

# Modification de l'asymétrie tidale en réponse à la régression des herbiers de zostères dans le Bassin d'Arcachon

Florian Ganthy<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Ifremer, LER-AR, F-33120 Arcachon, France ; [florian.ganthy@ifremer.fr](mailto:florian.ganthy@ifremer.fr)

## Contexte et Objectifs

### ➤ Le Bassin d'Arcachon

- Hydrodynamique dominé par la marée (semi-diurne, marnage moyen de 4m) et les mers de vent
- Vastes estrans colonisés par des herbiers de *Zostera noltei*
- Régression drastique de l'étendue de ces herbiers depuis 20 ans (**Fig. 1**)
- Tendance au comblement des chenaux internes par des fines

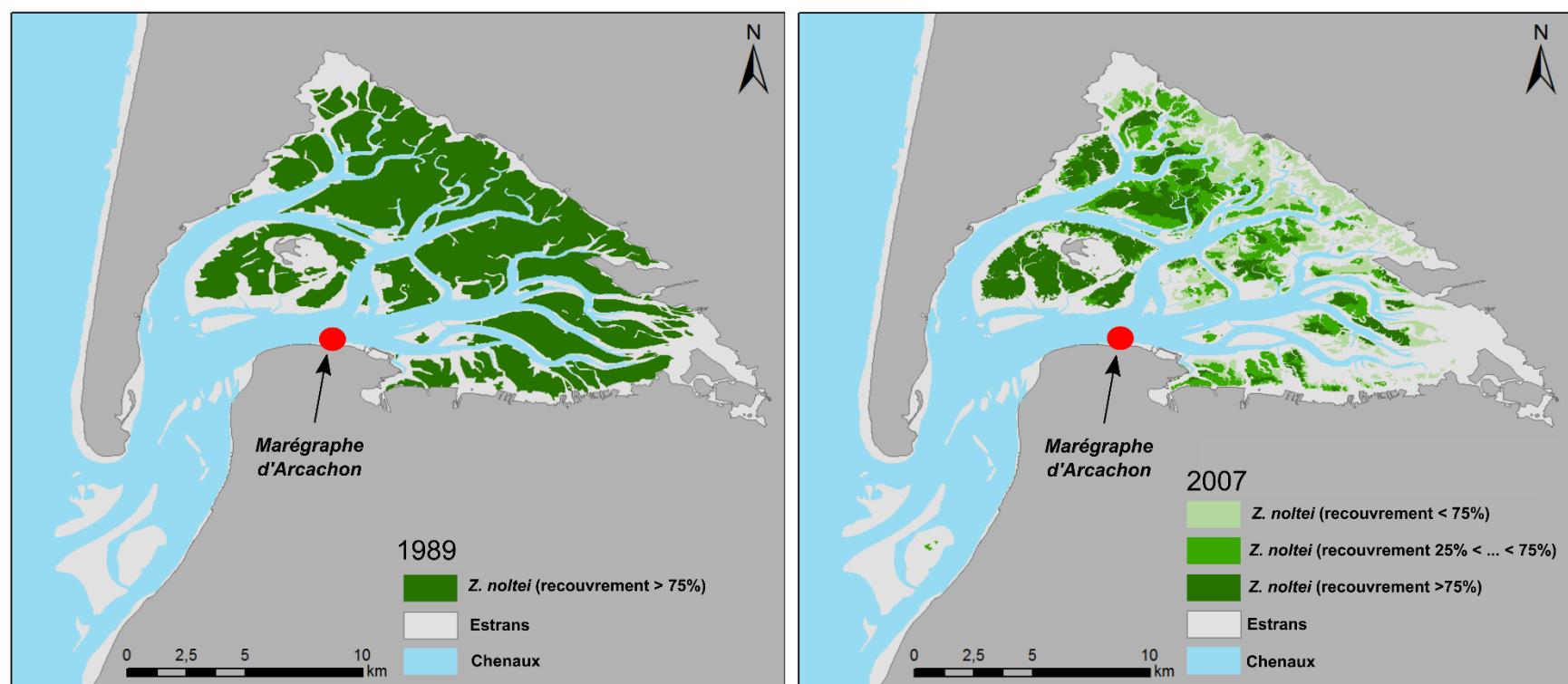


Fig. 1: Cartographies de l'extension des herbiers de *Z. noltei* en 1989 et 2007 (Plus et al., 2010)

### ➤ Les herbiers de *Zostera noltei* : des ingénieurs de l'écosystème

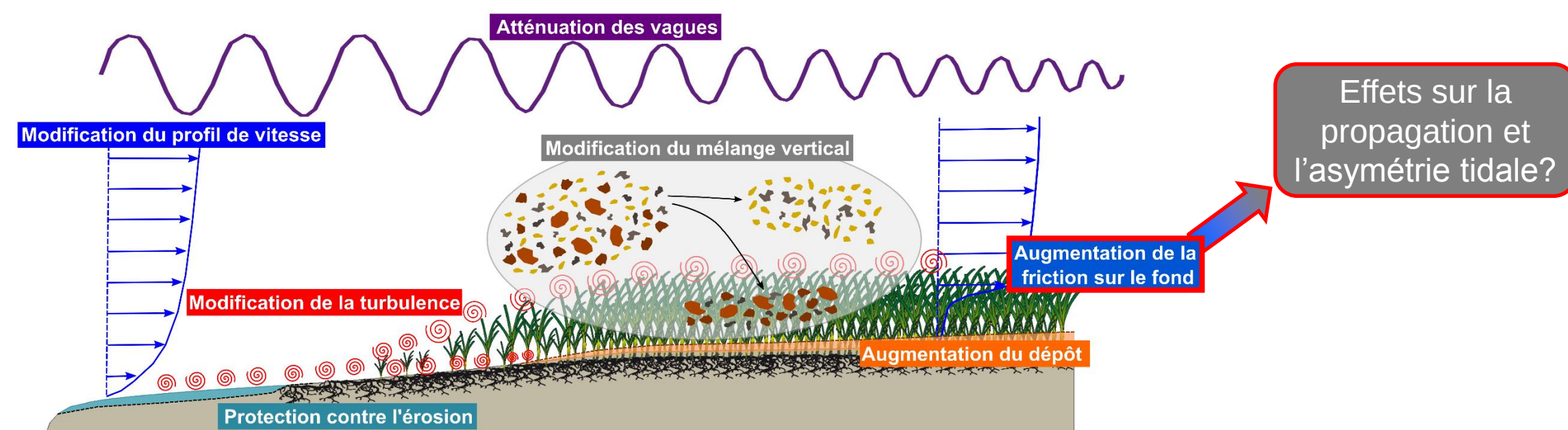


Fig. 2: Processus physiques induits par les herbiers (Paul and Amos, 2011 ; Ganthy et al., 2011, 2013, 2015)

➔ **La variabilité spatio-temporelle des herbiers de *Z. noltei* peut-elle modifier significativement la propagation de la marée et son asymétrie dans le Bassin d'Arcachon ?**

## Méthodes

### ➤ Modélisation numérique 3D

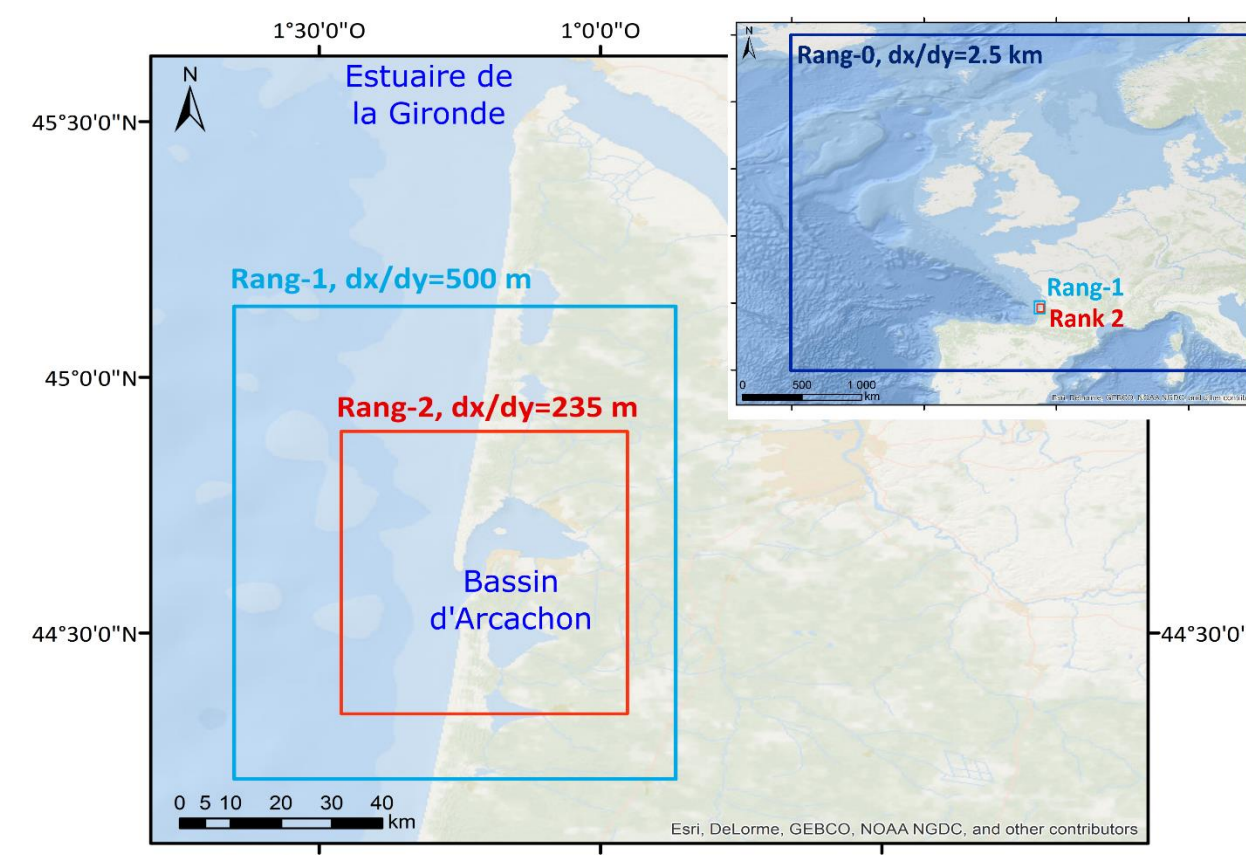


Fig. 3: Emprises spatiales et résolutions des 3 rangs du modèle

- Modèle MARS3D développé par l'Ifremer (Lazure and Dumas, 2008)
- Effets des herbiers sur l'hydrodynamique explicitement pris en compte dans les équation de la quantité de mouvement et la turbulence (Kombiadou et al., 2014)
- 3 rangs de résolution spatiale croissante (**Fig. 3**)
- Marée forcée aux frontières ouvertes par la solution FES2012 (Carrère et al., 2012)
- Validation du modèle avec les données du marégraphe d'Arcachon et de capteurs de pression (RMSE < 0.1m)
- Simulations de 35 jours (forçage tidal seul), pour 4 situations contrastées d'extension et de biométrie des herbiers (Table 1)

Table 1: Caractéristiques des herbiers de *Z. noltei* pour les quatre scénarios testés

| Simulation | Recouvrement*                | Longueur de feuilles (cm)** | Largeur de feuilles (mm)** | Densité de feuilles (n.m <sup>-2</sup> )** |
|------------|------------------------------|-----------------------------|----------------------------|--------------------------------------------|
| Hiver-89   | >75%                         | 4.5                         | 0.5                        | 16000                                      |
| Eté-89     | >75%                         | 20.0                        | 1.1                        | 80000                                      |
| Hiver-07   | <25% ; 25% < . < 75% ; > 75% | 4.0 ; 4.2 ; 4.5             | 0.5                        | 4000 ; 8000 ; 16000                        |
| Eté-07     | <25% ; 25% < . < 75% ; > 75% | 13.0 ; 14.0 ; 20.0          | 1.1                        | 20000 ; 40000 ; 80000                      |

\*Le recouvrement correspond aux classes présentées Fig. 1

\*\*Les caractéristiques des herbiers ont été choisies afin d'être représentatives de la variabilité saisonnière des herbiers du Bassin d'Arcachon

### ➤ Analyse de l'asymétrie tidale

Application de la méthode de Nidzieko and Ralston (2012) sur les 29 derniers jours de simulation, pour les niveaux d'eau ( $\gamma_h$ ) et les vitesses moyennes sur la verticale ( $\gamma_u$ ) :

$$\gamma = \frac{\mu_3}{\mu_2^{3/2}} \quad \text{où } \mu_m \text{ est le } m^{\text{ième}} \text{ moment défini tel que:}$$

$$\mu_m = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (n_i)^m$$

avec  $N$  = nombre de valeurs  $n_i$ .

- Pour l'asymétrie des niveaux ( $\gamma_h$ ),  $n = \frac{\partial h}{\partial t}$

- Pour l'asymétrie des vitesses ( $\gamma_u$ ),  $n = u$  où  $u$  correspond aux vitesses *cross-shore*

## Résultats et Discussion

### ➤ Variation spatio-temporelle de l'asymétrie des niveaux d'eau ( $\gamma_h$ )

Asymétrie des niveaux d'eau ( $\gamma_h$ )

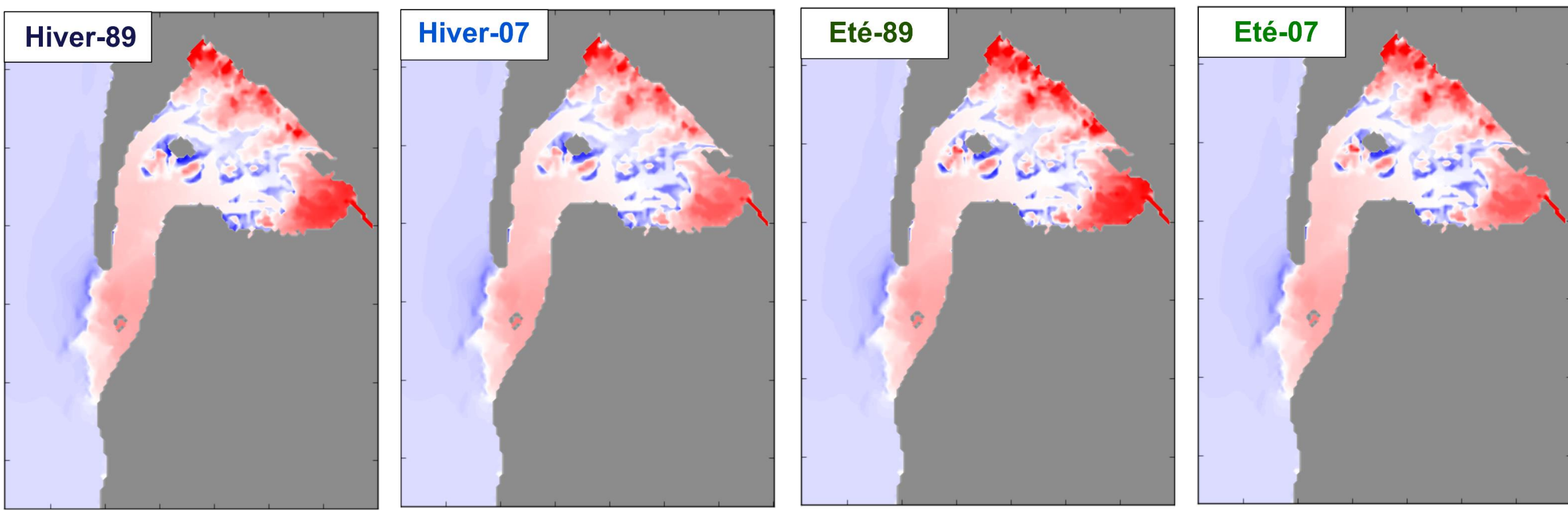


Fig. 4: Asymétrie des niveaux d'eau simulés pour les quatre situations

- Schéma spatial de l'asymétrie des niveaux similaire pour toutes les situations testées (**Fig. 4**) :
- Océan : faible dominance du jasant
- Passes : faible dominance du flot
- Zone centrale : faible dominance du jasant
- Zones internes : forte dominance du flot

- Effet marqué de la dynamique saisonnière des herbiers (**Fig. 5**) :
- La dominance du flot est plus forte en été qu'en hiver
- Cette différence saisonnière est plus marquée en 1989 qu'en 2007.

- Effet important de l'extension des herbiers (**Fig. 6**) :
- La dominance du flot diminue fortement entre 1989 et 2007
- Cette différence est plus marquée en été

➔ **Les variations spatio-temporelles de l'extension et des caractéristiques des herbiers influent significativement sur la propagation de la marée et son asymétrie en terme de niveaux d'eau.**

➔ **Plus les herbiers sont étendus et/ou développés, plus les niveaux d'eau sont dominés par le flot.**

Effet de la dynamique saisonnière des herbiers

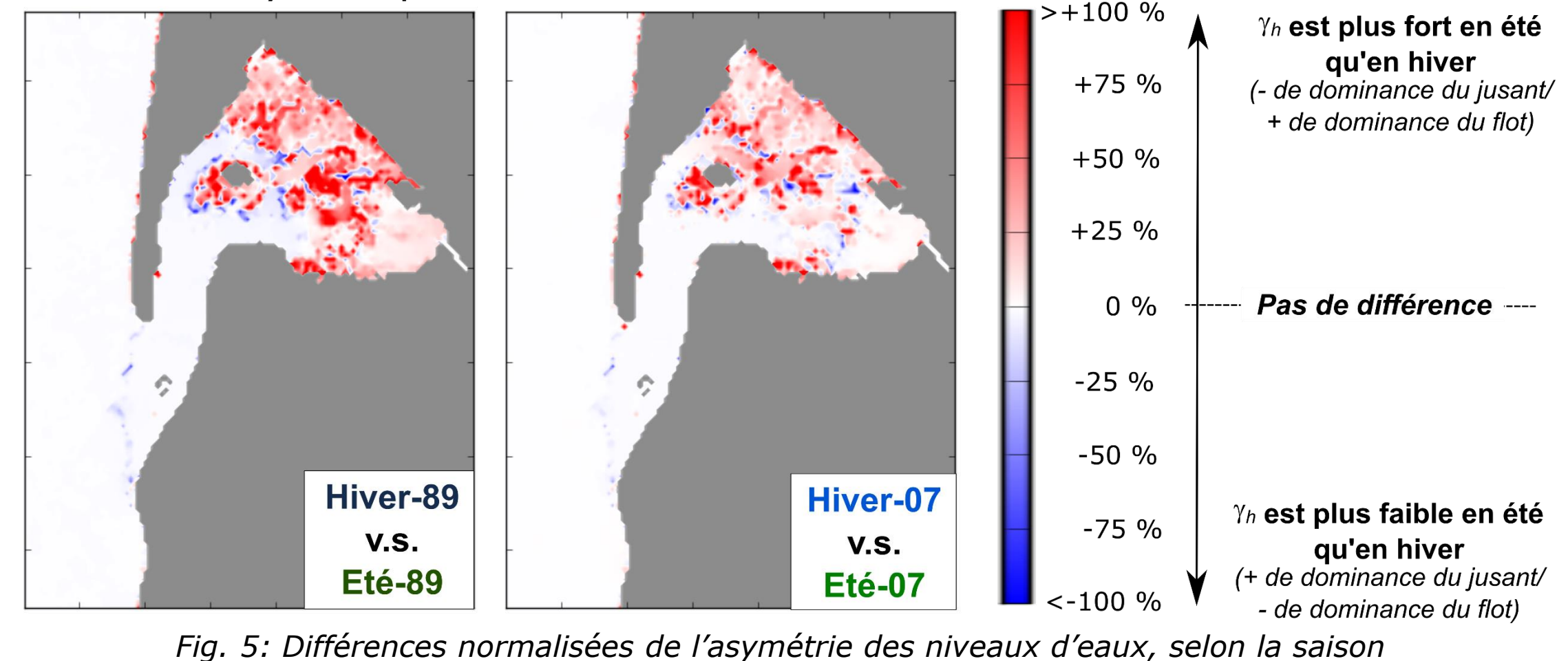


Fig. 5: Différences normalisées de l'asymétrie des niveaux d'eau, selon la saison

Effet de l'extension des herbiers

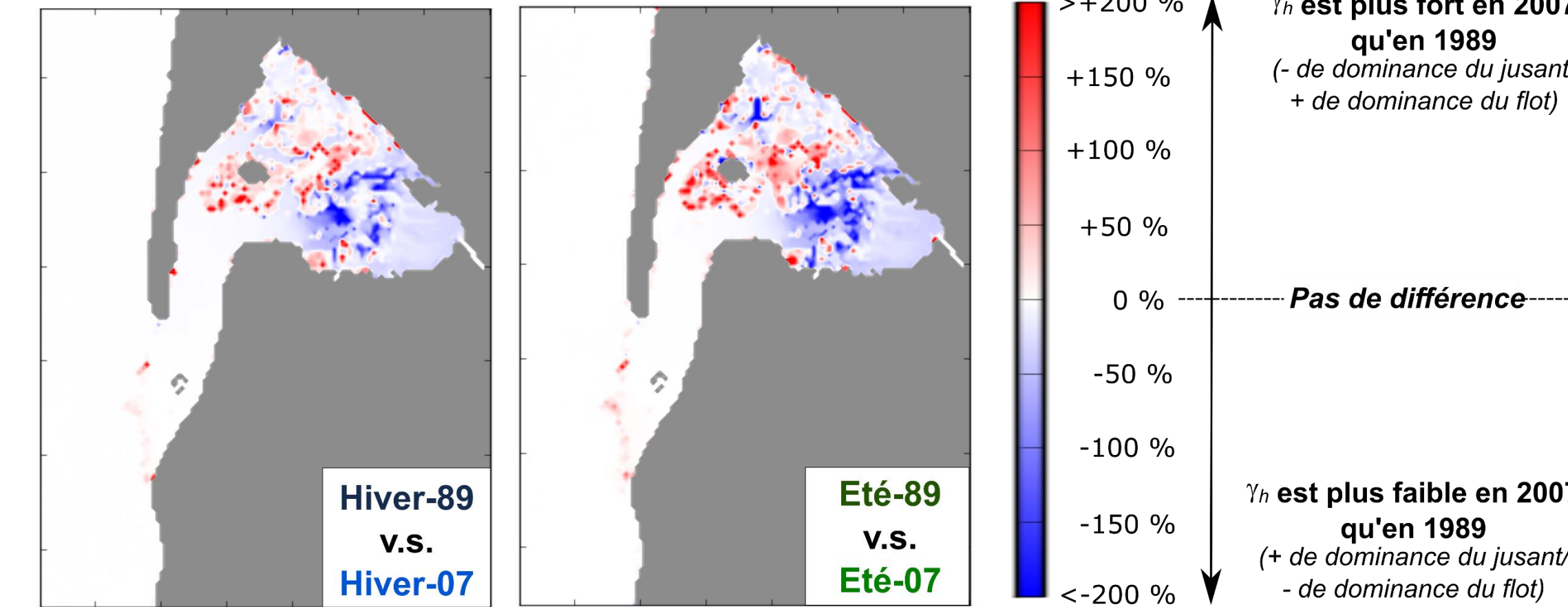


Fig. 6: Différences normalisées de l'asymétrie des niveaux d'eau, selon l'extension des herbiers

### ➤ Variation spatio-temporelle de l'asymétrie des vitesses de courant ( $\gamma_u$ )

Asymétrie des vitesses de courant ( $\gamma_u$ )

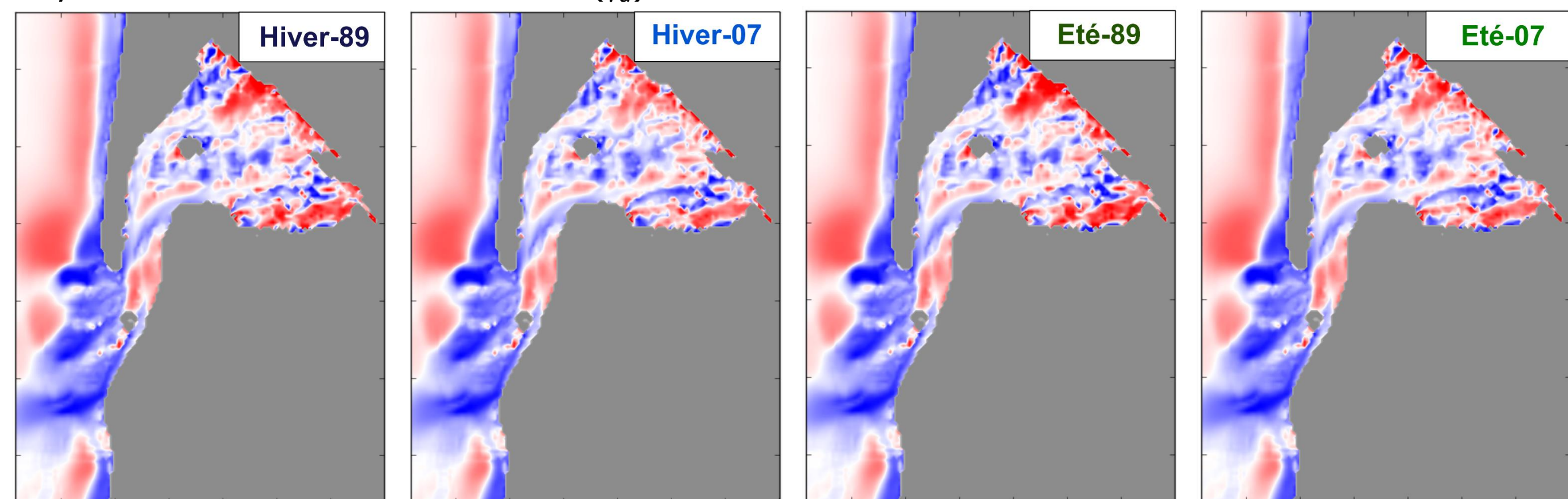


Fig. 7: Asymétrie des vitesses de courants simulées pour les quatre situations

- Schéma spatial de l'asymétrie des vitesses similaire pour toutes les situations testées (**Fig. 7**) :
- Chenaux principaux : dominance du jasant
- Banc de l'embouchure et estrans internes : dominance du flot

- Effet significatif de la dynamique saisonnière et de l'extension des herbiers sur l'asymétrie des vitesses :
- La dominance du flot est plus forte en été qu'en hiver (jusqu'à +130%)
- Diminution de la dominance du flot entre 1989 et 2007 (jusqu'à -310%)

- Le schéma spatial de ces variations est bien plus complexe que pour l'asymétrie des niveaux

➔ **Plus les herbiers sont étendus et/ou développés, plus les courants de marée sont dominés par le flot (plus fortes vitesses au flot).**

➔ **Ceci laisse supposer des modifications de la dynamique sédimentaire en fonction des caractéristiques et de l'extension des herbiers**

## Conclusions et Perspectives

Cet exercice de modélisation numérique met en évidence que la présence d'herbier de *Zostera noltei*, en dépit de la petite taille de cette espèce, augmente suffisamment la friction sur le fond pour modifier significativement l'asymétrie de la marée dans le Bassin d'Arcachon. L'intensité de cet effet dépend à la fois de l'extension et de l'état de développement des herbiers : plus ils sont étendus et/ou développés, plus les niveaux d'eau et les courants tendent à être dominés par le flot et inversement.

Ainsi, en plus de ses effets directs sur l'hydrodynamique et la dynamique sédimentaire, l'évolution des herbiers a également des effets indirects significatifs sur la distorsion tidale susceptible d'influer sur la dynamique sédimentaire et les évolutions morphologiques associées. L'impact relatif de ces deux types d'effets sur la sédimentation reste toutefois à quantifier.