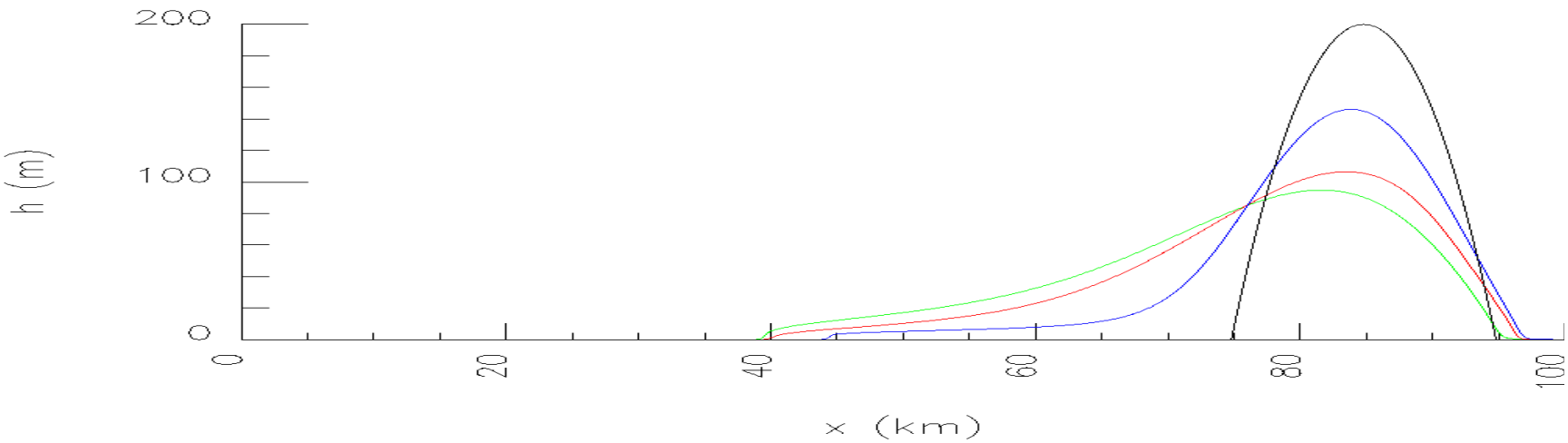
Estimation de Paramètres et Lois de Friction dans des Courants Gravitaires Océaniques par Assimilation de Données

Achim Wirth & Jacques Verron

MEOM/LEGI (Grenoble France)

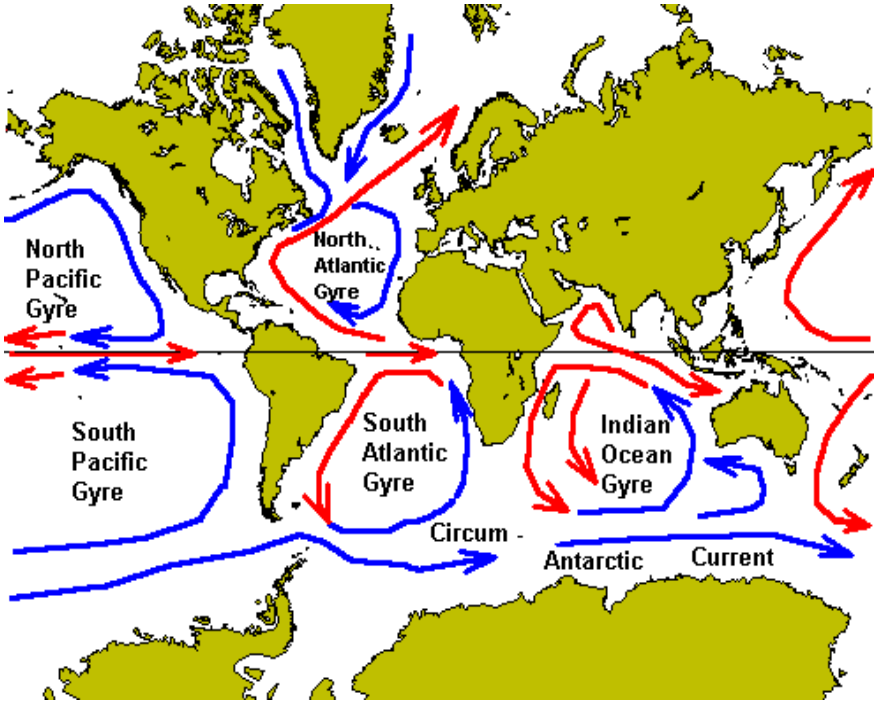
Etudes et paramétrisation
des flux turbulents pour les
courants gravitaires océaniques
par assimilation de données



Circulation Océanique

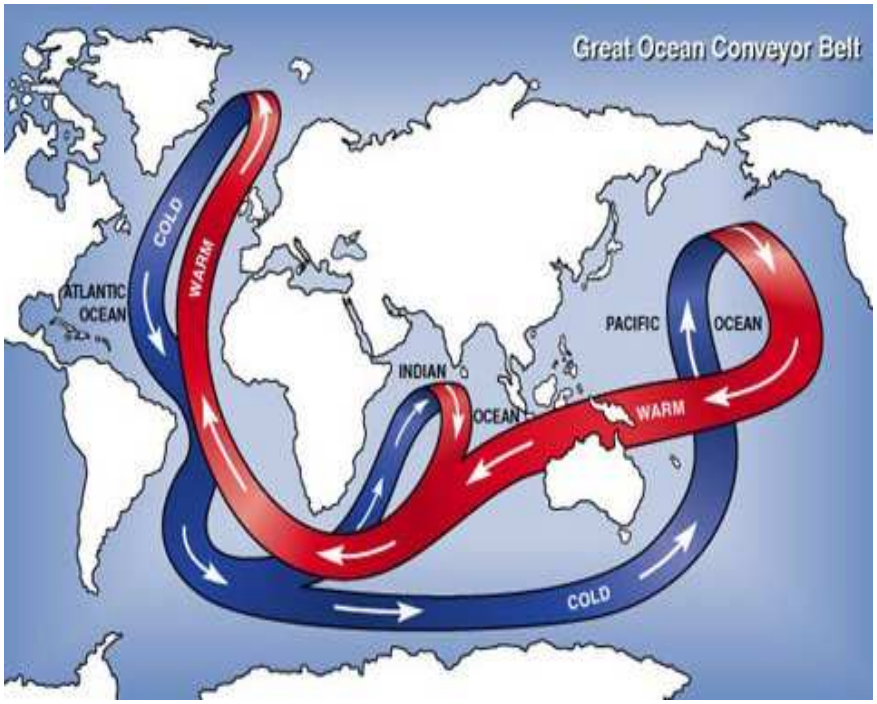
Gyre

"météo"



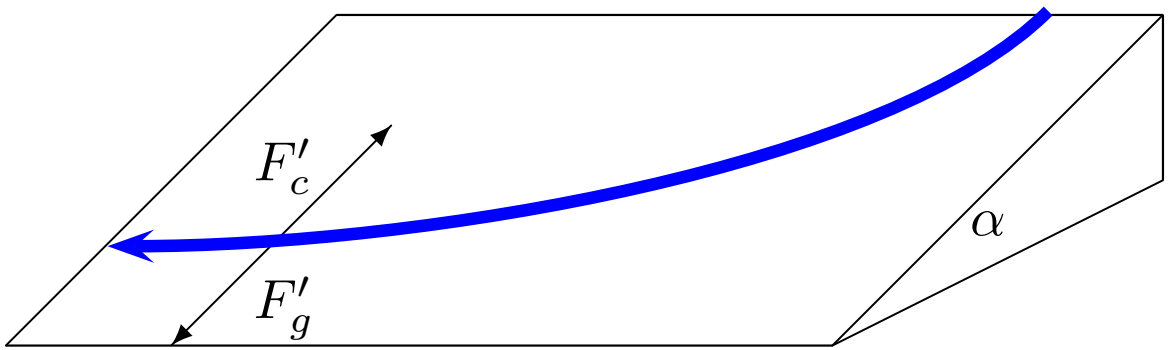
Overturning

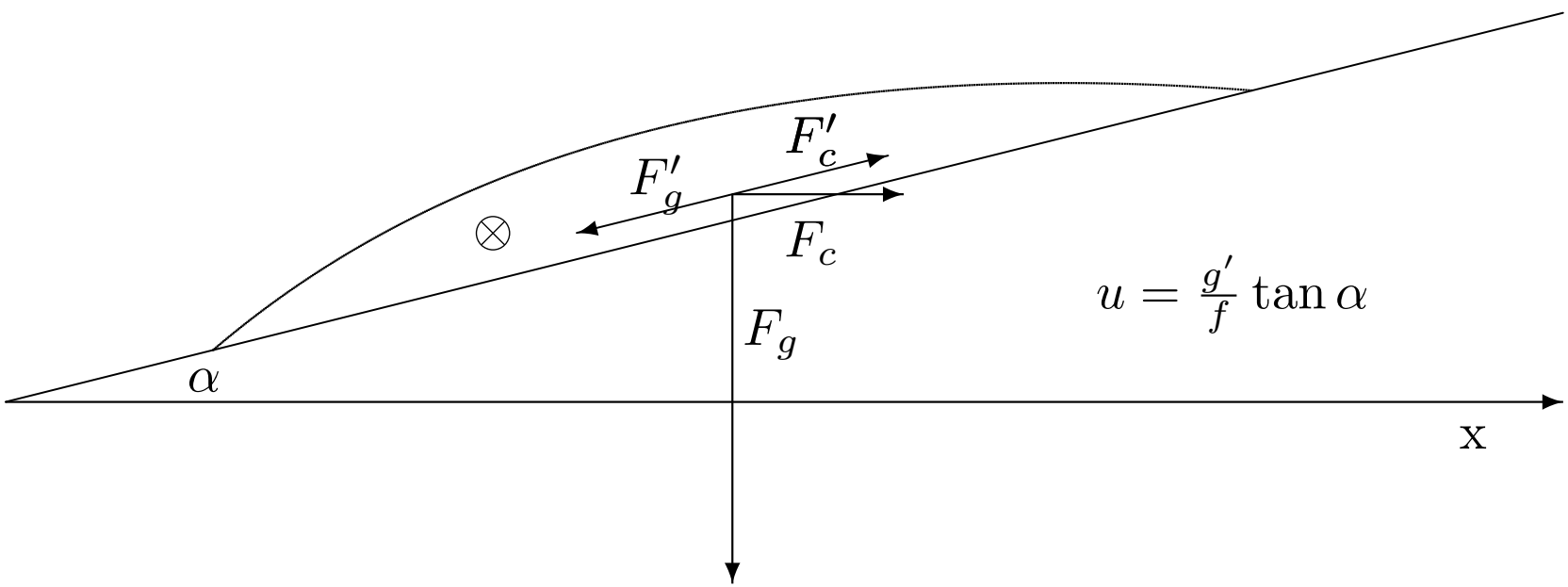
"climat"



.

Courants Gravitaires Océaniques





La Friction

... détermine la dynamique d'un courant gravitaire océanique.
Les processus de friction turbulente ne peuvent pas être explicitement résolus dans des modèles océaniques.

$$\tau + c_D|\mathbf{u}|$$

friction de Rayleigh linéaire (τ)

lois de trainée quadratique (c_D)

?

rugosité du fond ?

variabilité de la rugosité du fond ?

rugosité multi échelles (bio) ?

type de rugosité “k” vrs. “d” ?

orientation des éléments rugueux ?

suspensions des sédiments ?

courants de marées ?

ondes ?

rétroaction des courants sur la rugosité ?

Et en plus : “The matter is far from beeing understood” Jiménez, Ann. Rev. Fluid Mech. (2004).

Procédure d'Estimation

Vecteur d'état augmenté (contient les paramètres) :

$$\mathbf{x}(x,t) = (h(x,t), u(x,t), v(x,t), \tau, c_D) \tag{1}$$

Outil : EnKF (Ensemble Kalman Filter) :

$$\mathbf{x}_i^a = \mathbf{x_i^f} + \mathbf{K}\left(h^{obs} + \epsilon_i - \mathbf{H}\mathbf{x^f}_i\right) \tag{2}$$

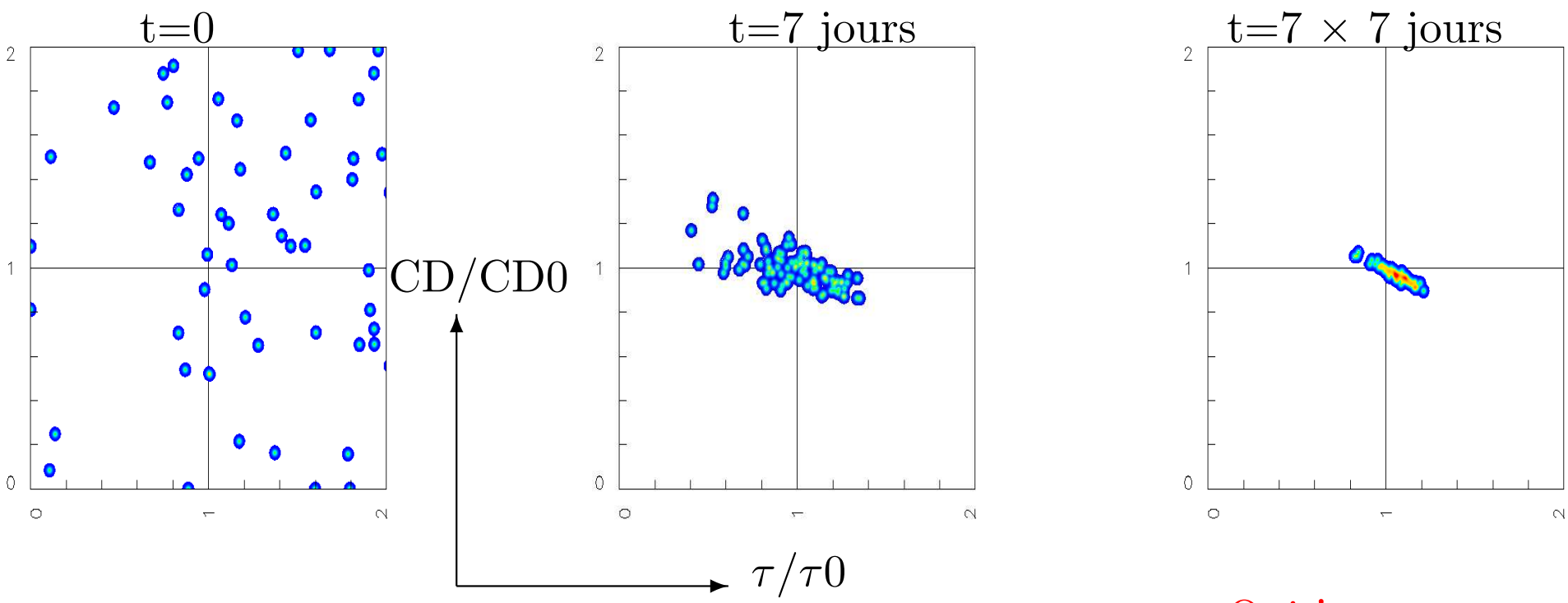
$$\mathbf{K} = \mathbf{P}\mathbf{H^T}(\mathbf{H}\mathbf{P}\mathbf{H^T} + \mathbf{W})^{-1} \tag{3}$$

$$\mathbf{P} = \frac{1}{m-1}\sum_{i=1}^{m}(\mathbf{x_i^f} - \langle \mathbf{x^f} \rangle)(\mathbf{x_i^f} - \langle \mathbf{x^f} \rangle)^T, \tag{4}$$

Choix des valeurs initiales pour l'ensemble des paramètres ?

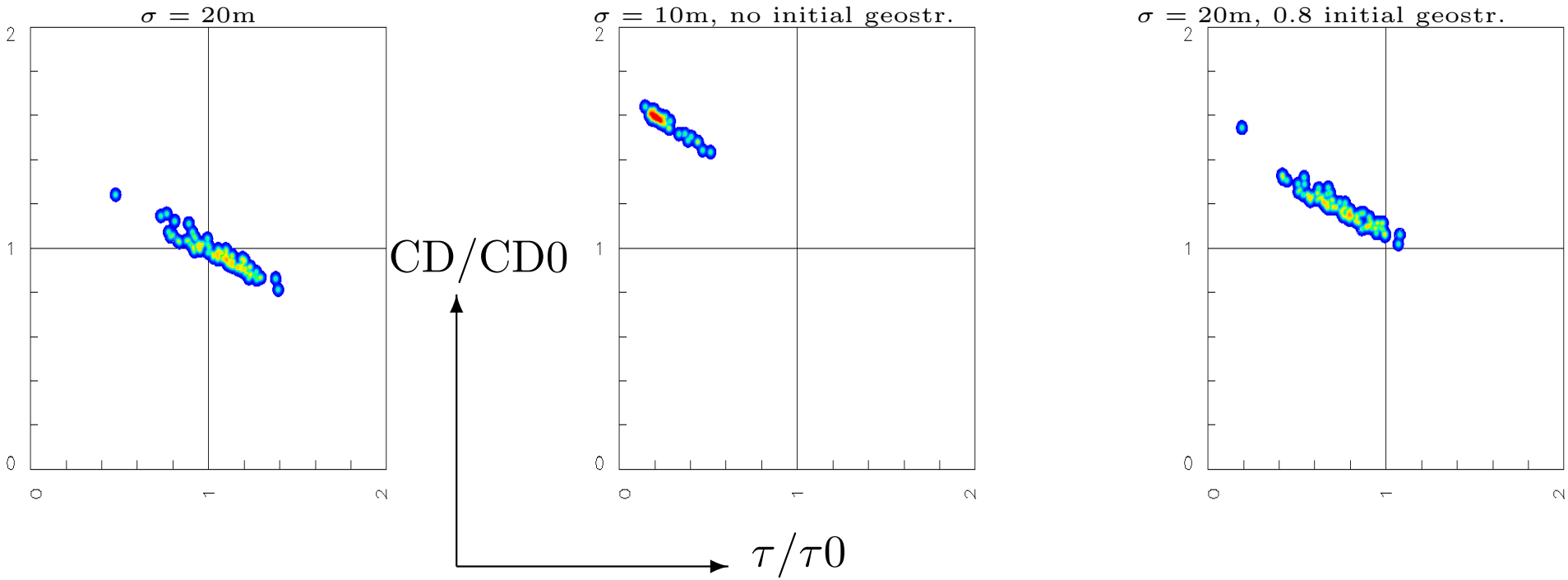
Peut-on estimer r et c_D en observant seulement $h(x)$?

Assimilation toutes les heures avec un erreur d'observation de $10m$,
$\tau_0 = 5.10^{-4}$ ms^{-1}, $c_{D0} = 5.10^{-3}$



Oui !

Pourquoi l'ensemble est-il aligné ?



Parce qu'il est facile d'estimer la friction moyenne $\langle D \rangle_{x,t}$, avec:

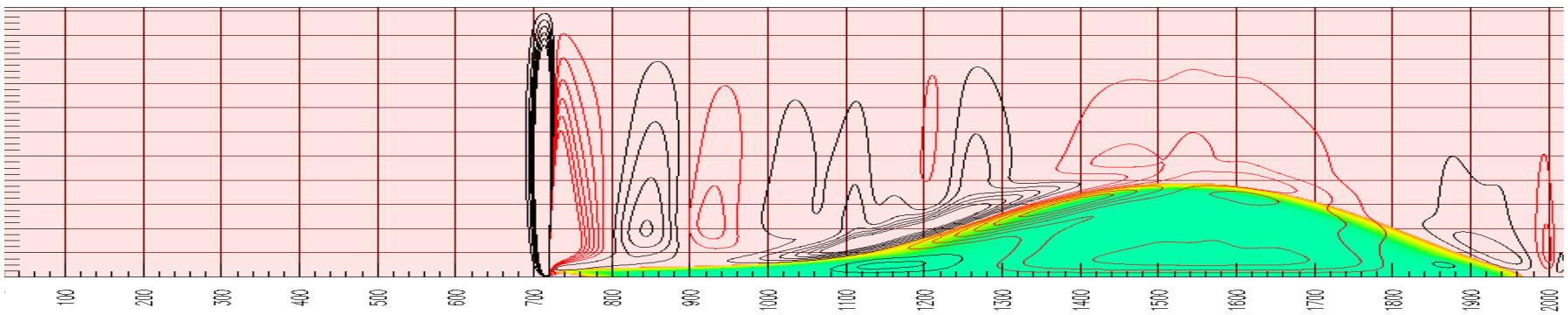
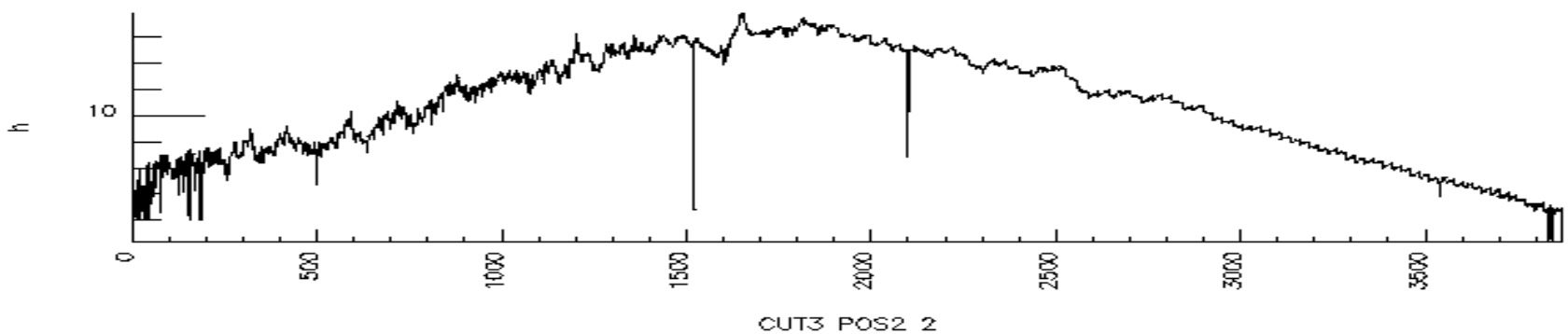
$$D = (\tau + c_D |\mathbf{u}|)$$

mais il est plus difficile de distinguer entre friction de Rayleigh linéaire et un loi de trainée quadratique. Nous avons une projection rapide sur une "variété lente" correspondant à $\langle D \rangle_{x,t} = const.$ suivi d'une convergence lente à l'intérieur de la "variété lente."

Conclusions :

Ça marche !

... et ça nous donne de l'info en plus!

Et après:

- expériences jumelles → cousines : connexion entre modèles dans une même hiérarchie.
- Connexion entre modèles et expériences.