

## Quelques aspects de la circulation grande échelle et de sa variabilité interne basse-fréquence

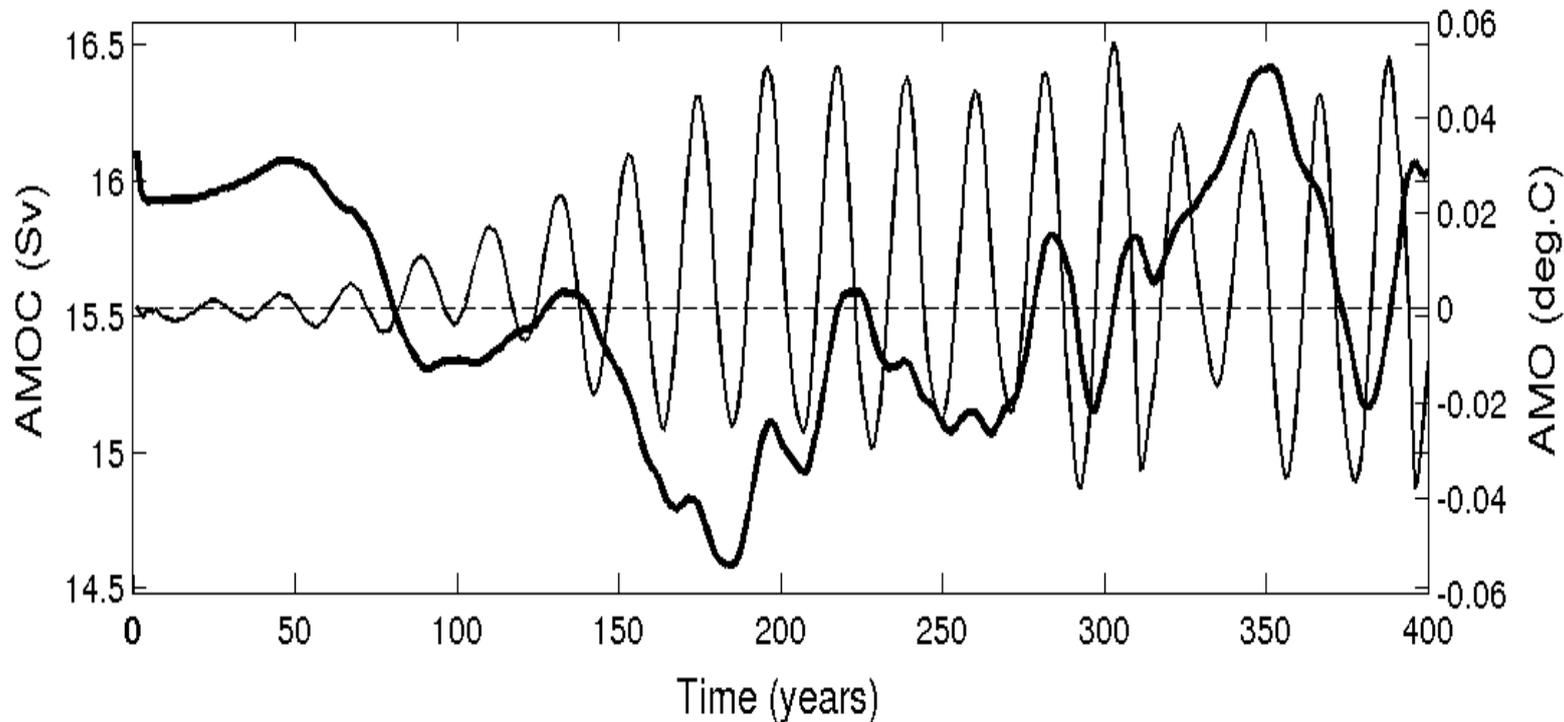
- Origine et structure de la variabilité intrinsèque inter-décennale de la circulation en Atlantique Nord
- Distribution 3D du mélange diapycnal dans l'océan

# Variabilité interne basse-fréquence de la circulation océanique Atlantique

- La circulation grande échelle (Atlantique) peut-elle être spontanément (sans forçage externe) instable sur des échelles de temps  $>$  décennales ?
- Si oui, quels sont les paramètres critiques qui contrôlent le taux de croissance de l'instabilité ?
- Quel est le mécanisme physique sous-jacent ?
- Quelle est la structure spatiale du mode émergent ?
- Qu'est ce qui fixe la période ?
- Existe t-il un lien avec la variabilité (AMO) observée ?

## Stratégie :

- 1/ spin-up sous conditions de rappel de surface T/S + vent constant (5000 ans)
- 2/ flux T/S diagnostiqués une fois la circulation à l'équilibre
- 3/ flux T/S gardés constants + vent constant (400 ans)

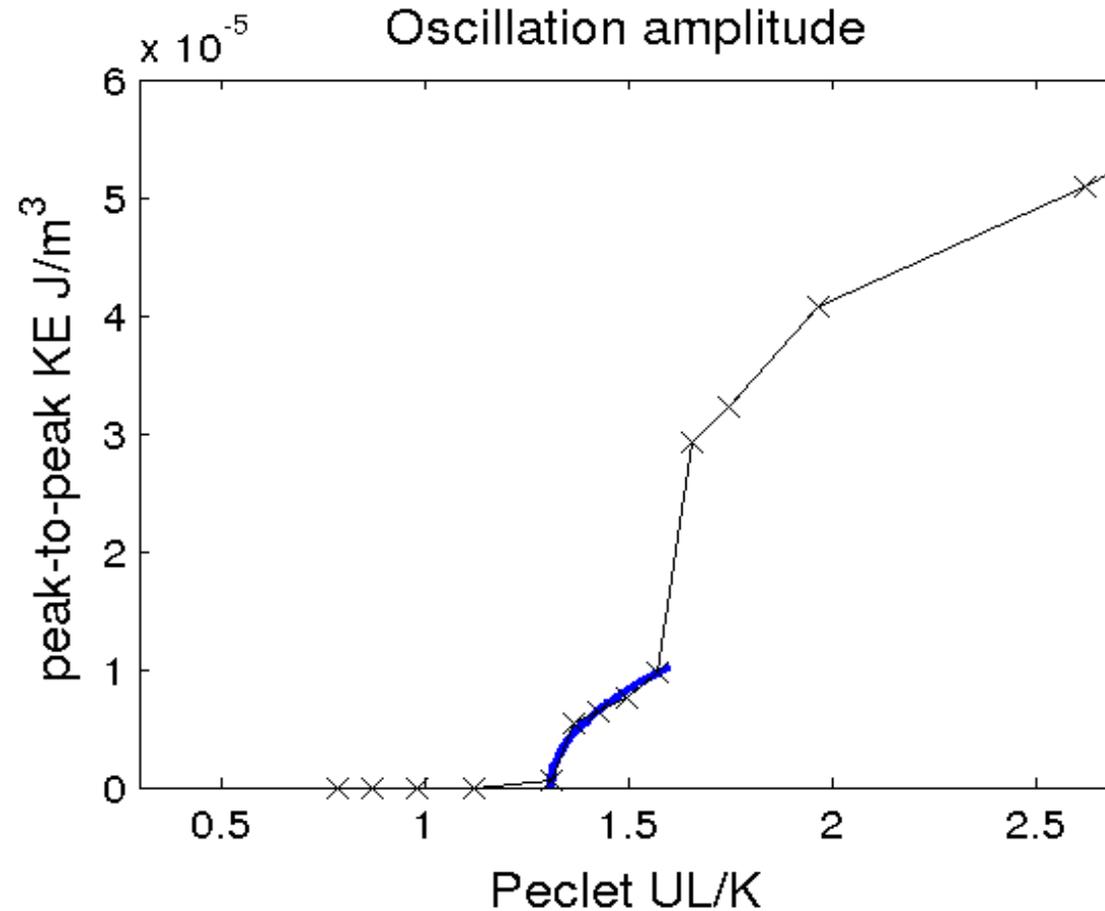


Croissance lente d'un mode à 20 ans autour de l'état moyen équilibré obtenu dans la phase de spin-up

Amplitude des variations de AMOC :  $O(1)$  Sv

Index AMO pas en phase avec la circulation. Pertinence dynamique de cet indice ?

## Une bifurcation de Hopf sur-critique ?

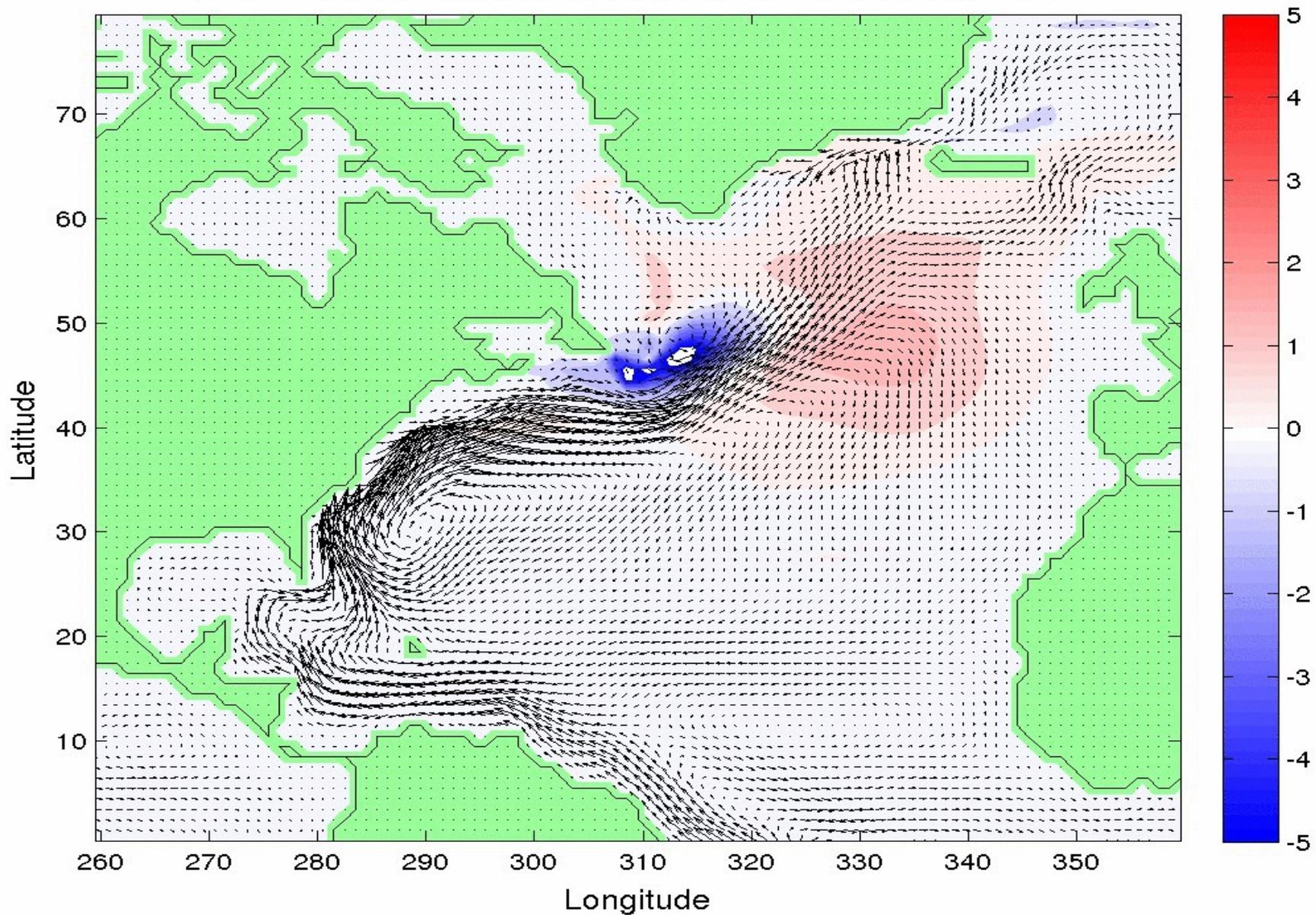


$$amplitude \propto \sqrt{Pe - Pe_c}$$

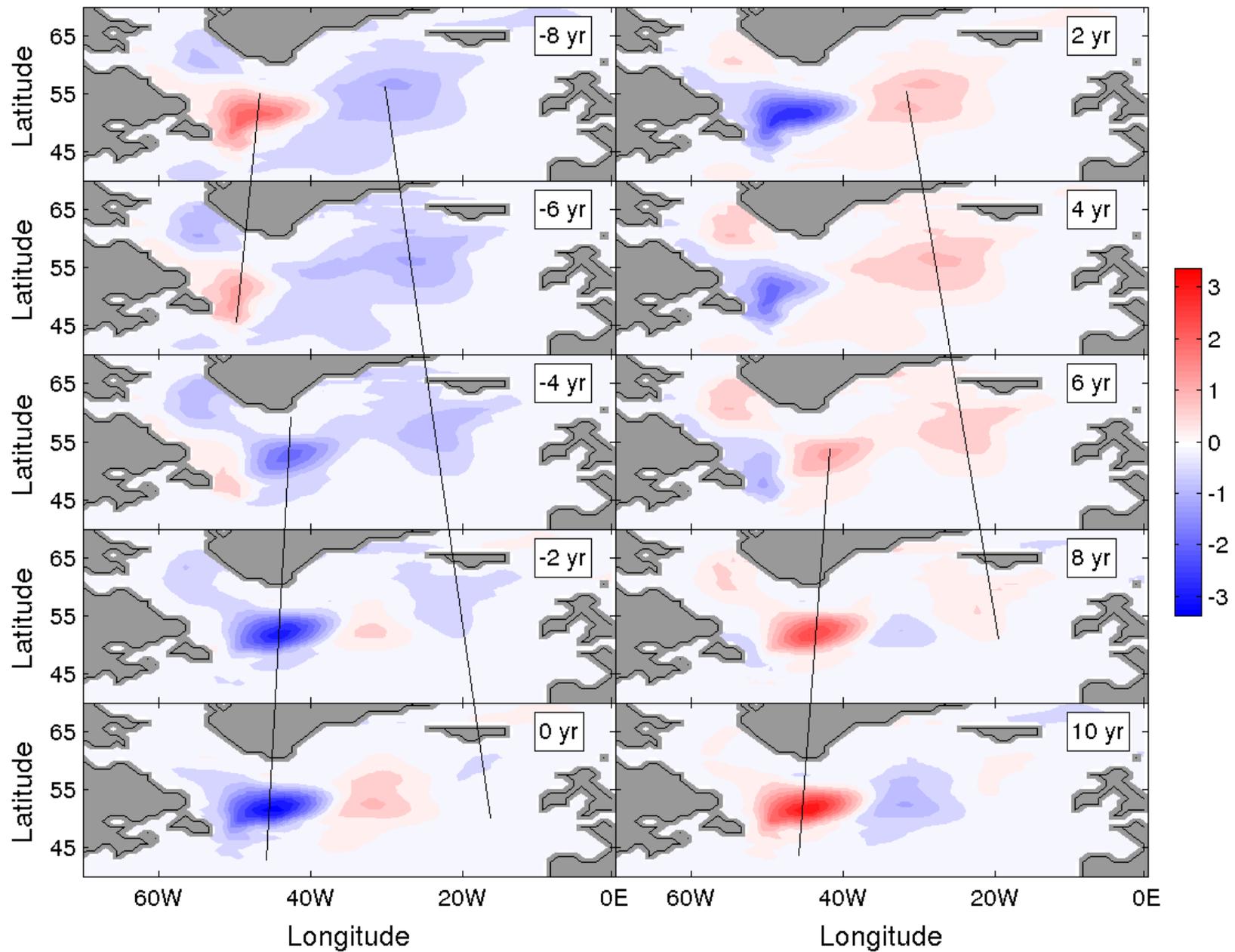
Le nombre de Peclet est proportionnel à l'inverse de la « thickness diffusivity » (GM).

Variabilité interne basse-fréquence de la circulation océanique Atlantique  
MITgcm 1° , cycle saisonnier vent, SHF, E-P : période 20 ans

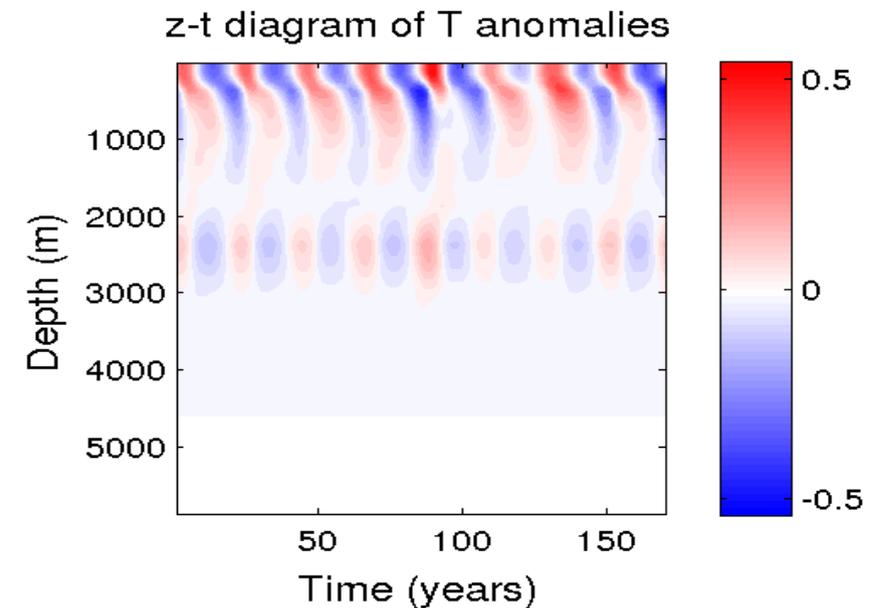
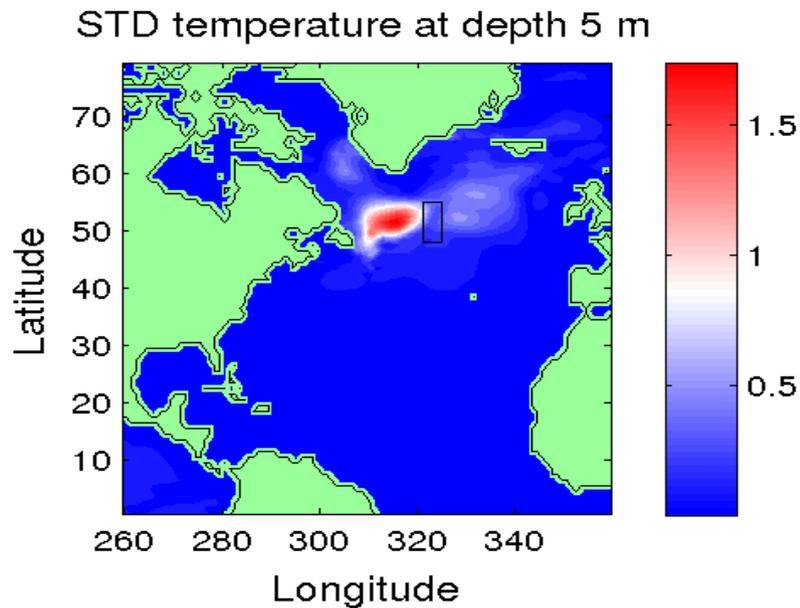
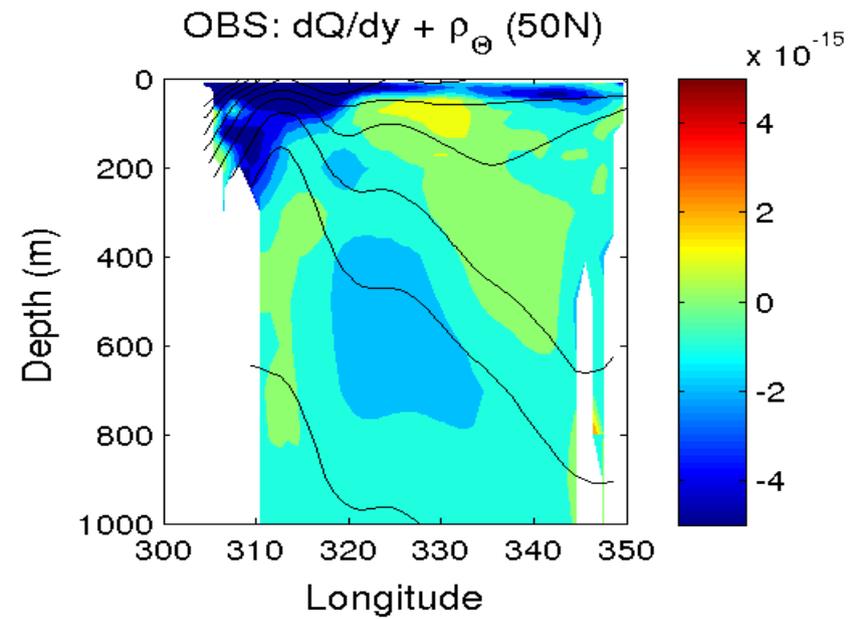
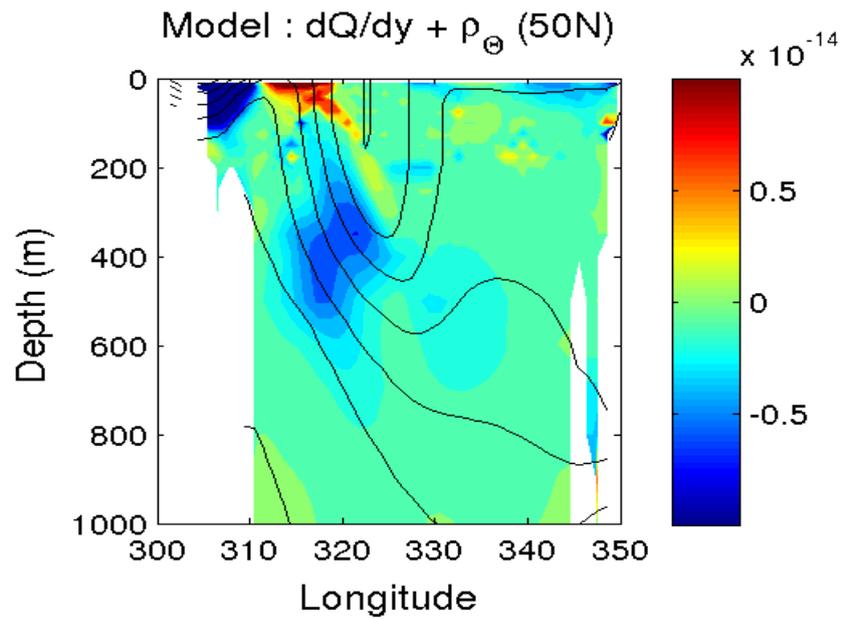
year 1 / AMOC=17.5652 Sv / SST ANO + CURRENT 250 m



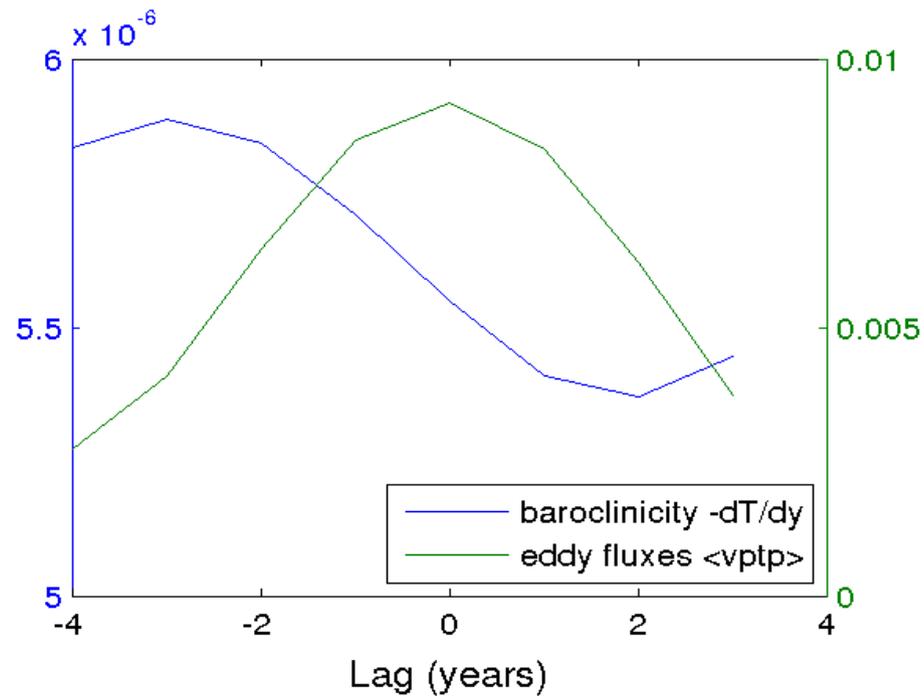
# Propagation des anomalies de SST



# Structure verticale de (Ertel) PV et T



# Un oscillateur non-linéaire ?



Relations de phase entre variabilité des flux turbulents  $f$  et baroclinicté  $s$  bien représentées par

$$\begin{aligned}\dot{s} &= F - f \\ \dot{f} &= 2(s - s_0)f\end{aligned}$$

Modèle initialement proposé pour la variabilité de la storm track dans l'atmosphère (Ambaum et Novak JAS2014)

→ Instabilité locale plutôt que globale ? Échelle de temps de la variabilité contrôlée par le taux de croissance de l'instabilité plutôt que par la propagation/advection des perturbations ?

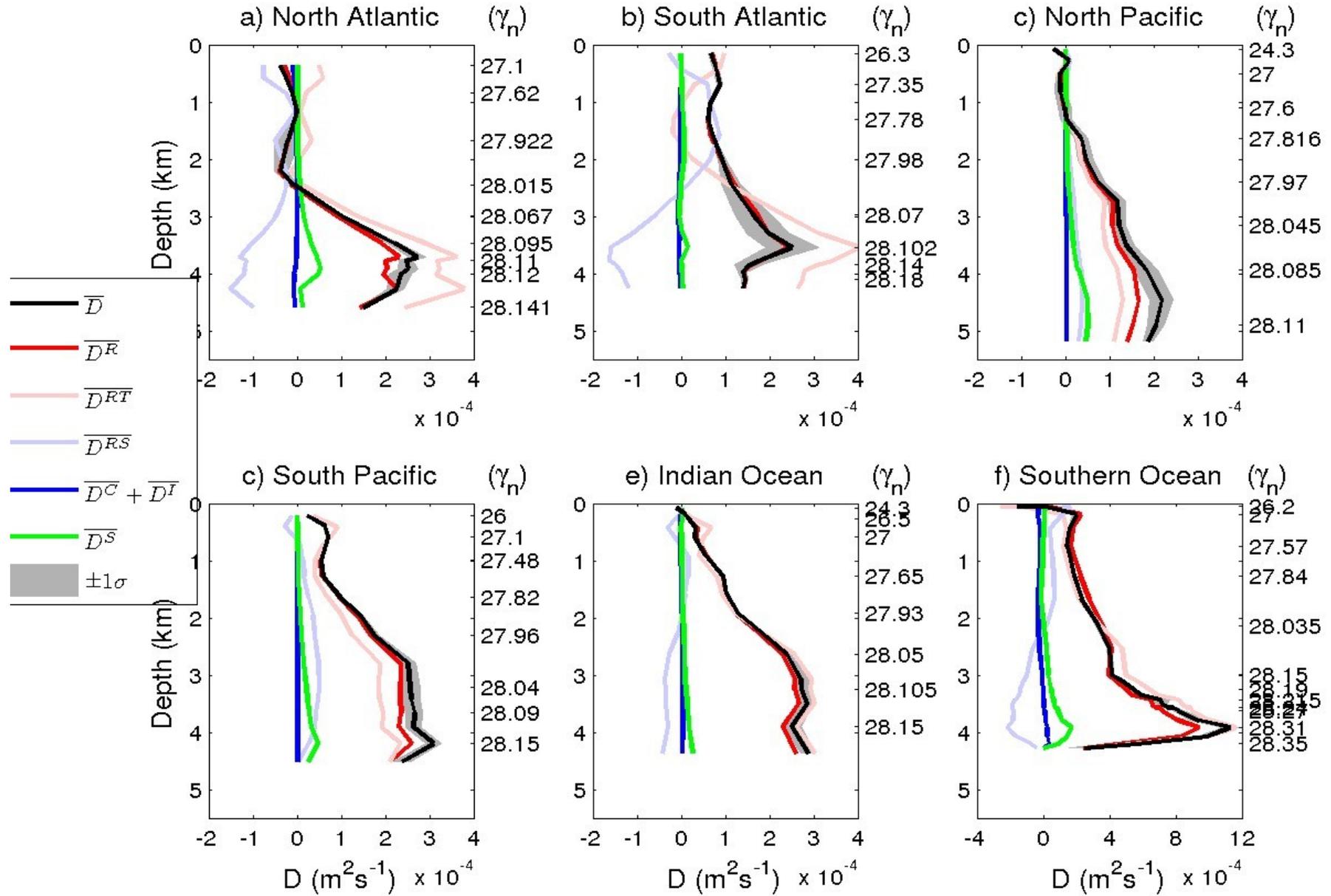
## Détermination du mélange diapycnal

Quel mélange vertical (diapycnal) est nécessaire pour faire remonter 30 Sv d'eaux profondes jusqu'à la surface ?

Dans quelles régions et à quelles profondeurs les transports diapycnaux associés sont t-ils dominants ?

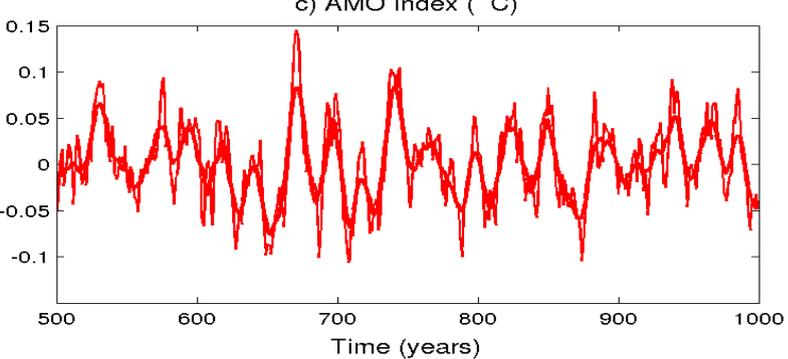
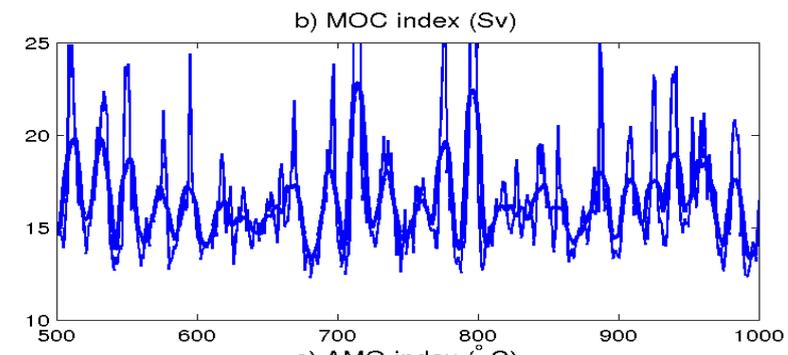
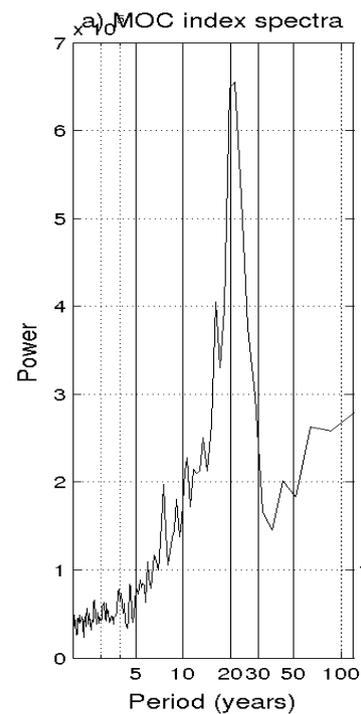
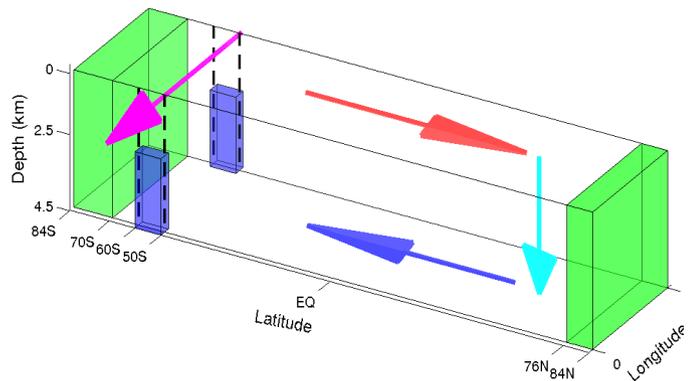
La circulation thermohaline Atlantique intermédiaire ( $1000 < z < 3000\text{m}$ ) est-elle « quasi-adiabatique » comme de récentes théories le suggèrent (Cessi, Vallis & Nikurashin) ?

# Détermination du mélange vertical à partir de la circulation océanique grande échelle (Arzel et Colin de Verdière, JPO 2016)



# Travaux en finalisation et futurs

- Variabilité interne (LEFE/MesOVarClim 2016-2018)
  - 1) Structure spatiale et origine du mode décennal émergeant sous flux constant dans une simulation réaliste (article en cours de rédaction)
  - 2) Rôle des tourbillons de méso-échelle dans la variabilité interne basse-fréquence ? Simulations « eddy-permitting »  $1/4^\circ$  déjà réalisées à l'idris.
- Mélange diapycnal :
  - 1) Dans quelle mesure le mélange vertical imposé dans une simulation numérique peut-il être retrouvé en « inversant » la circulation ? [stagiaire M2 avril-août 2017]
  - 2) Peut-on améliorer la méthode « robuste-diagnostique » développée par Arzel et Colin de Verdière (2016) pour déduire la distribution 3D du mélange diapycnal + isopycnal + « eddy-induced » ? Collaboration avec R. Tailleux et son équipe à Reading (projet neutramix / NERSC).



STD SST years 501-1000

