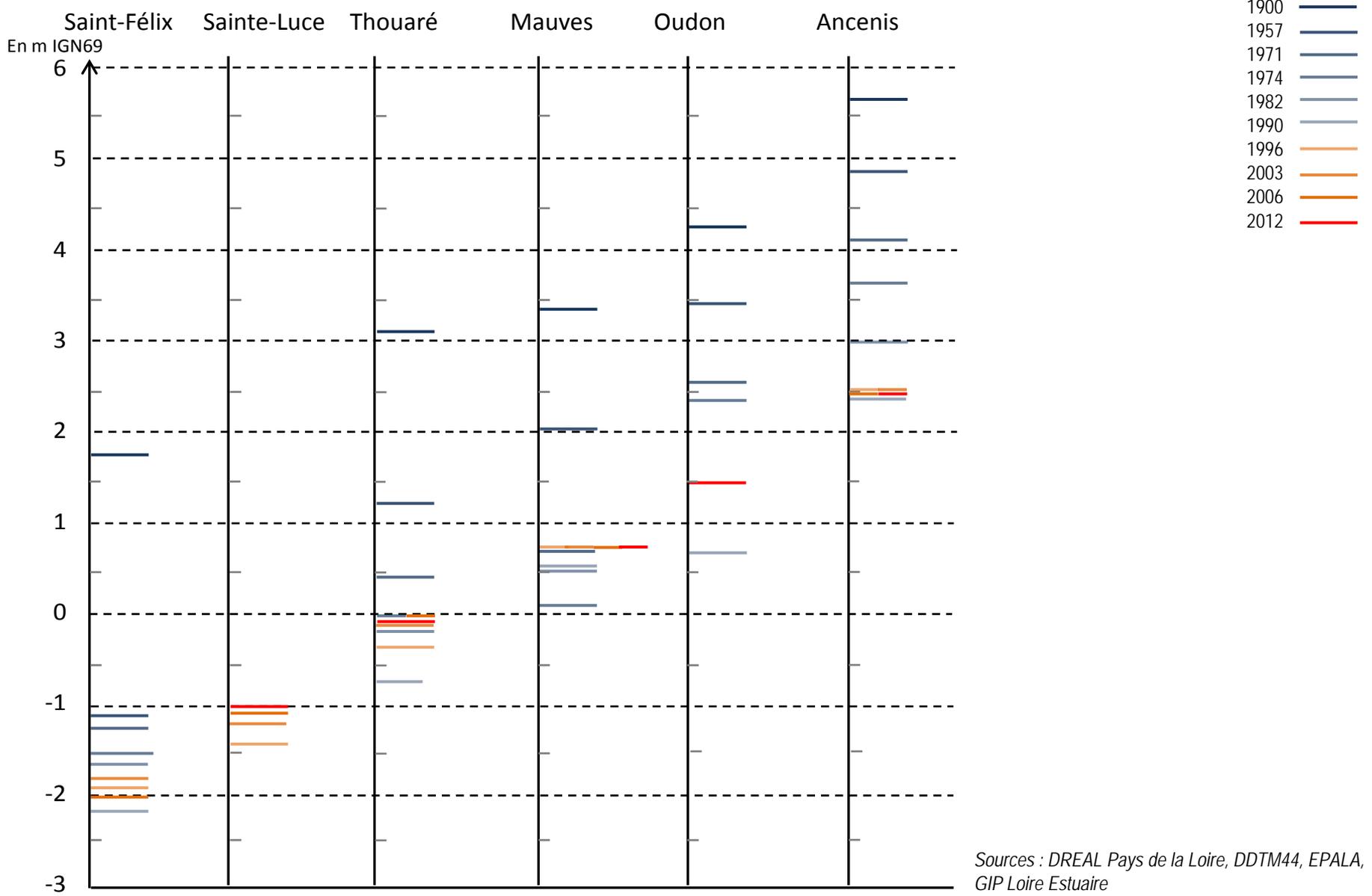
Evolution du marnage à Nantes et Saint-Nazaire en étiage pour des coefficients de marée compris entre 99 et 103



Sources : APEEL, GPMNSN, GIP Loire Estuaire

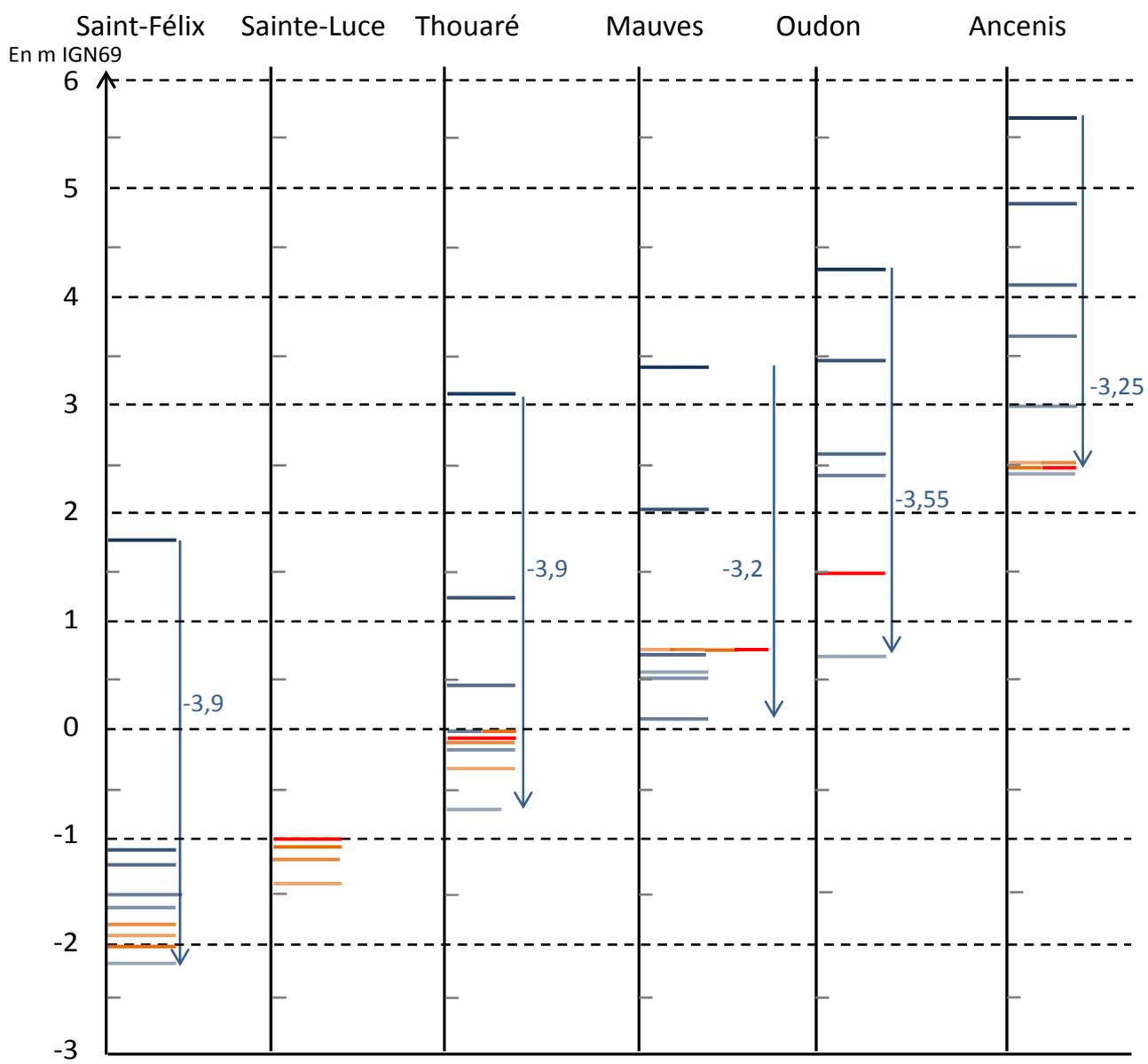
- Le marnage à Nantes a augmenté du fait de l'abaissement du niveau des basses mers : conséquence des travaux réalisés au 20<sup>e</sup> siècle pour faire remonter l'onde de marée avec une amplitude maximale jusqu'à Nantes.
- Marnage en vives eaux régulièrement supérieur à 6 m à Nantes lorsque débit < 200 m<sup>3</sup>/s.
- Marnage à Nantes supérieur à celui de Saint-Nazaire.
- **Stabilisation après un siècle d'augmentation**

## Niveaux atteints à basse mer par un étiage de 150 m<sup>3</sup>/s en vives eaux



Sources : DREAL Pays de la Loire, DDTM44, EPALA, GIP Loire Estuaire

## Niveaux atteints à basse mer par un étiage de 150 m<sup>3</sup>/s en vives eaux

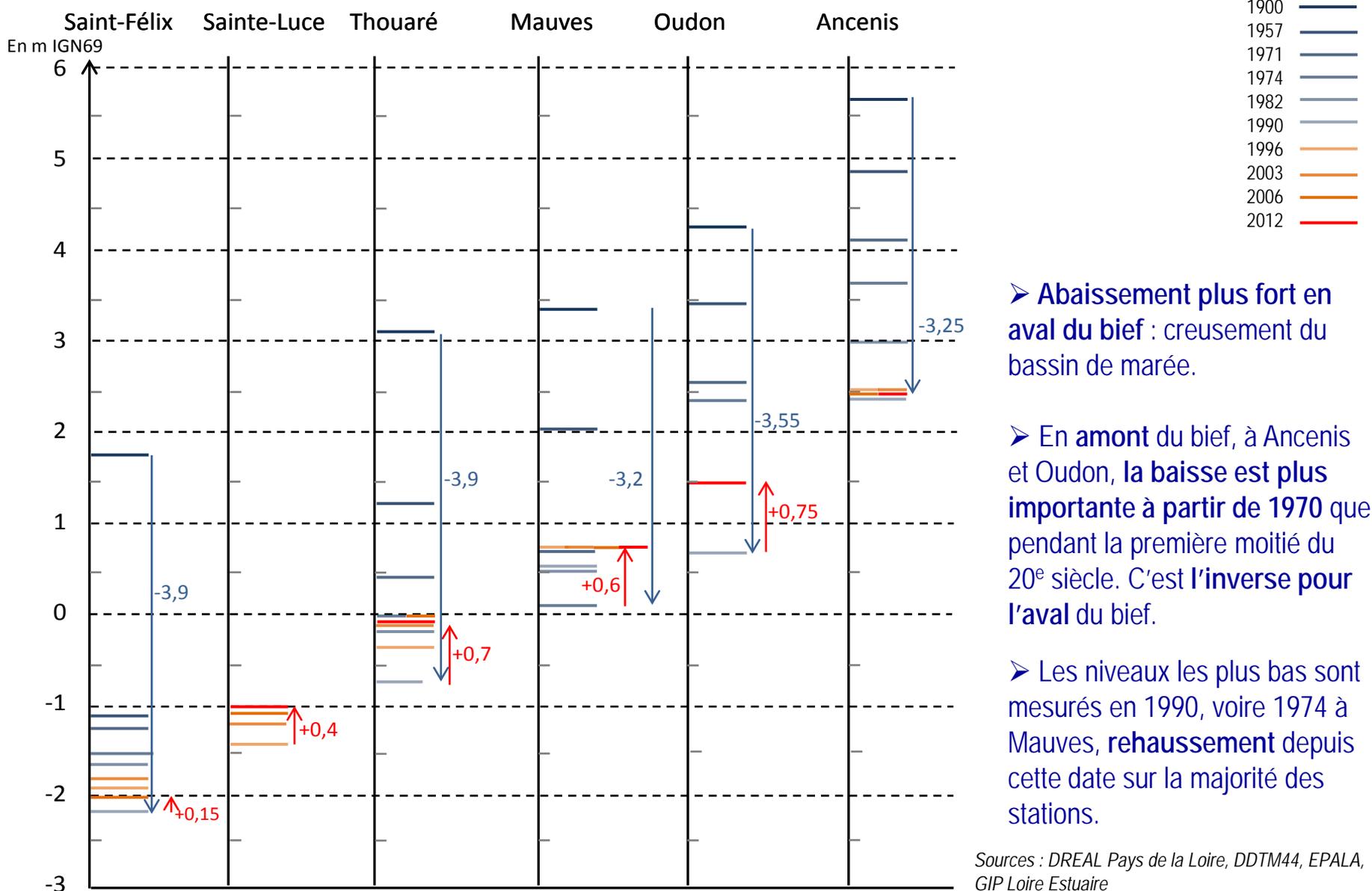


➤ **Abaissement plus fort en aval du bief** : creusement du bassin de marée.

➤ **En amont du bief, à Ancenis et Oudon, la baisse est plus importante à partir de 1970** que pendant la première moitié du 20<sup>e</sup> siècle. C'est **l'inverse pour l'aval** du bief.

Sources : DREAL Pays de la Loire, DDTM44, EPALA, GIP Loire Estuaire

## Niveaux atteints à basse mer par un étiage de 150 m<sup>3</sup>/s en vives eaux



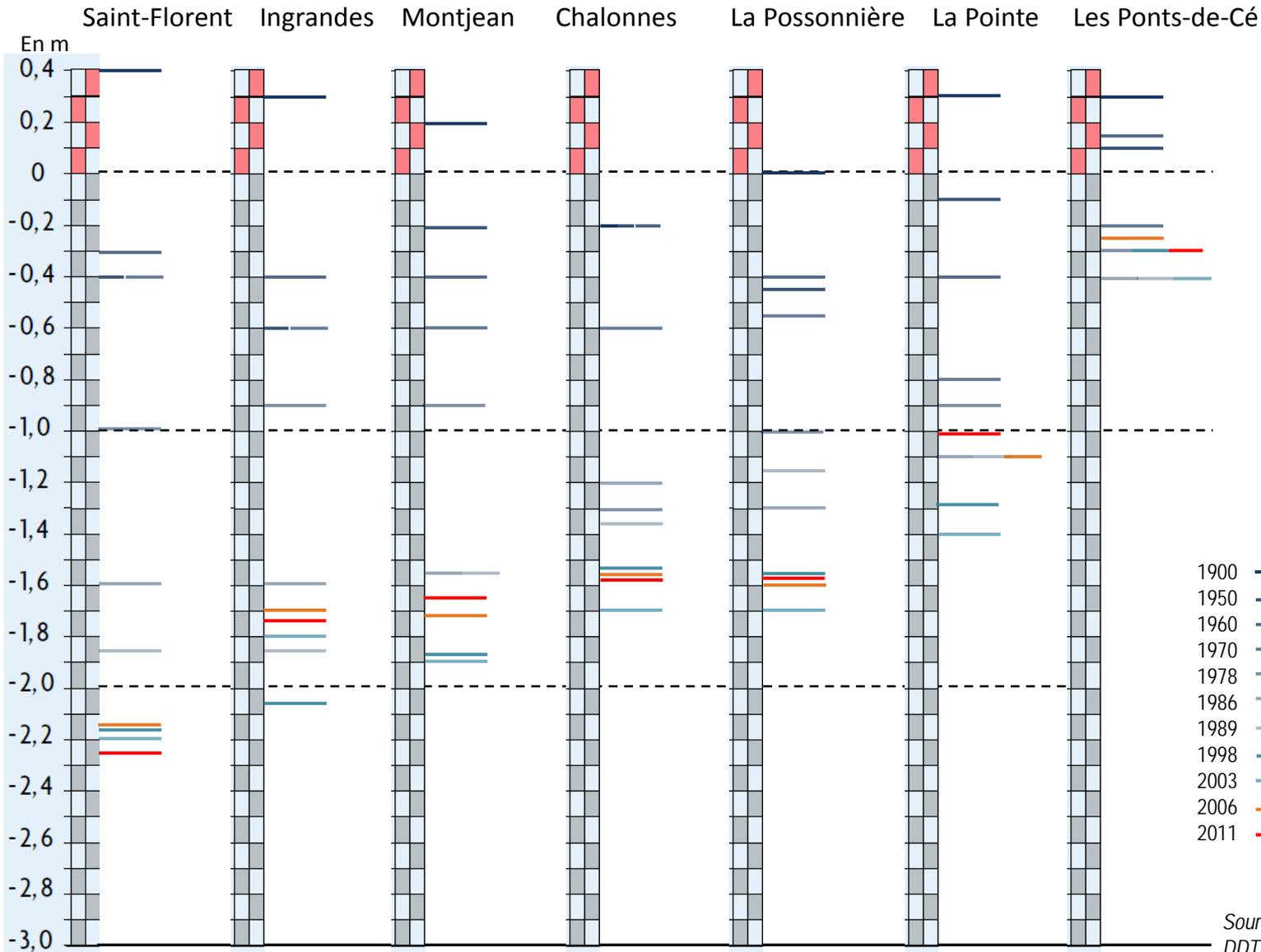
➤ **Abaissement plus fort en aval du bief** : creusement du bassin de marée.

➤ En **amont** du bief, à Ancenis et Oudon, la **baisse est plus importante à partir de 1970** que pendant la première moitié du 20<sup>e</sup> siècle. C'est **l'inverse pour l'aval** du bief.

➤ Les niveaux les plus bas sont mesurés en 1990, voire 1974 à Mauves, **rehaussement** depuis cette date sur la majorité des stations.

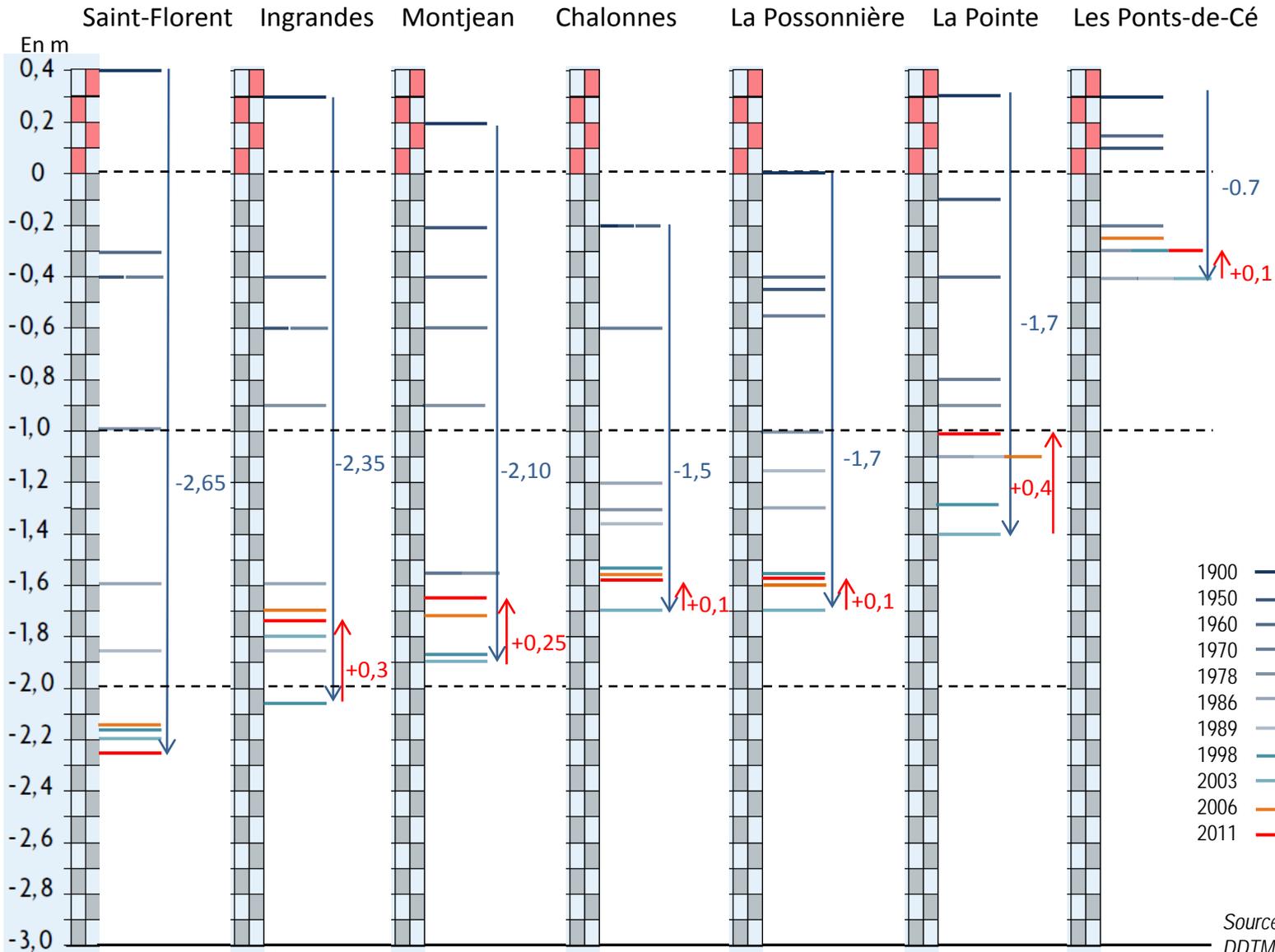
# Evolution des niveaux d'eau dans le bief fluvial

Niveaux atteints par un étiage de 177 m<sup>3</sup>/s à chaque échelle



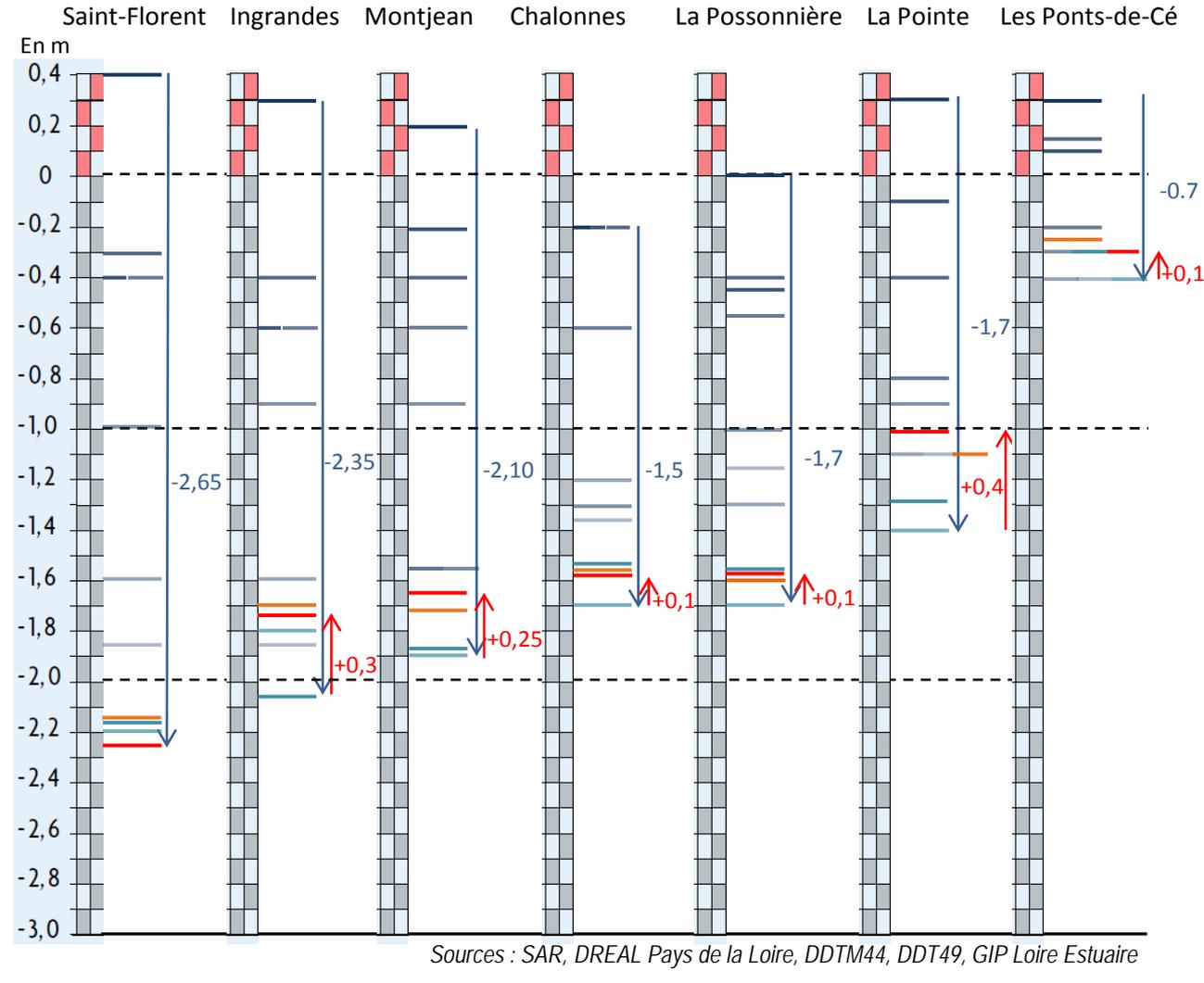
# Evolution des niveaux d'eau dans le bief fluvial

Niveaux atteints par un étiage de 177 m<sup>3</sup>/s à chaque échelle



# Evolution des niveaux d'eau dans le bief fluvial

## Niveaux atteints par un étiage de 177 m<sup>3</sup>/s à chaque échelle

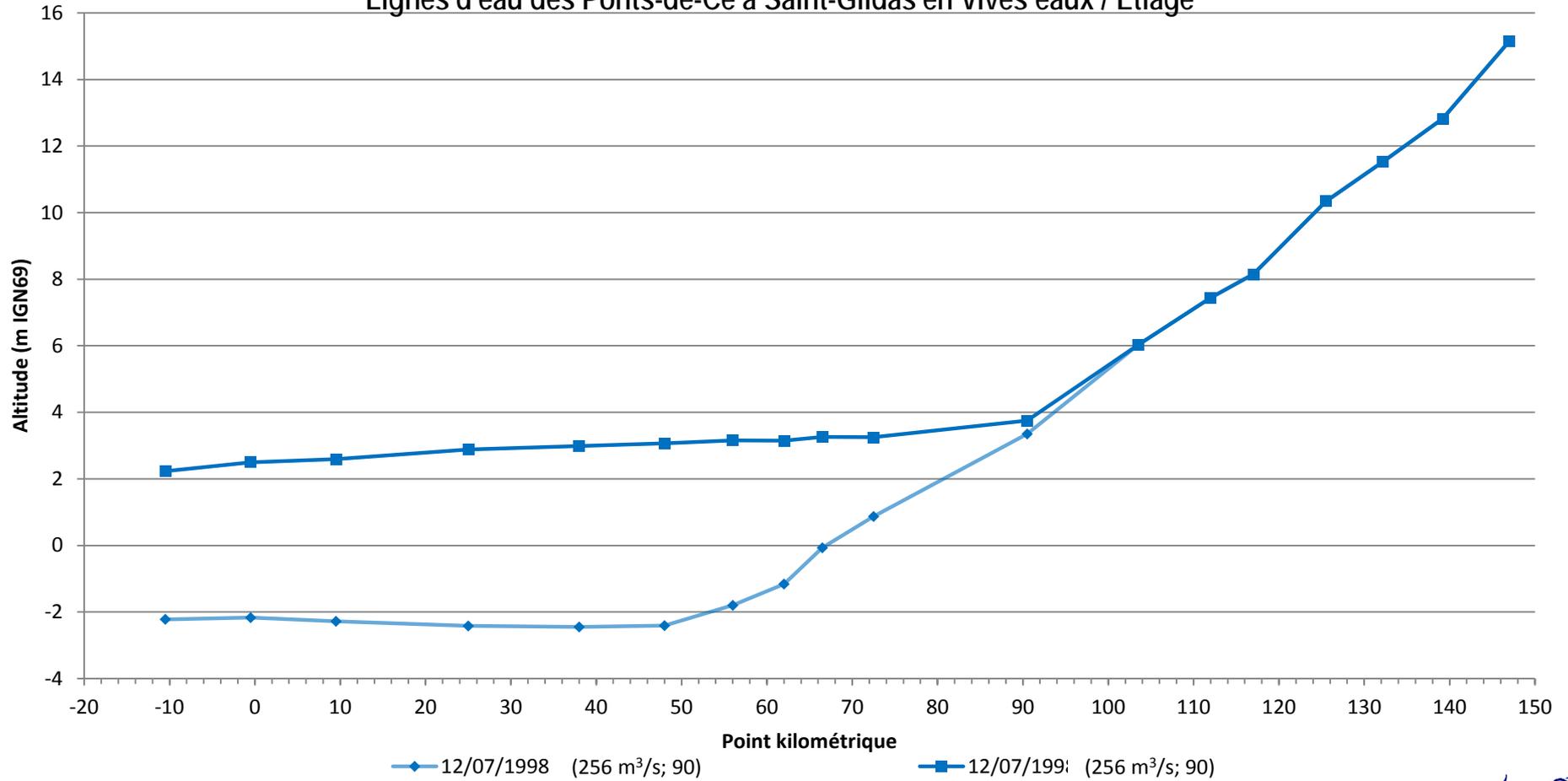


- Abaissement moins important que dans le bief fluviomaritime.
- La baisse s'accélère entre 1970 et la fin du 20<sup>e</sup> siècle.
- Même type d'évolution mais avec **une remontée de la ligne d'eau puis une stabilisation** plus tardivement.



# Les lignes d'eaux de la Loire

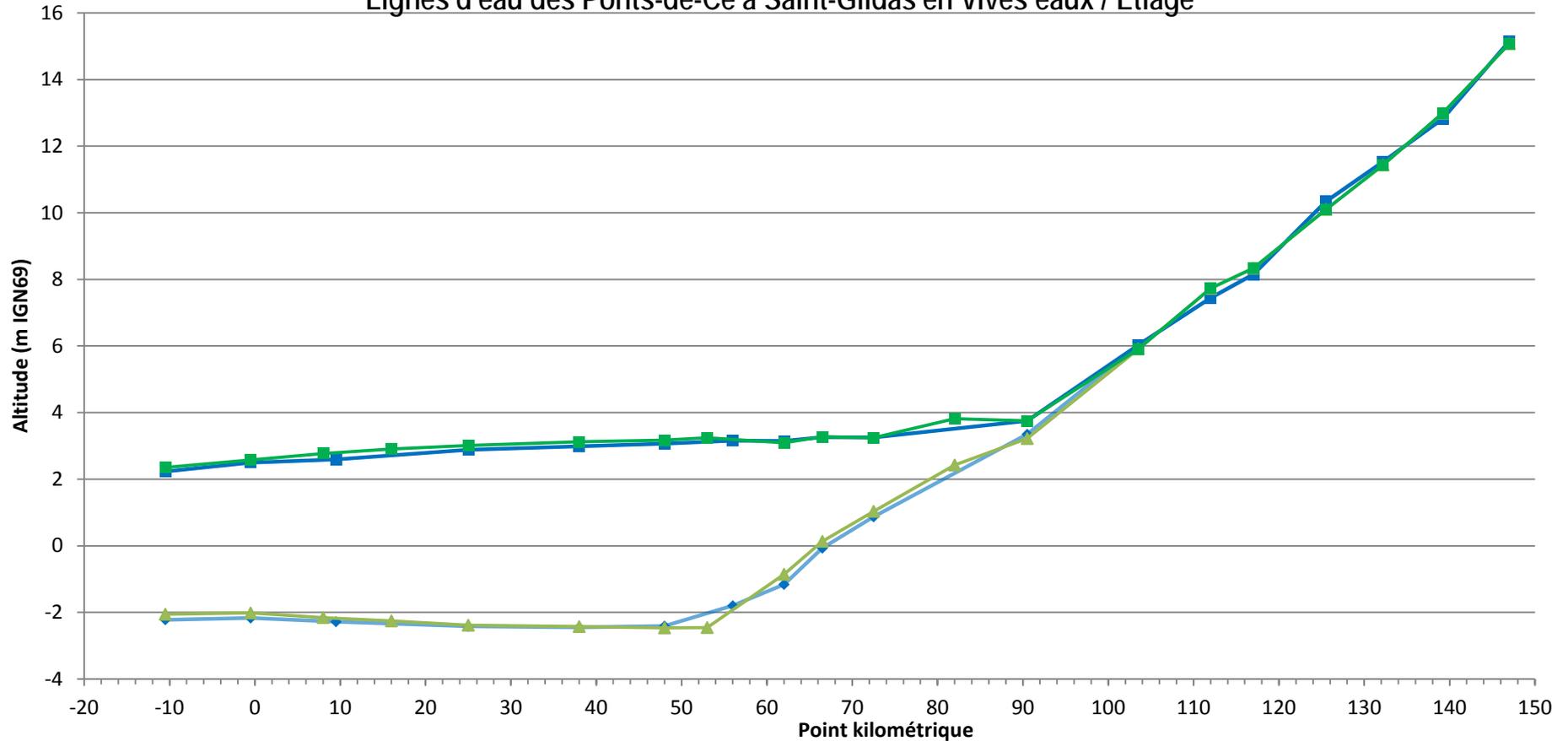
Lignes d'eau des Ponts-de-Cé à Saint-Gildas en Vives eaux / Etiage



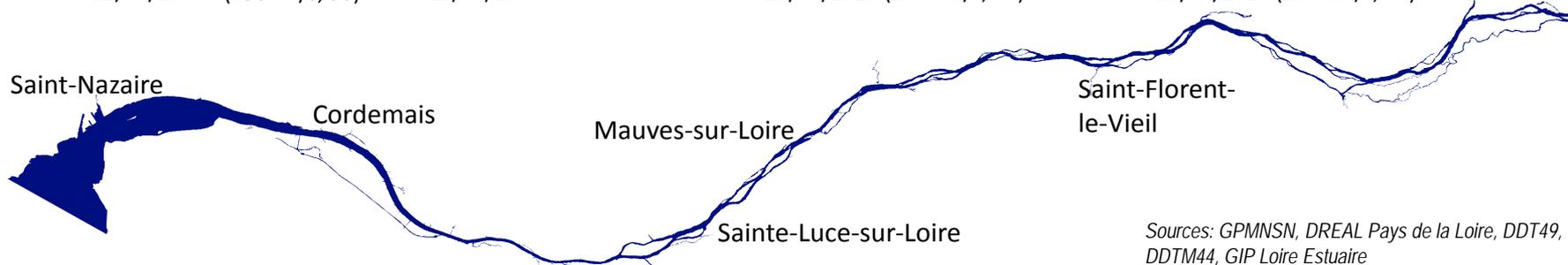
Sources: GPMNSN, DREAL Pays de la Loire, DDT49, DDTM44, GIP Loire Estuaire

# Les lignes d'eaux de la Loire

Lignes d'eau des Ponts-de-Cé à Saint-Gildas en Vives eaux / Etiage



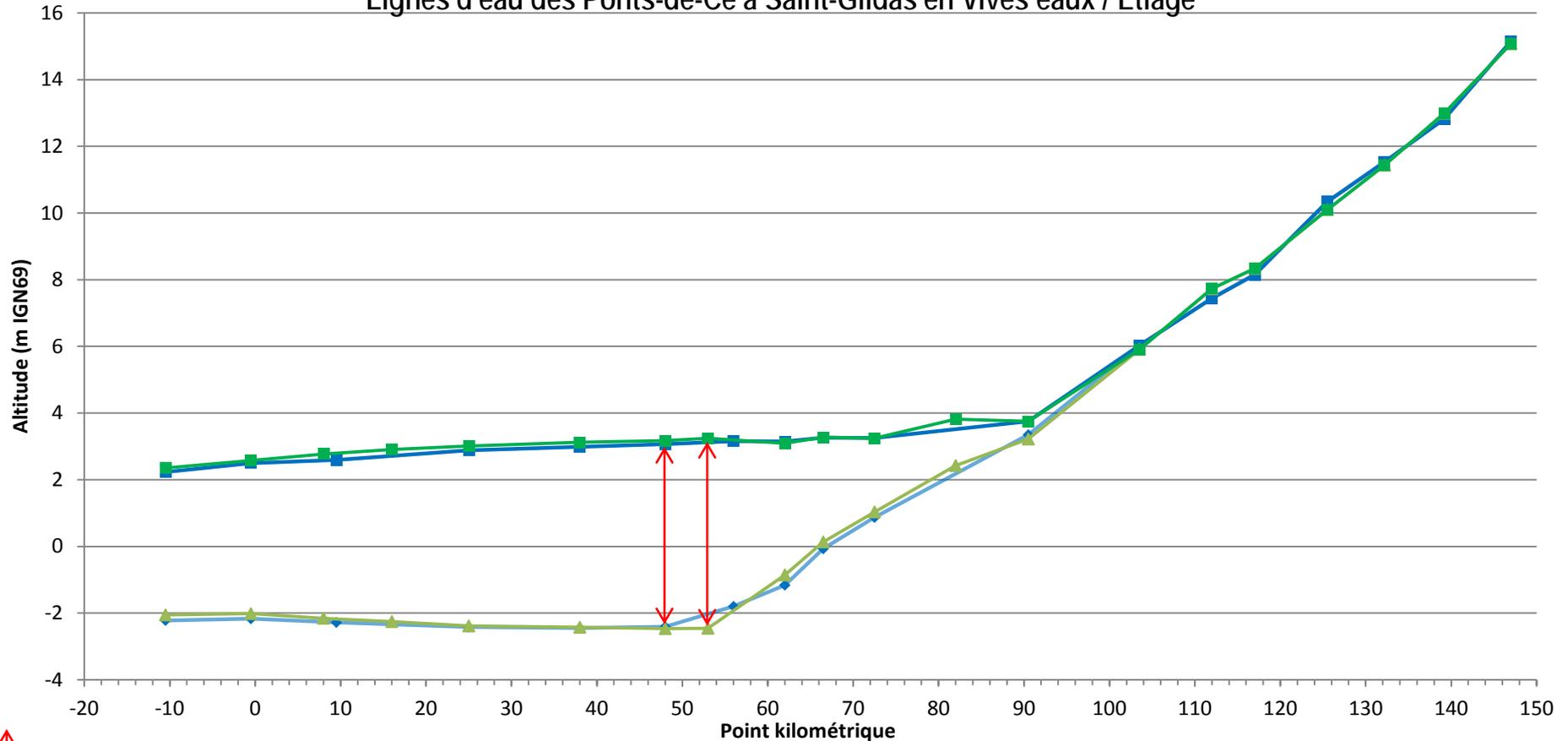
◆ 12/07/1998 (256 m<sup>3</sup>/s; 90)   
 ■ 12/07/1998   
 ▲ 25/08/2013 (256 m<sup>3</sup>/s; 90)   
 ■ 25/08/2013 (256 m<sup>3</sup>/s; 90)



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

# Les lignes d'eaux de la Loire

## Lignes d'eau des Ponts-de-Cé à Saint-Gildas en Vives eaux / Etiage

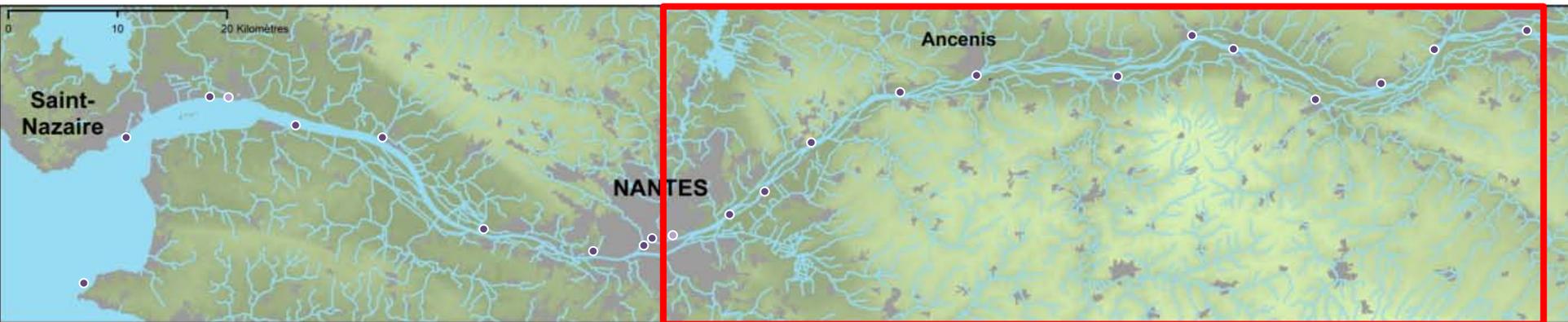


↕ Marnage maximum

◆ 12/07/1998 (256 m³/s; 90)    ■ 12/07/1998    ▲ 25/08/2013 (256 m³/s; 90)    ■ 25/08/2013 (256 m³/s; 90)

- Marnage maximum mesuré au Pellerin ou à Nantes : entre 5,4 m et 5,9 m.
- Marnage encore au moins égale à celui de Saint-Nazaire 56 km en amont (Nantes – Saint-Félix).
- **Stabilisation des lignes d'eaux.**

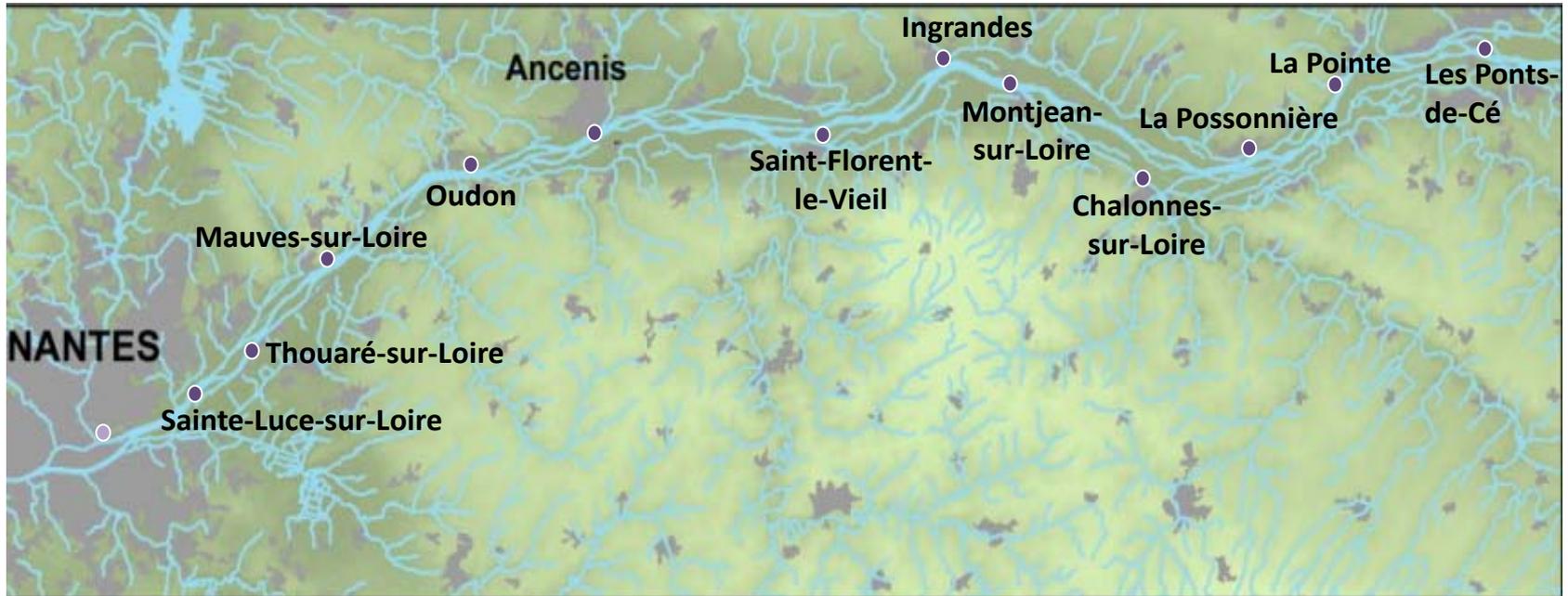
# Les mesures de niveaux d'eau



Situations de référence:

N°	Libellé	Débit à Montjean (m <sup>3</sup> /s)	Coefficient de marée
1	Etiage et vives eaux	$240 \leq Q \leq 260$	$90 \leq \text{coef.} \leq 100$
2	Hautes eaux et vives eaux	$1450 \leq Q \leq 1550$	$90 \leq \text{coef.} \leq 100$
4	Etiage et mortes eaux	$240 \leq Q \leq 260$	$40 \leq \text{coef.} \leq 50$
5	Hautes eaux et mortes eaux	$1450 \leq Q \leq 1550$	$40 \leq \text{coef.} \leq 50$

# Les mesures de niveaux d'eau

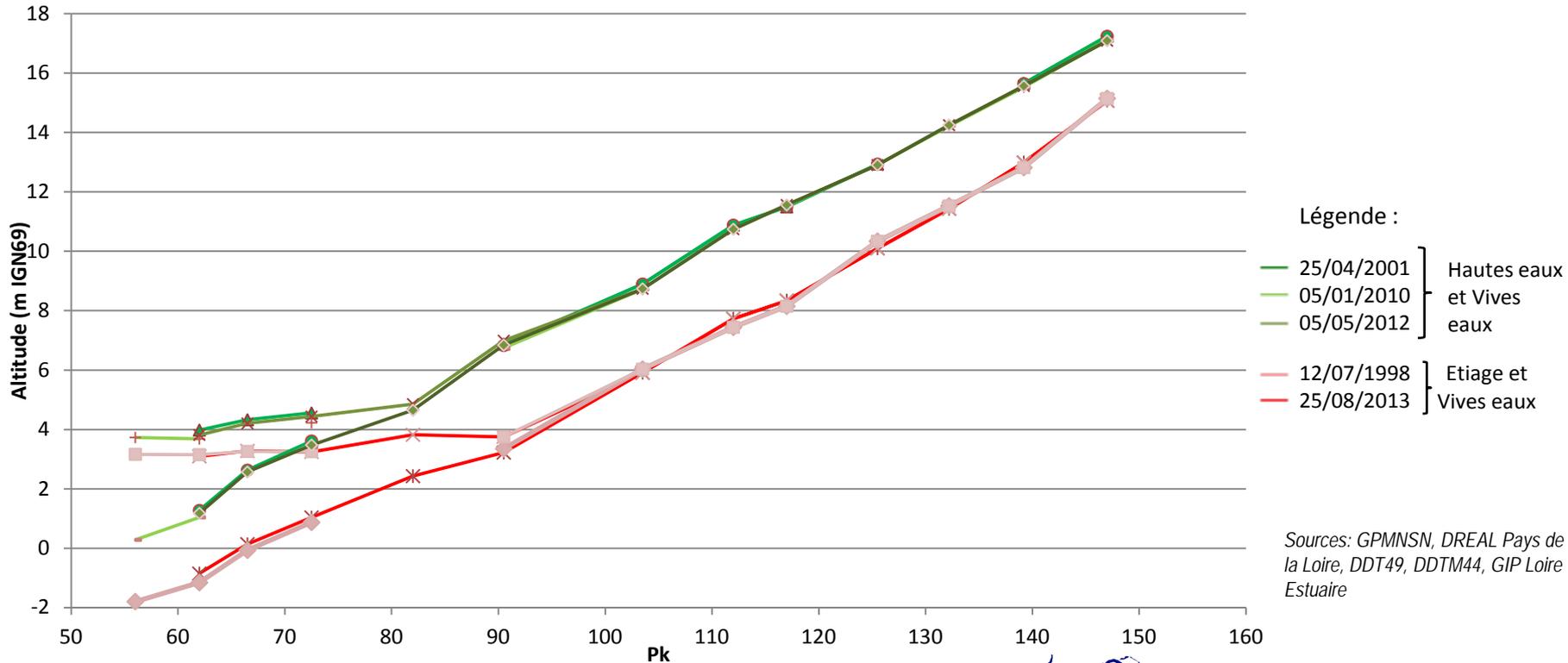


Situations de référence:

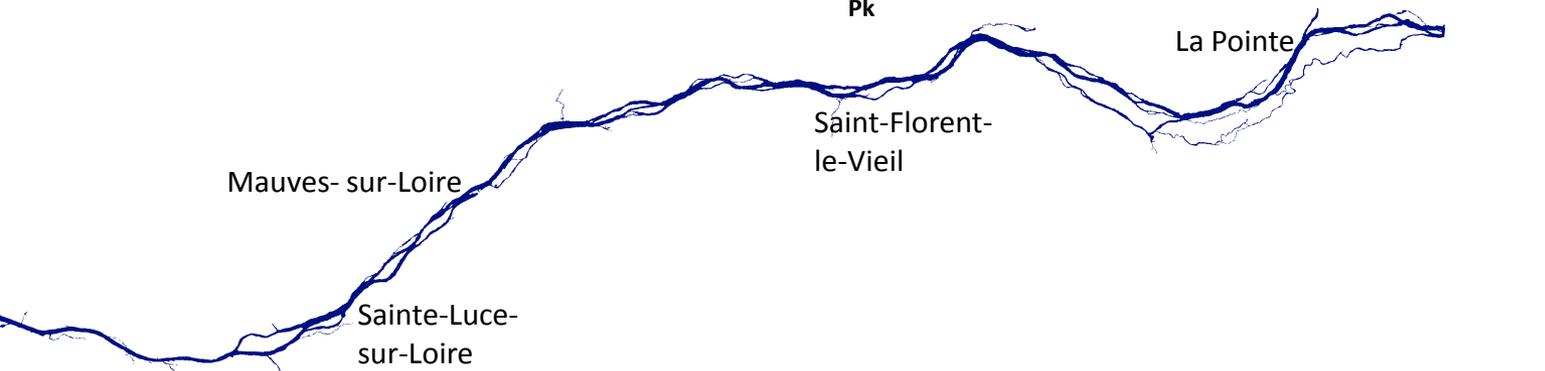
N°	Libellé	Débit à Montjean (m <sup>3</sup> /s)	Coefficient de marée
1	Etiage et vives eaux	$240 \leq Q \leq 260$	$90 \leq \text{coef.} \leq 100$
2	Hautes eaux et vives eaux	$1450 \leq Q \leq 1550$	$90 \leq \text{coef.} \leq 100$
4	Etiage et mortes eaux	$240 \leq Q \leq 260$	$40 \leq \text{coef.} \leq 50$
5	Hautes eaux et mortes eaux	$1450 \leq Q \leq 1550$	$40 \leq \text{coef.} \leq 50$

# Les lignes d'eaux de la Loire

## Lignes d'eau de Nantes aux Ponts-de-Cé entre 1996 et 2014 en vives eaux

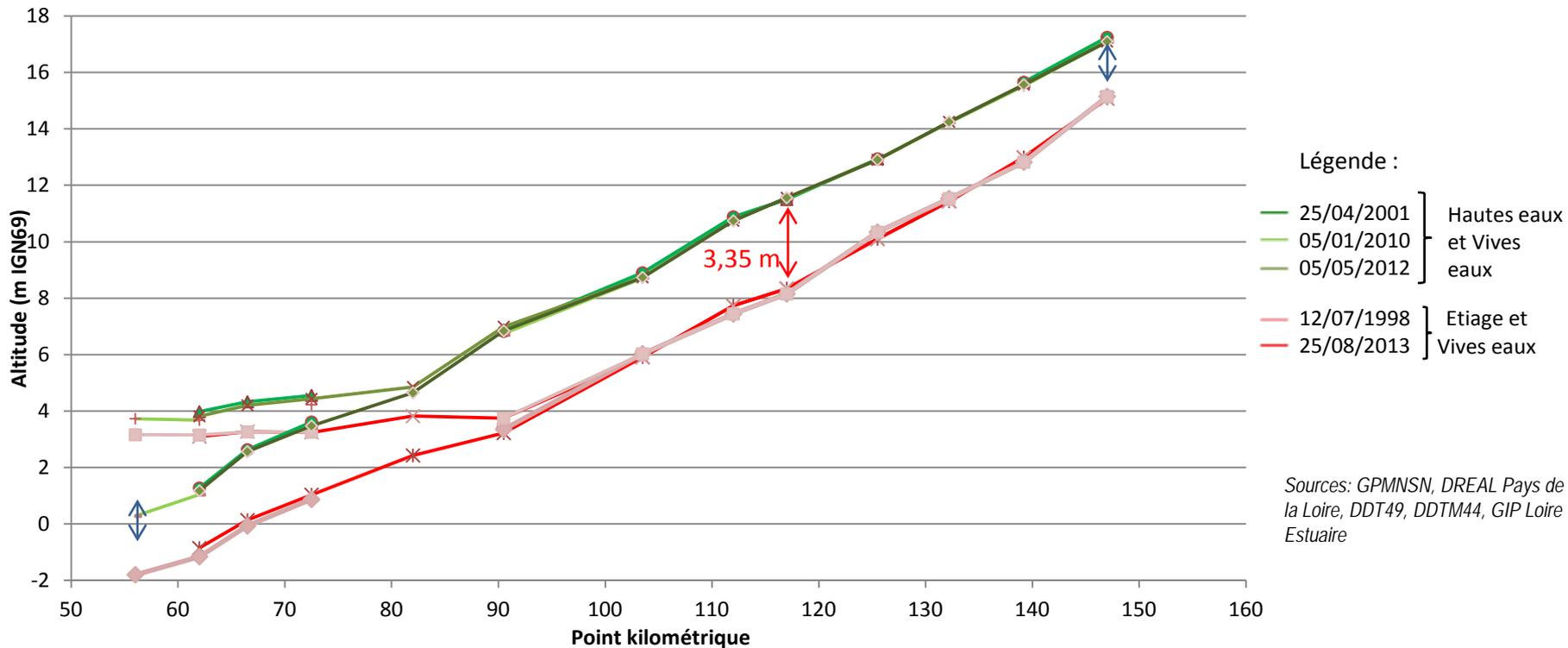


Sources: GPMNSN, DREAL Pays de la Loire, DDT49, DDTM44, GIP Loire Estuaire



# Les lignes d'eaux de la Loire

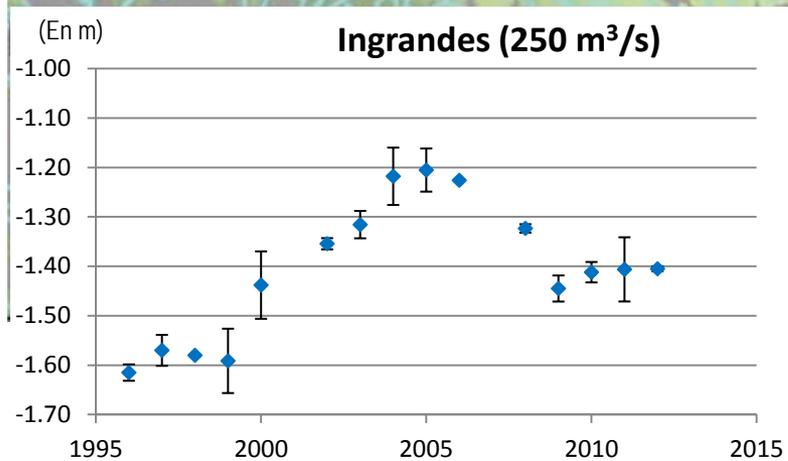
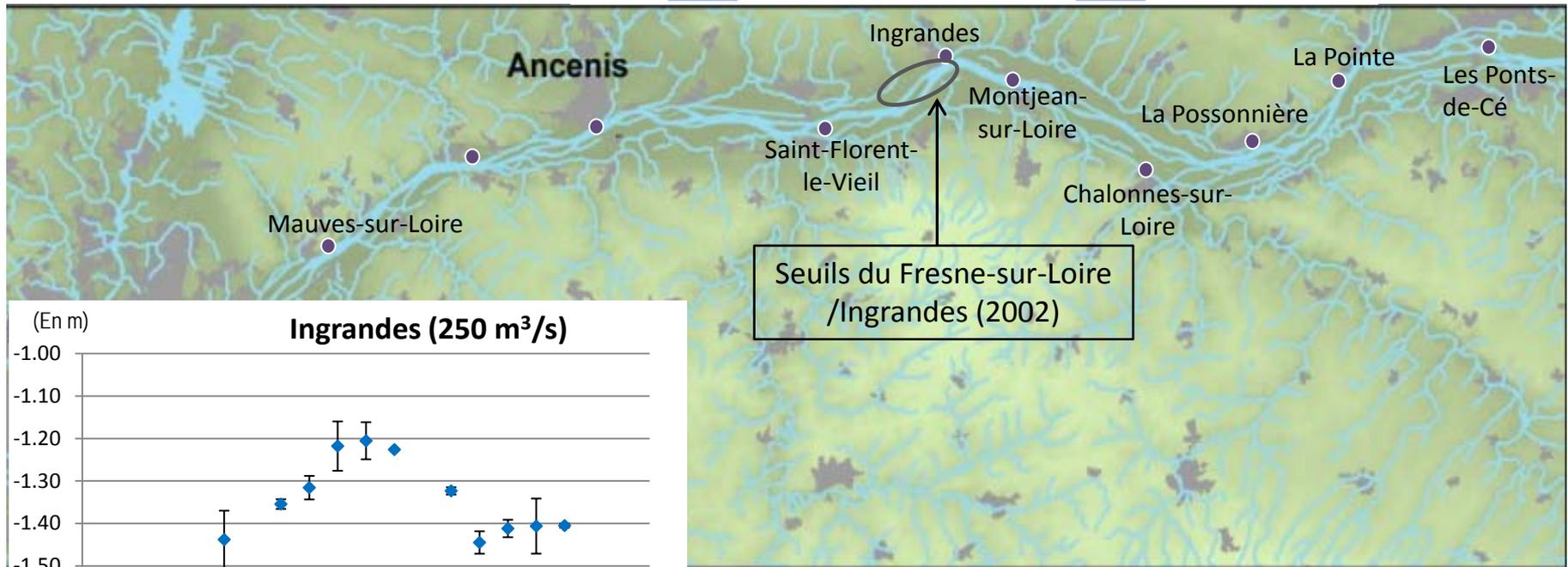
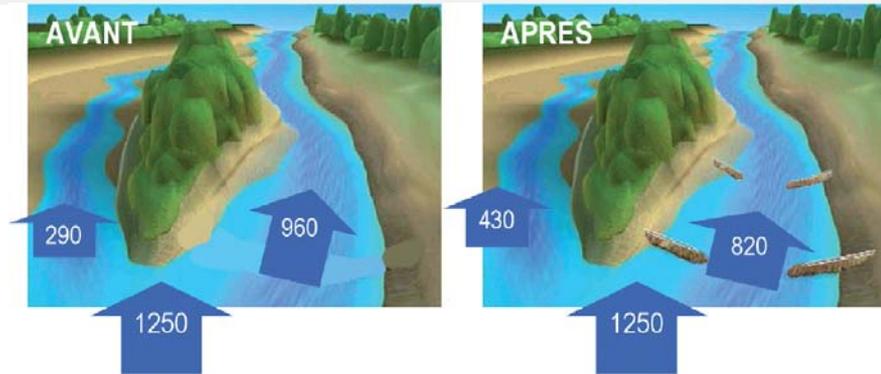
## Lignes d'eau de Nantes aux Ponts-de-Cé entre 1996 et 2014 en vives eaux



- En vives eaux, les écarts de hauteurs dus au débit fluvial sont minimaux aux extrémités des biefs, aux Ponts-Cé et à Saint-Félix, et maximaux à Montjean-sur-Loire (3,35 m).
- A cette échelle, pas d'évolution notable des niveaux d'eaux depuis 1996.

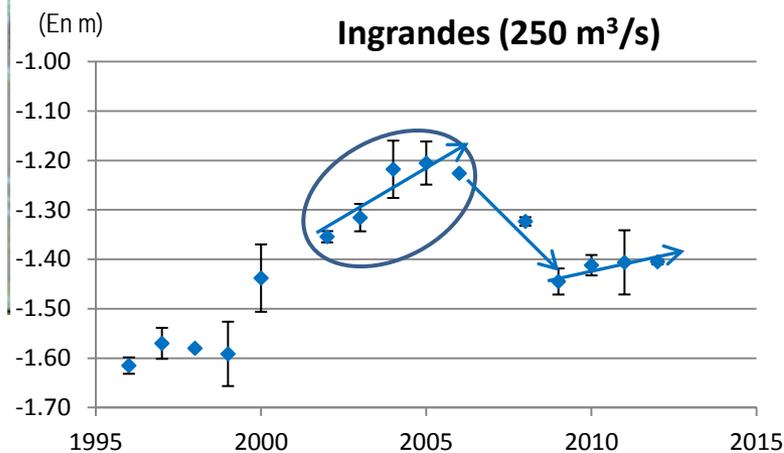
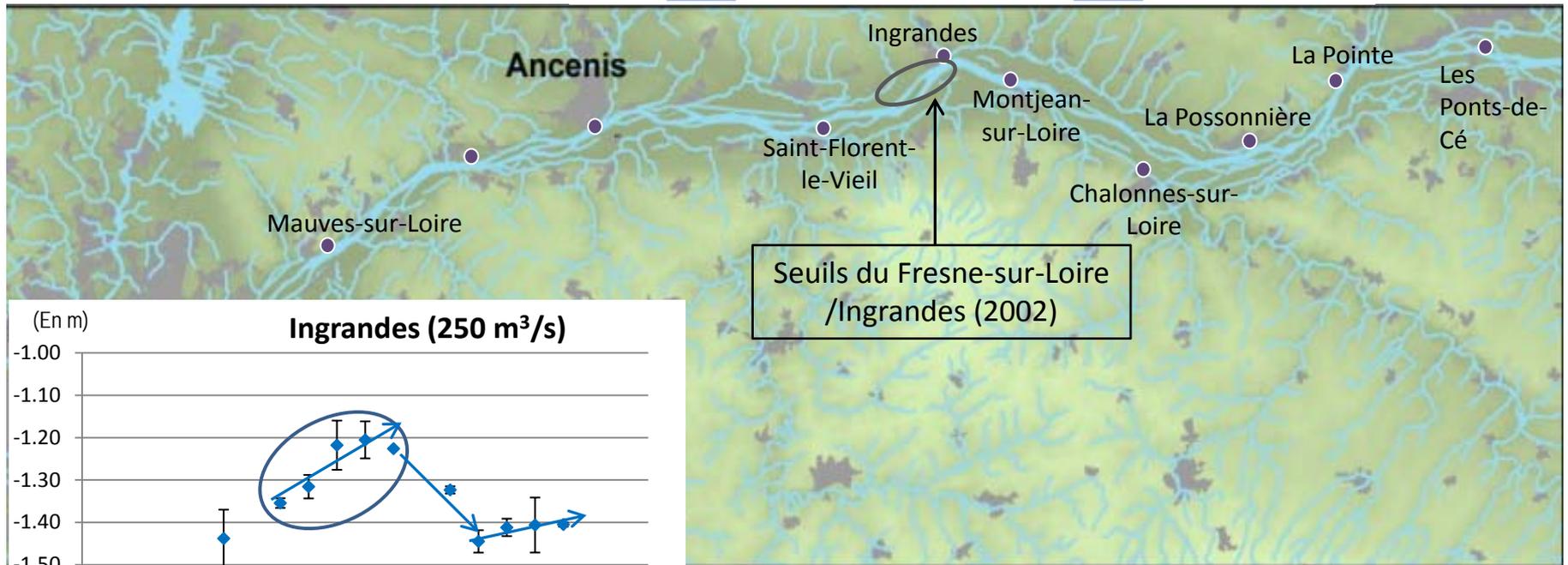
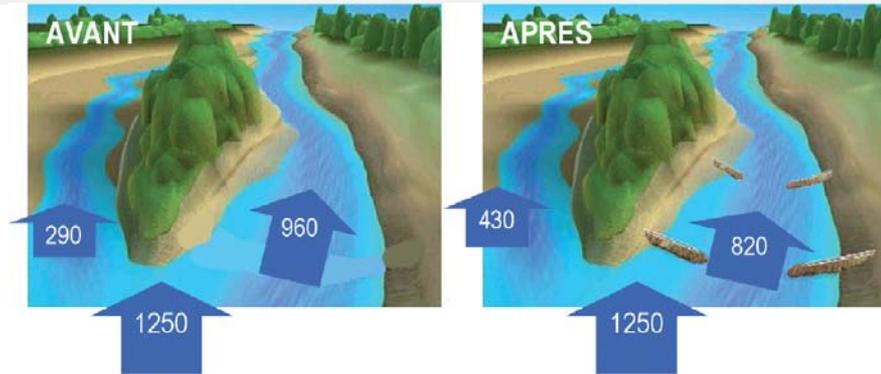
# L'impact des aménagements

Evolution des débits passant dans chaque bras (de part et d'autre de l'île Meslet) avant et après travaux



# L'impact des aménagements

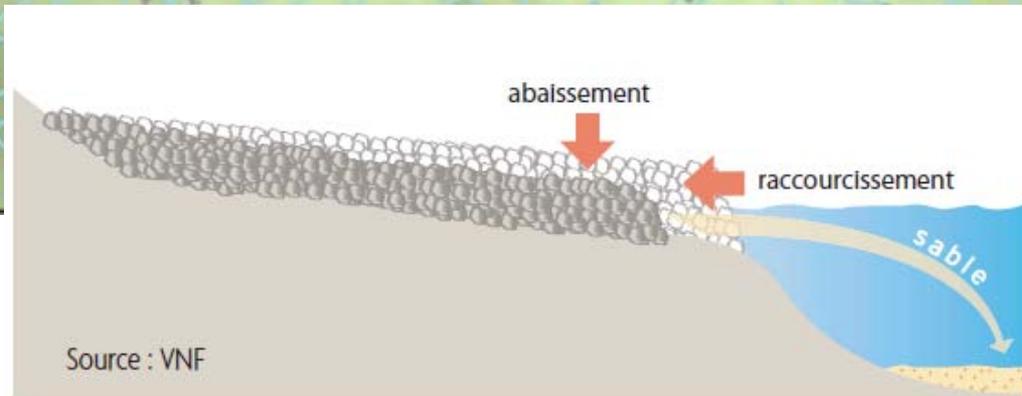
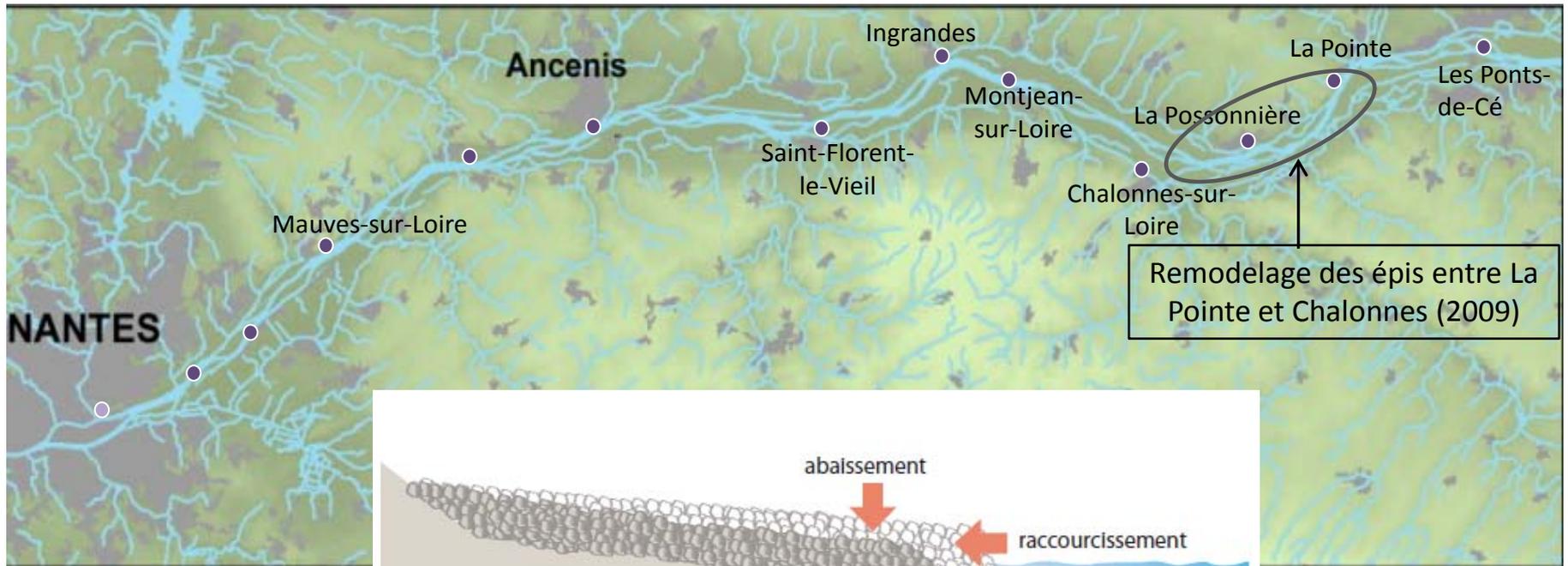
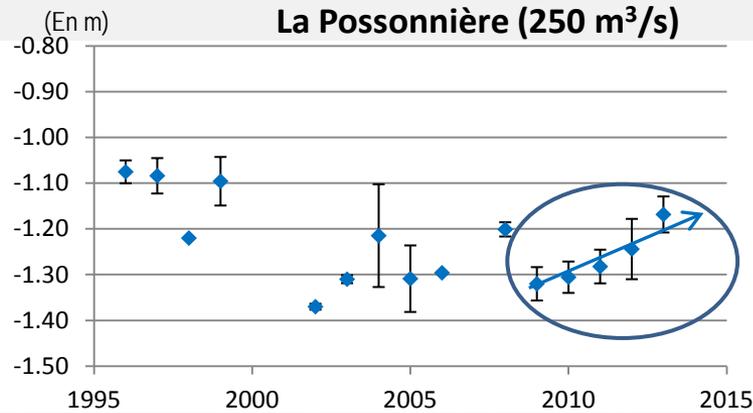
Evolution des débits passant dans chaque bras (de part et d'autre de l'île Meslet) avant et après travaux



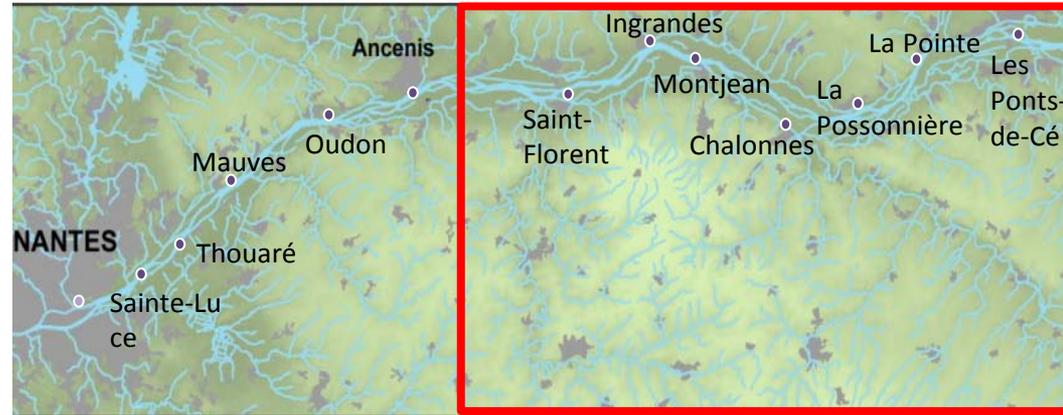
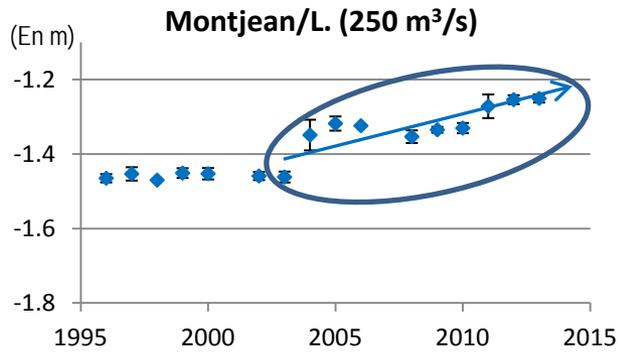
Changement de la répartition des écoulements : davantage de débit dans le bras secondaire → Incision du bras secondaire

# L'impact des aménagements

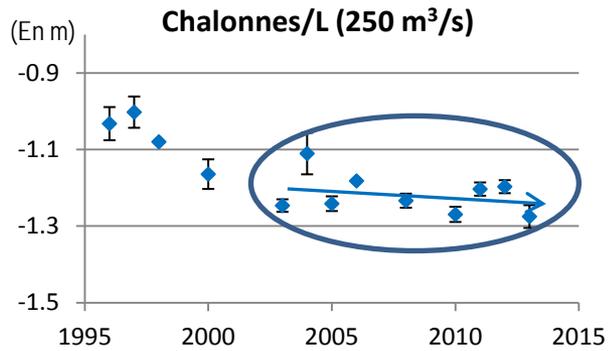
⚠ Variation annuelle maximale pour un même débit : 30 cm maximum



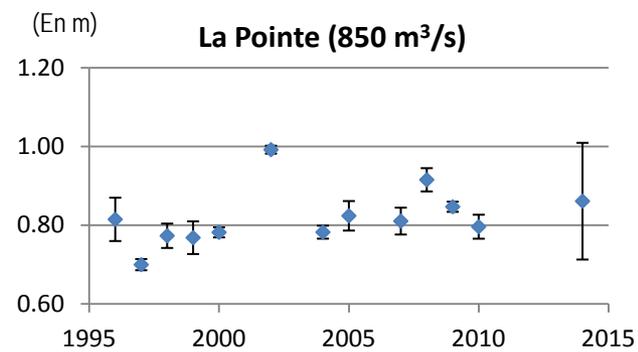
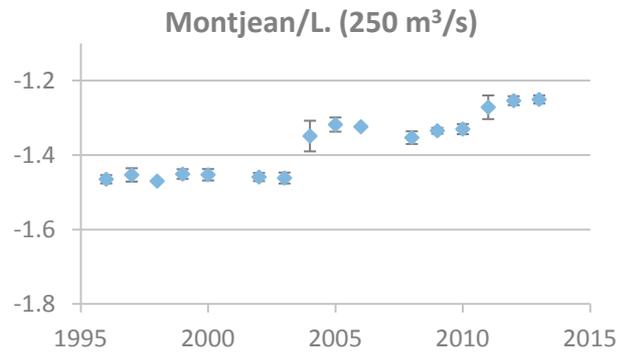
# Evolution des niveaux d'eau dans le bief fluvial

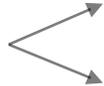


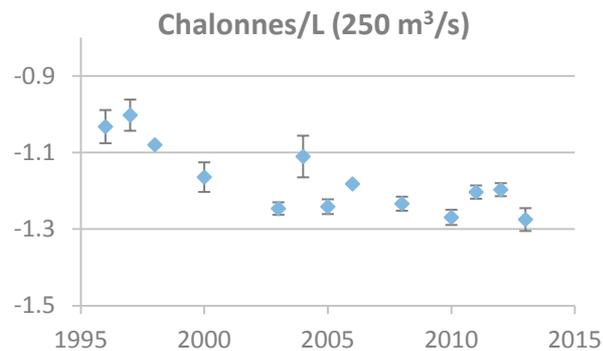
Débit	250 m <sup>3</sup> /s	850 m <sup>3</sup> /s	1500 m <sup>3</sup> /s	3300 m <sup>3</sup> /s
Tendance d'évolution actuelle des niveaux d'eau en aval de la Maine	 (2003)			



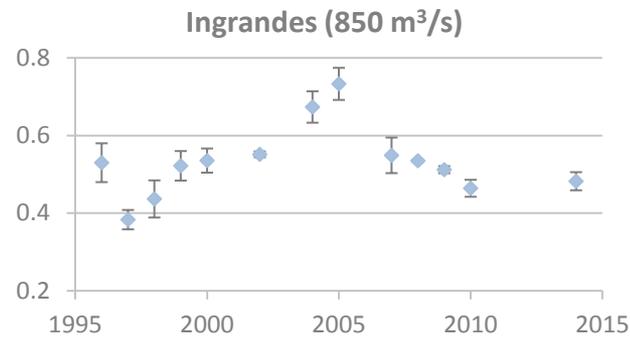
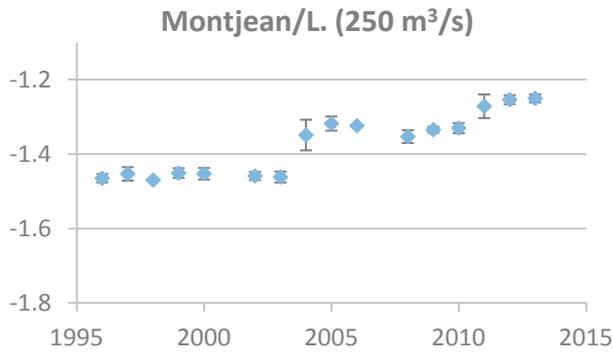
# Evolution des niveaux d'eau dans le bief fluvial



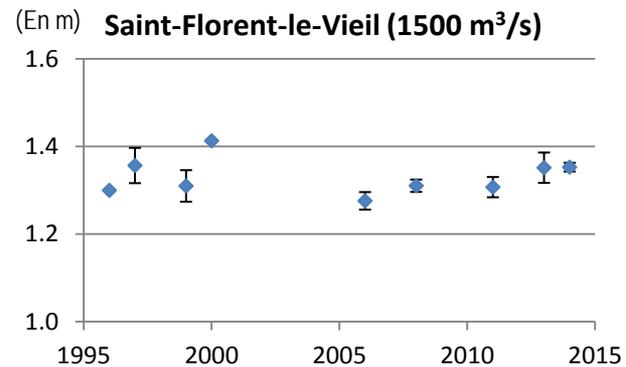
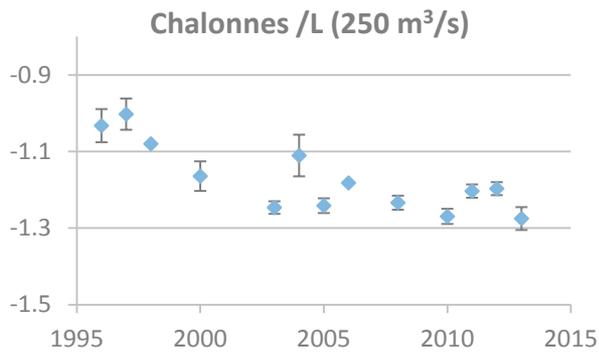
Débit	250 m <sup>3</sup> /s	850 m <sup>3</sup> /s	1500 m <sup>3</sup> /s	3300 m <sup>3</sup> /s
Tendance d'évolution actuelle des niveaux d'eau en aval de la Maine				



# Evolution des niveaux d'eau dans le bief fluvial



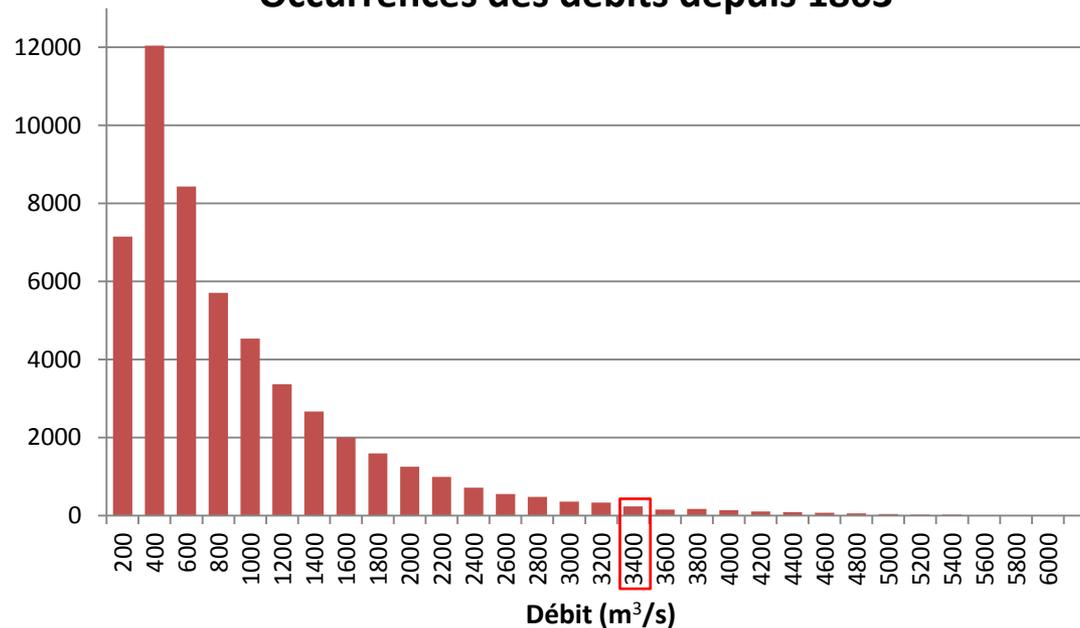
Débit	250 m <sup>3</sup> /s	850 m <sup>3</sup> /s	1500 m <sup>3</sup> /s	3300 m <sup>3</sup> /s
Tendance d'évolution actuelle des niveaux d'eau en aval de la Maine				



# Evolution des niveaux d'eau dans le bief fluvial

Débit	250 m <sup>3</sup> /s	850 m <sup>3</sup> /s	1500 m <sup>3</sup> /s	3300 m <sup>3</sup> /s
Tendance d'évolution actuelle des niveaux d'eau en aval de la Maine				

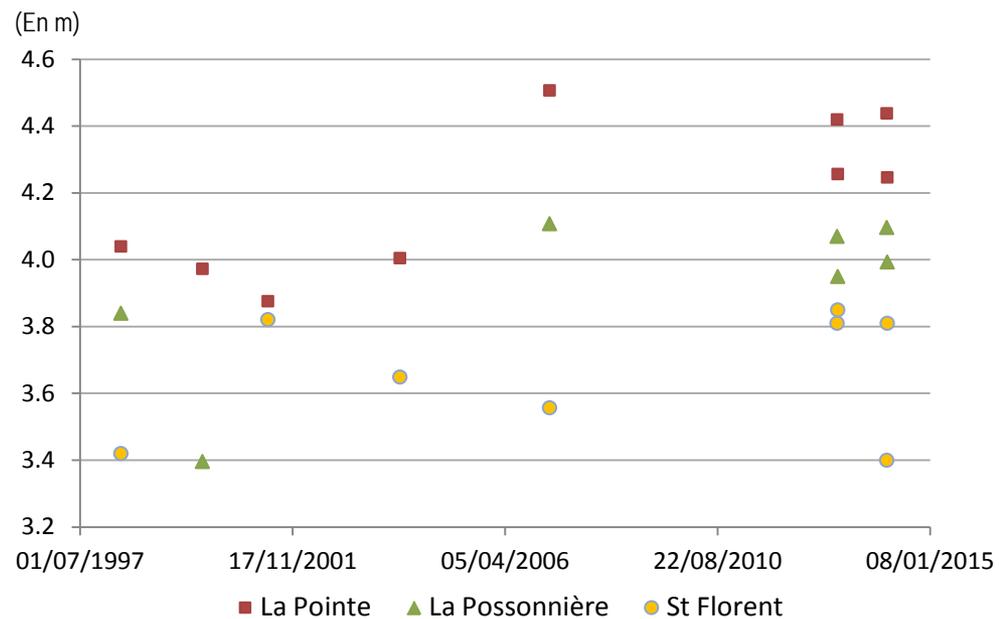
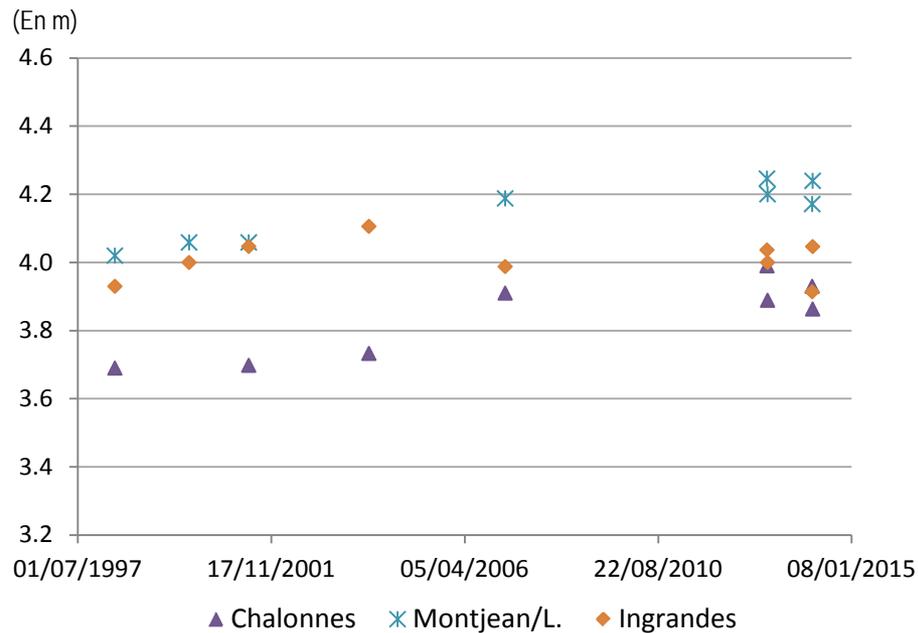
## Occurrences des débits depuis 1863



# Evolution des niveaux d'eau dans le bief fluvial

Débit	250 m <sup>3</sup> /s	850 m <sup>3</sup> /s	1500 m <sup>3</sup> /s	3300 m <sup>3</sup> /s
Tendance d'évolution actuelle des niveaux d'eau en aval de la Maine				

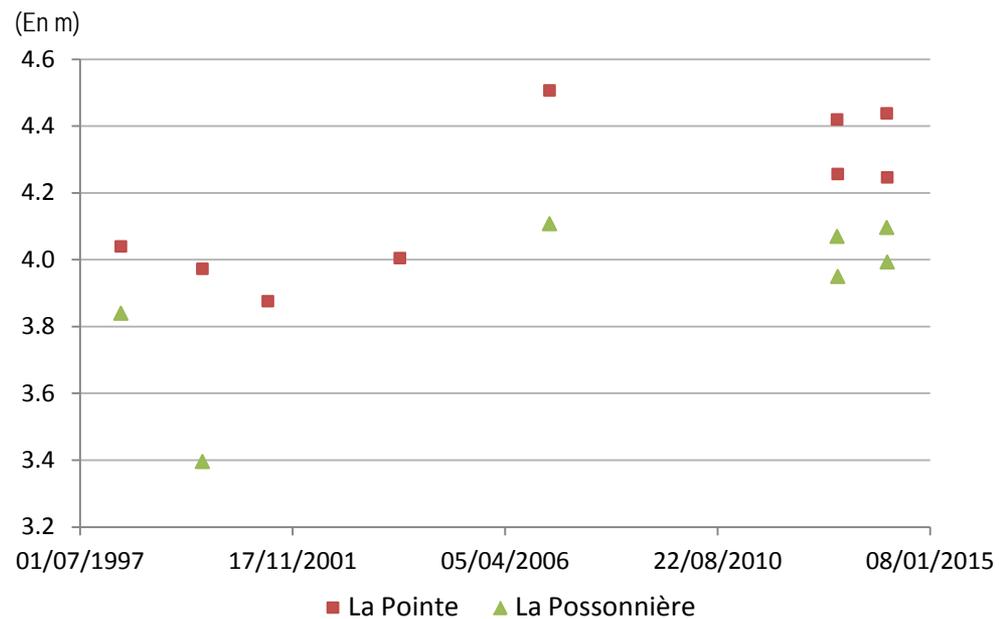
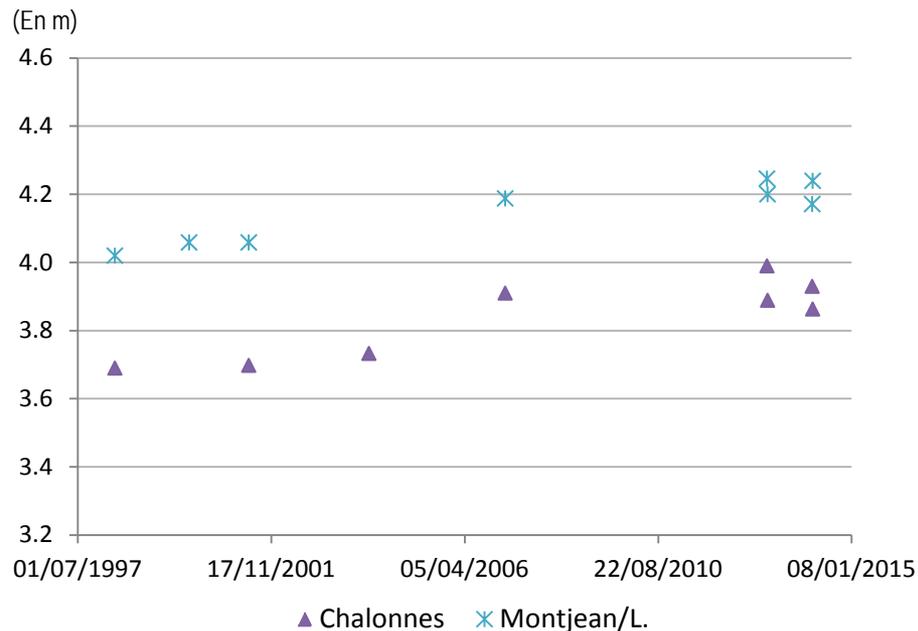
## Niveaux d'eau à 3300 m<sup>3</sup>/s (crue non débordante)



# Evolution des niveaux d'eau dans le bief fluvial

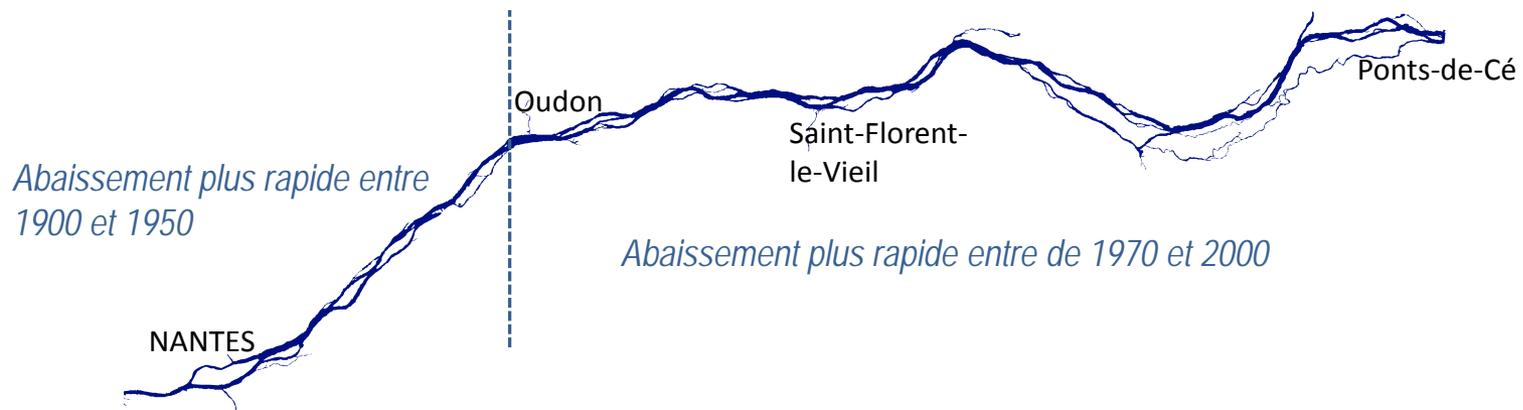
Débit	250 m <sup>3</sup> /s	850 m <sup>3</sup> /s	1500 m <sup>3</sup> /s	3300 m <sup>3</sup> /s
Tendance d'évolution actuelle des niveaux d'eau en aval de la Maine				

## Niveaux d'eau à 3300 m<sup>3</sup>/s (crue non débordante)



# Conclusion

- Nécessité d'un **suivi en continu** des niveaux d'eau
- Au cours du 20<sup>es</sup>, profonde modification de la morphologie de la Loire :
  - Remontée de l'onde de marée
  - Augmentation du marnage à Nantes
  - Abaissement généralisé de la ligne d'eau à basse mer et en étiage



- Depuis la fin du 20<sup>es</sup>, stabilisation voire **inversion de la tendance**: remontée des niveaux d'eau notamment à l'étiage
  - Remontée puis stabilisation plus précoce dans le bief fluvio-maritime
  - Bief fluvial : rehaussement des niveaux d'eau encore en cours sur certaines stations
  - **Evolution différente selon situations hydrologiques** : rehaussement ou stabilisation dans la majorité des cas

Merci de votre attention

[www.loire-estuaire.org](http://www.loire-estuaire.org)

