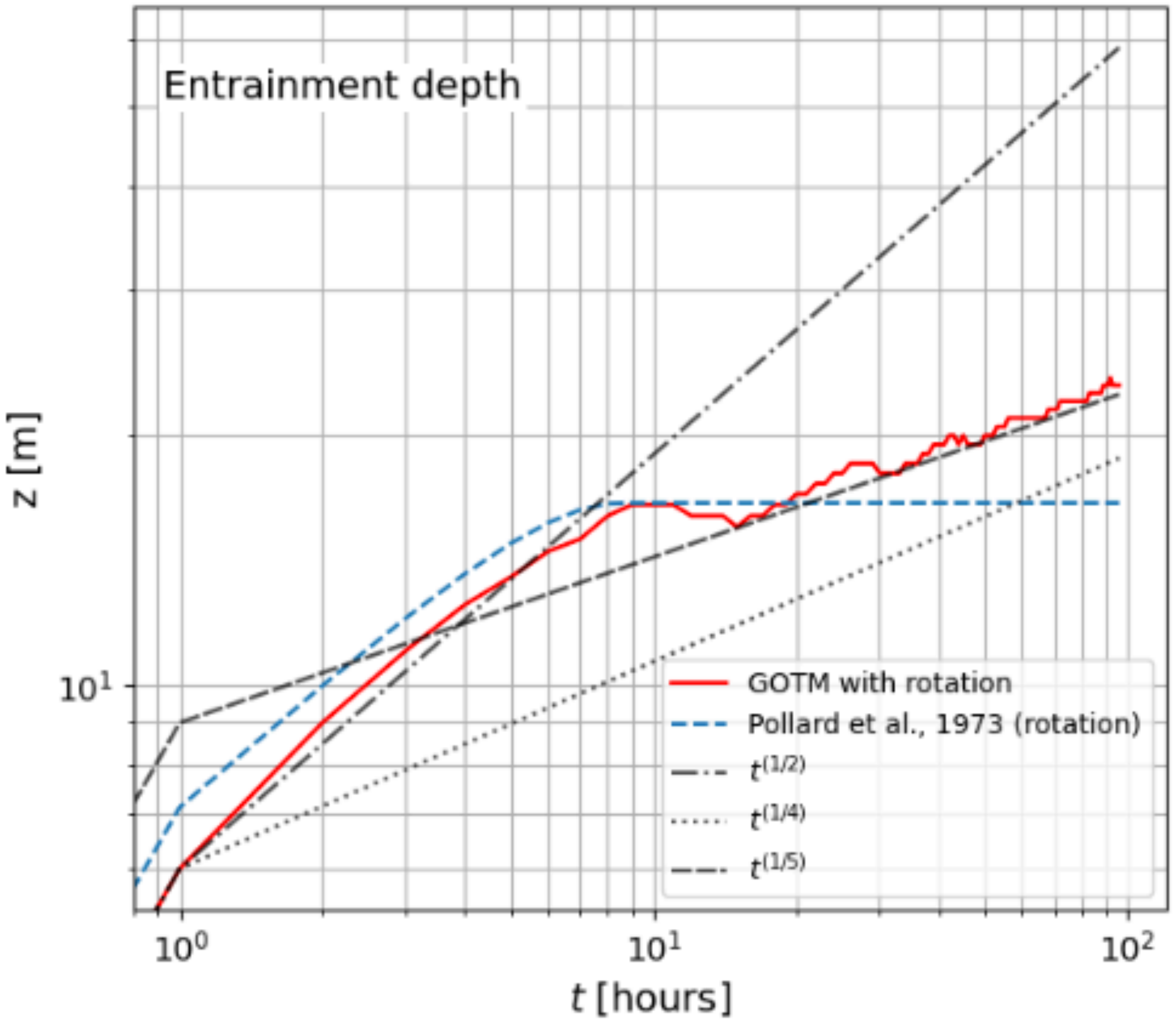
Scaling - Mixed layer depth forced by wind shear stress in rotation

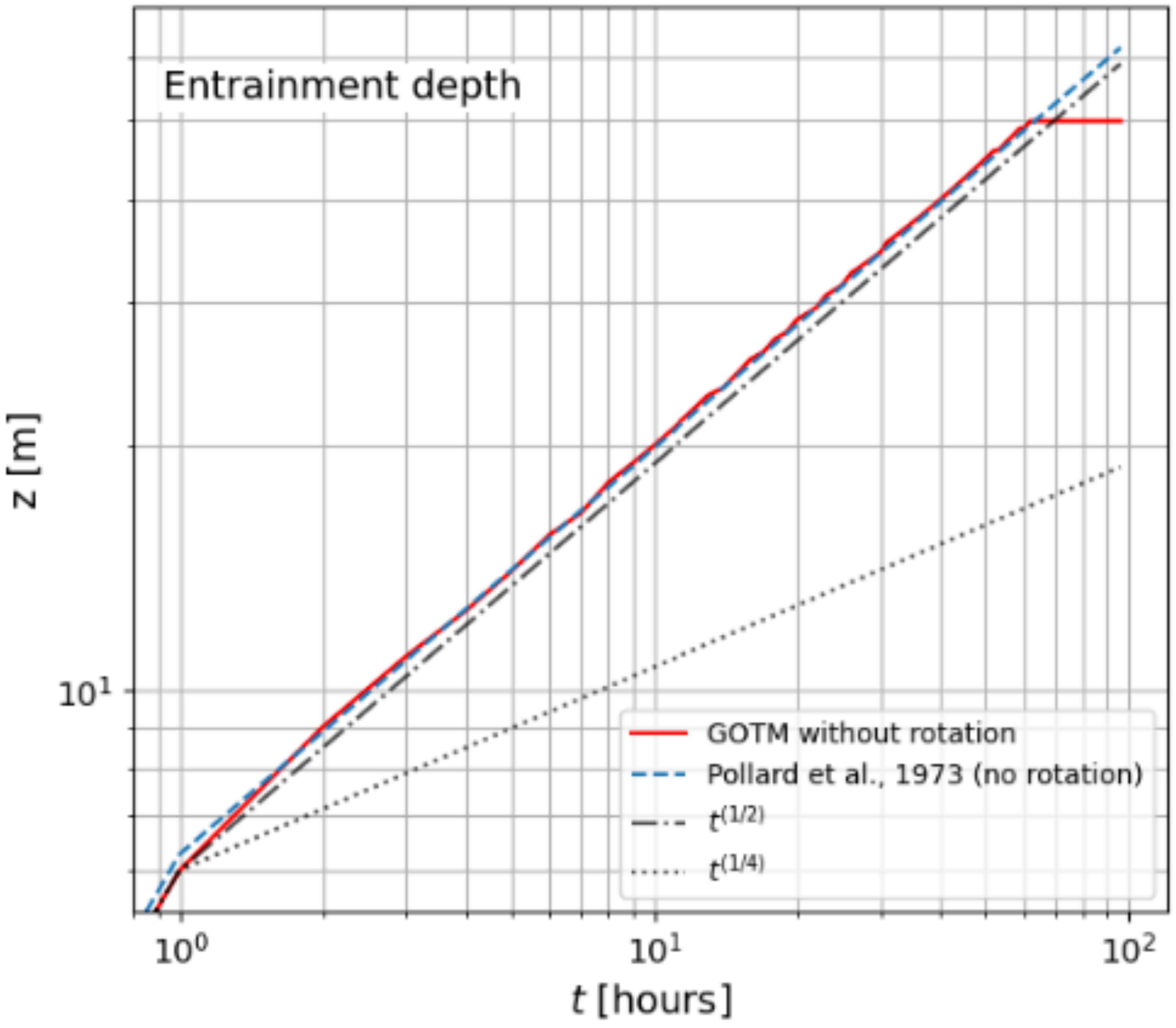
Reunion LEGI - 11/12/2023

Context

Il existe une loi d’échelle qui prédit l’approfondissement sans rotation (Pollard)

Avec rotation: La loi d’échelle prévoit une épaisseur constante au de la période inertiel





Loi d'échelle au-delà de période inertielle :

- Pollard [1972]

$$h(t) = h_{max} = 1.7\left(\frac{u_*}{\sqrt{Nf}}\right) \qquad \text{Pour } t > \pi f$$

- Ushijima et al [2020]

$$h = 1.5 L_{p73}\left(\frac{f}{N}\right)^{-2.2\times10^{-2}}\left(\frac{t}{T_f}\right)^{0.18}$$

Cette étude -> LES => n'avance pas d'argument physique

Cas sans Rotation

- Pourquoi on trouve une loi en $h \sim \sqrt{(}t)$

Cas sans Rotation

- Pourquoi on trouve une loi en $h \sim \sqrt{(}t)$

- Stress constant $\tau = cste$ $\longrightarrow$ $h\partial_t u = \tau(z=0) - \tau(z=-h)$

Cas sans Rotation

- Pourquoi on trouve une loi en $h \sim \sqrt{(}t)$

- Stress constant $\tau = cste$ $\longrightarrow$ $h\partial_t u = \tau(z=0) - \tau(z=-h)$

- Transfert de QDM entre la couche de mélange et la région stable ment stratifié

Cas sans Rotation

- Pourquoi on trouve une loi en $h \sim \sqrt(t)$

- Stress constant $\tau = cste$ $\longrightarrow$ $h\partial_t u = \tau(z=0) - \tau(z=-h)$

Condition d'entrainement $Ri = 1$

$\hookrightarrow u \propto h$

- Transfert de QDM entre la couche de mélange et la région stable ment stratifié

Cas sans Rotation

- Pourquoi on trouve une loi en $h \sim \sqrt(t)$

- Stress constant $\tau = cste$ $\longrightarrow$ $h\partial_t u = \tau(z=0) - \tau(z=-h)$

- Transfert de QDM entre la couche de mélange et la région stable ment stratifié

Condition d'entrainement $Ri = 1$

$\longrightarrow$ $u \propto h$

Conséquence d'entrainement

$\tau(z=-h) = \mathrm{u}\partial_t h$

Cas sans Rotation

$$h\partial_t u = \tau(z=0) - \tau(z=-h) \quad \& \quad \tau(z=-h) = \mathsf{u}\partial_t h$$

$$\partial_t(hu) = \tau \Leftrightarrow uh = \tau t \quad \& \quad u \propto h$$

$$h \propto \sqrt{(\tau t)}$$

Cas avec rotation

Cette démarche échoue au delà de la premiere période de rotation

$$\cancel{\partial_t(hu) = \tau \Leftrightarrow uh = \tau t} \longrightarrow \begin{aligned} hu &= \frac{\tau}{f}\sin ft \\ hv &= \frac{\tau}{f}(\cos ft - 1) \end{aligned}$$

Cas avec rotation

Cette démarche échoue au delà de la premiere période de rotation

$$Ri = \frac{N^2 h}{u^2 + v^2} = 1 \longrightarrow h = \left(\frac{\tau}{\rho}\right)^{1/2} \left[\frac{4(1 - \cos ft)}{f^2 N^2}\right]^{1/4}$$

Cas avec rotation

Donc la rotation affecte l’entrainement a la base de la ML

$$\boxed{\tau(z = -h) = \mathrm{u}\partial_t h}$$

Expression du stress a la bas de la ML

Model K-ϵ

$$\tau = \nu \frac{du}{dz}$$

Avec

$$\nu = c_\mu \frac{k^2}{\epsilon}$$

c_μ Une fonction de stabilité dépendante de la production local de shear et de buoyancy

k, ϵ Issue de la TKE

Expression du stress a la bas de la ML

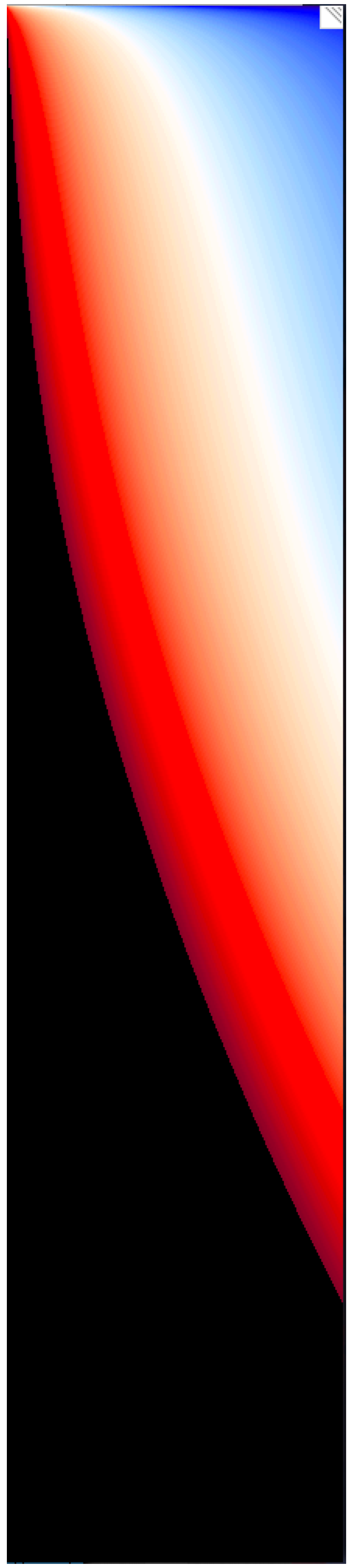
$$\tau(z = -h) = u\frac{dh}{dt}$$

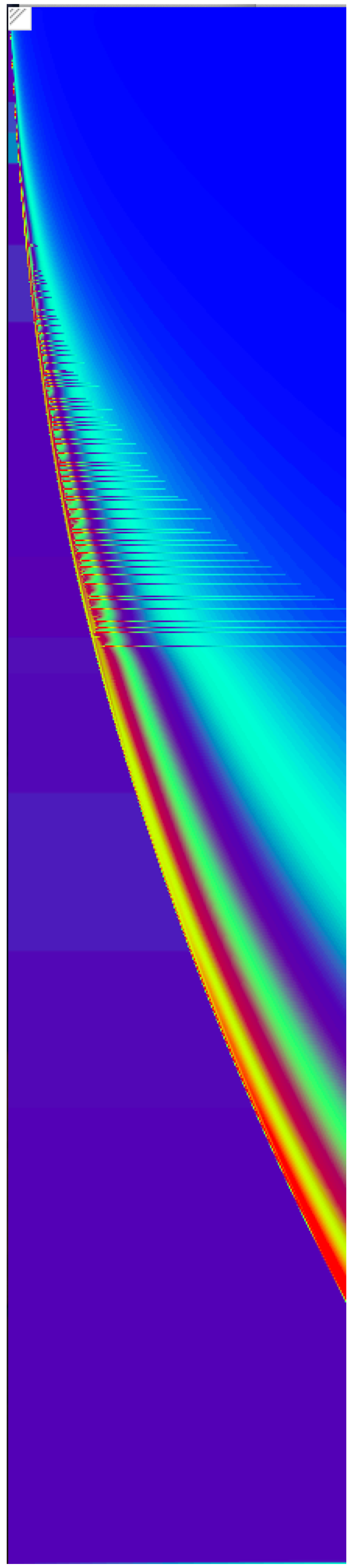
$$\nu\frac{du}{dz} = u\frac{dh}{dt}$$

$$c_\mu\frac{k^2}{\epsilon}\frac{du}{dz} = u\frac{dh}{dt}$$

Cas sans rotation- sans stratification

U





N^2