

Analyse d'une LES à résolution 8m pour une paramétrisation de la distribution du vent sous-maille en conditions de convection peu profonde

Adriana Sima¹, Frédéric Hourdin¹ et Najda Villefranque²

¹Laboratoire de Méétéorologie Dynamique, Paris, France

²Centre National de Recherches Méétéorologiques, Toulouse, France

Simulation MesoNH du cas de cycle diurne continental ARM CU

Résolution $dx=dy=dz=8m$, $dt=0.1s$

Visualisation par calcul Monte Carlo de rayonnement

(htrdr, Villefranque et al., 2019)

Animation de 12:00 à 12:30 LT (à vérifier)



Simulation MesoNH du cas de cycle diurne continental ARM CU

Résolution $dx=dy=dz=8m$, $dt=0.1s$

Visualisation par calcul Monte Carlo de rayonnement

(htrdr, Villefranque et al., 2019)

Animation de 12:00 à 12:30 LT (à vérifier)



Copyright (C) 2019 CNRS, MétéoFrance, Meso-Star, UPS (najda.villefranque@gmail.com)

This video is licensed under a Creative Commons Attribution-NoDerivatives 4.0 International License.

Simulation MesoNH du cas de cycle diurne continental ARMCU

Résolution $dx=dy=dz=8m$, $dt=0.1s$

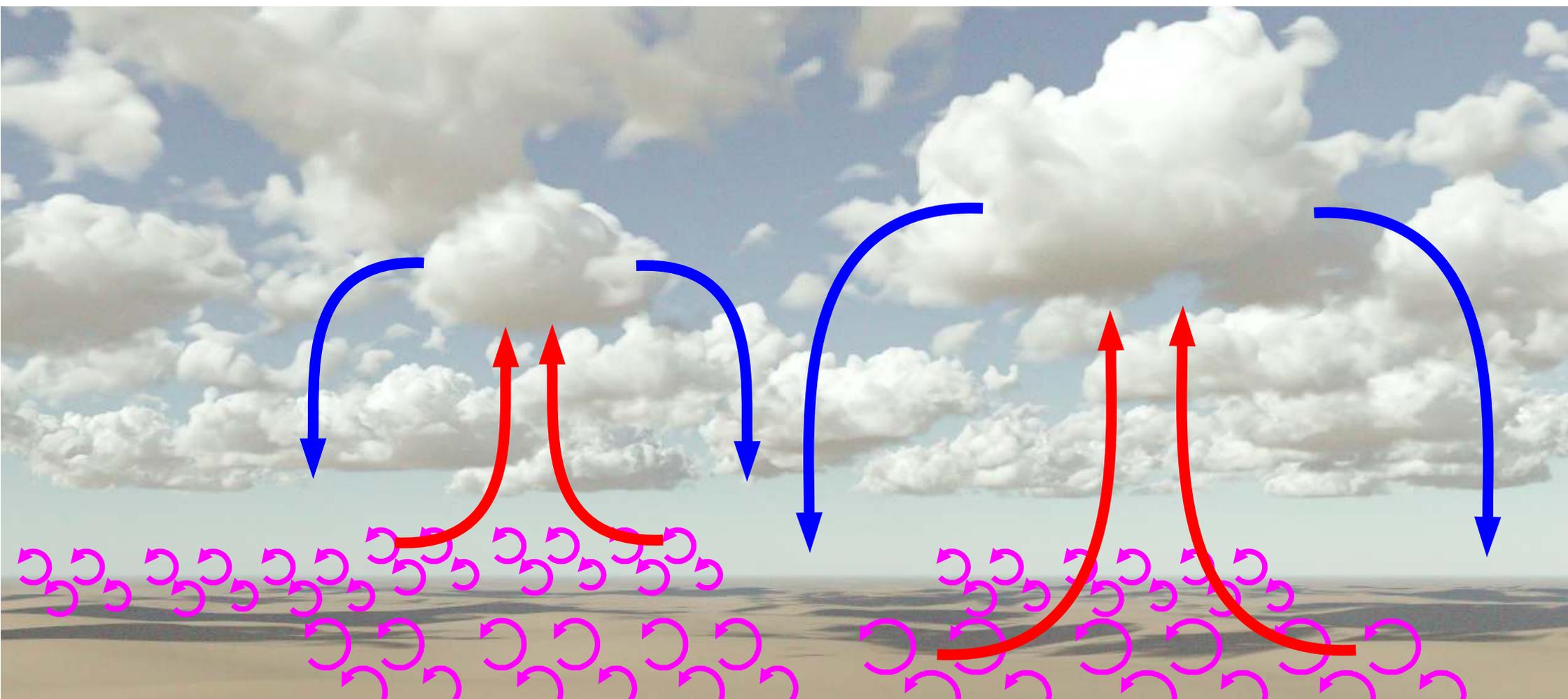
Visualisation par calcul Monte Carlo de rayonnement
(htrdr, Villefranque et al., 2019)

Animation de 12:00 à 12:30 LT (à vérifier)

Beaucoup utilisée depuis pour enseignement/formation modélisation/params



Ici : première exploitation recherche



La configuration de modèle utilisée pour l'étude

→ Branchement des émissions de Chimere-dust (Marticorena, Bergametti et al., fourni par Laurent Menut).

→ émissions très non linéaires en vent.

$$F_h = \frac{K \rho_a}{g} U^{*3} \left(1 - \frac{U^{*Th}}{U^*}\right) \left(1 + \frac{U^{*Th}}{U^*}\right)^2$$

→ Couplage à partir de U10m. Utilisation d'une distribution de Weibull P(U), $0 < U < 2 * U_{10m}$

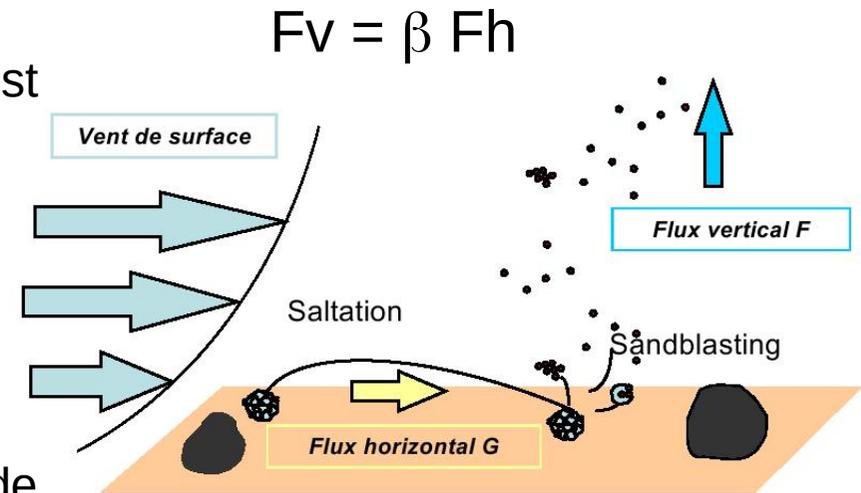
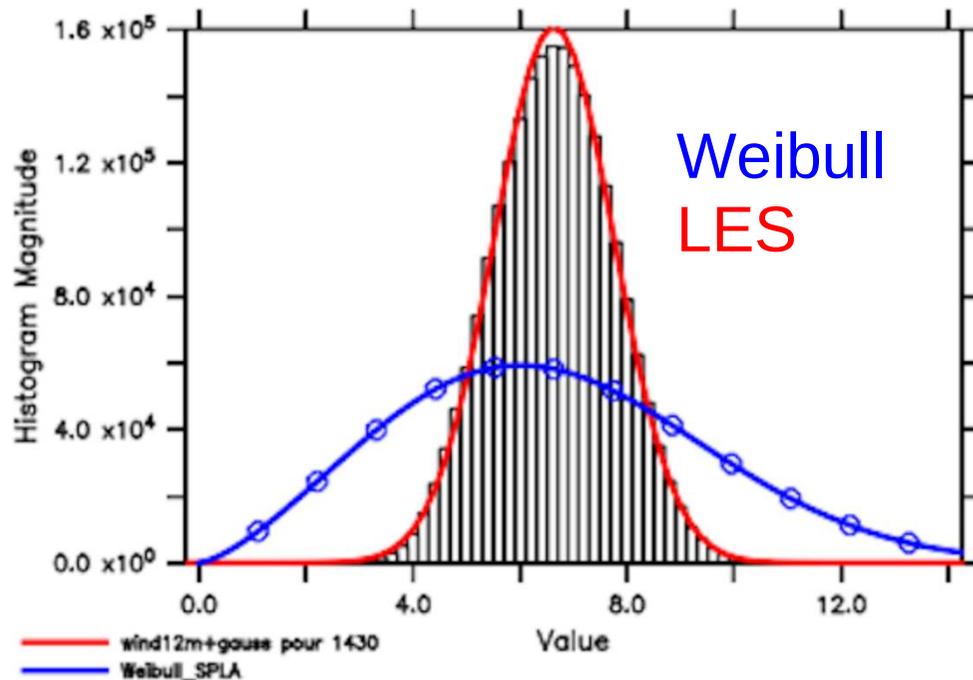


Figure4: Schéma du principe d'émission des aérosols désertiques (extrait de la thèse de BENOIT Laurent)



Objectif :

Développer un modèle physique de la distribution sous maille du vent :

→ couplées aux paramétrisations de la turbulence et de la convection

→ destiné à la représentation du soulèvement des poussières

1) Modèle de distribution de vent

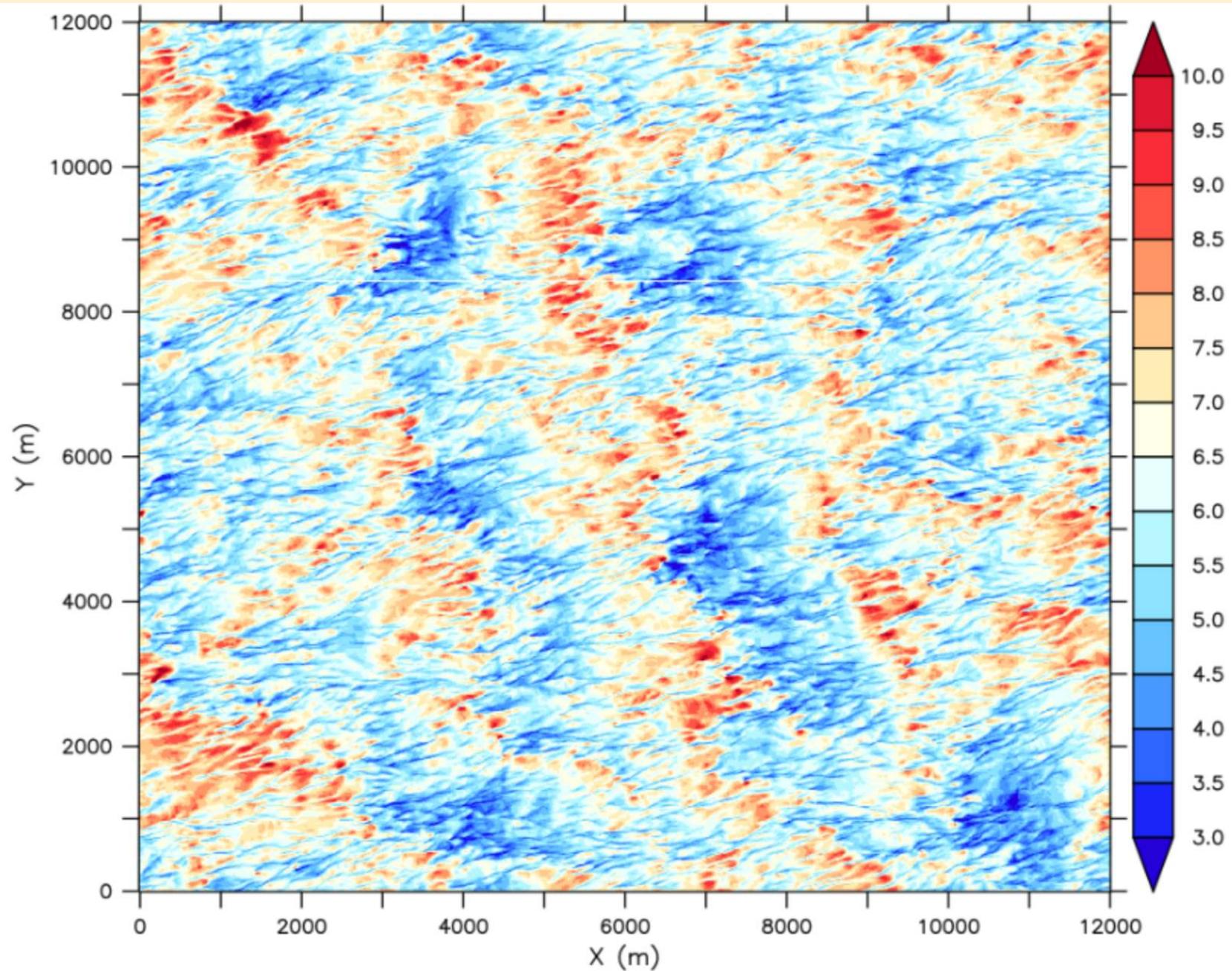
- Décomposition de la variance du vent à 12m entre structures et turbulence
- Modèles de variances

2) Au-delà des bourrasques : Leçon apprises de la LES à 8m

- Les erreurs
- La couche logarithmique

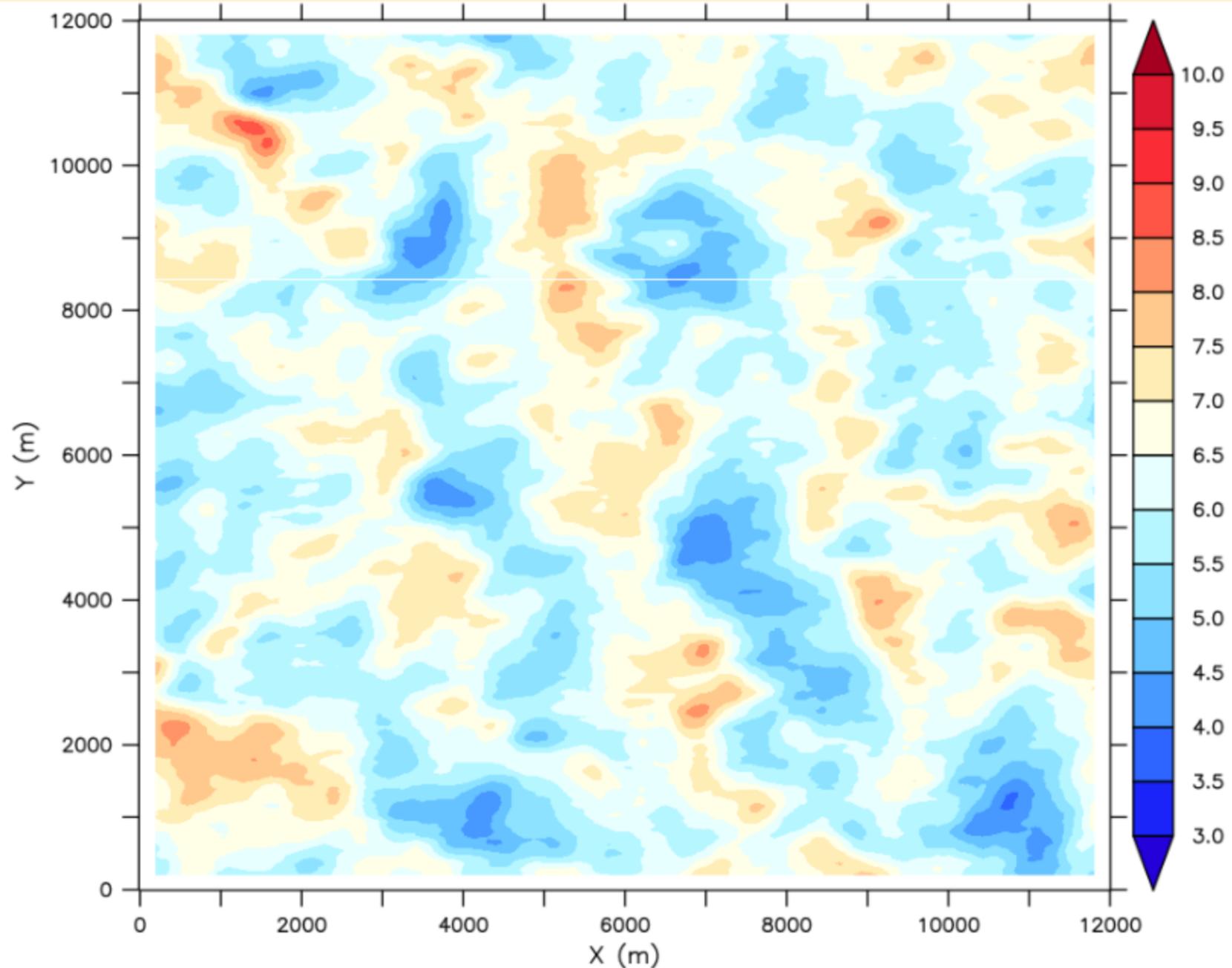
3) Conclusions

Décomposition de la variance du vent à 12m entre structures et turbulence



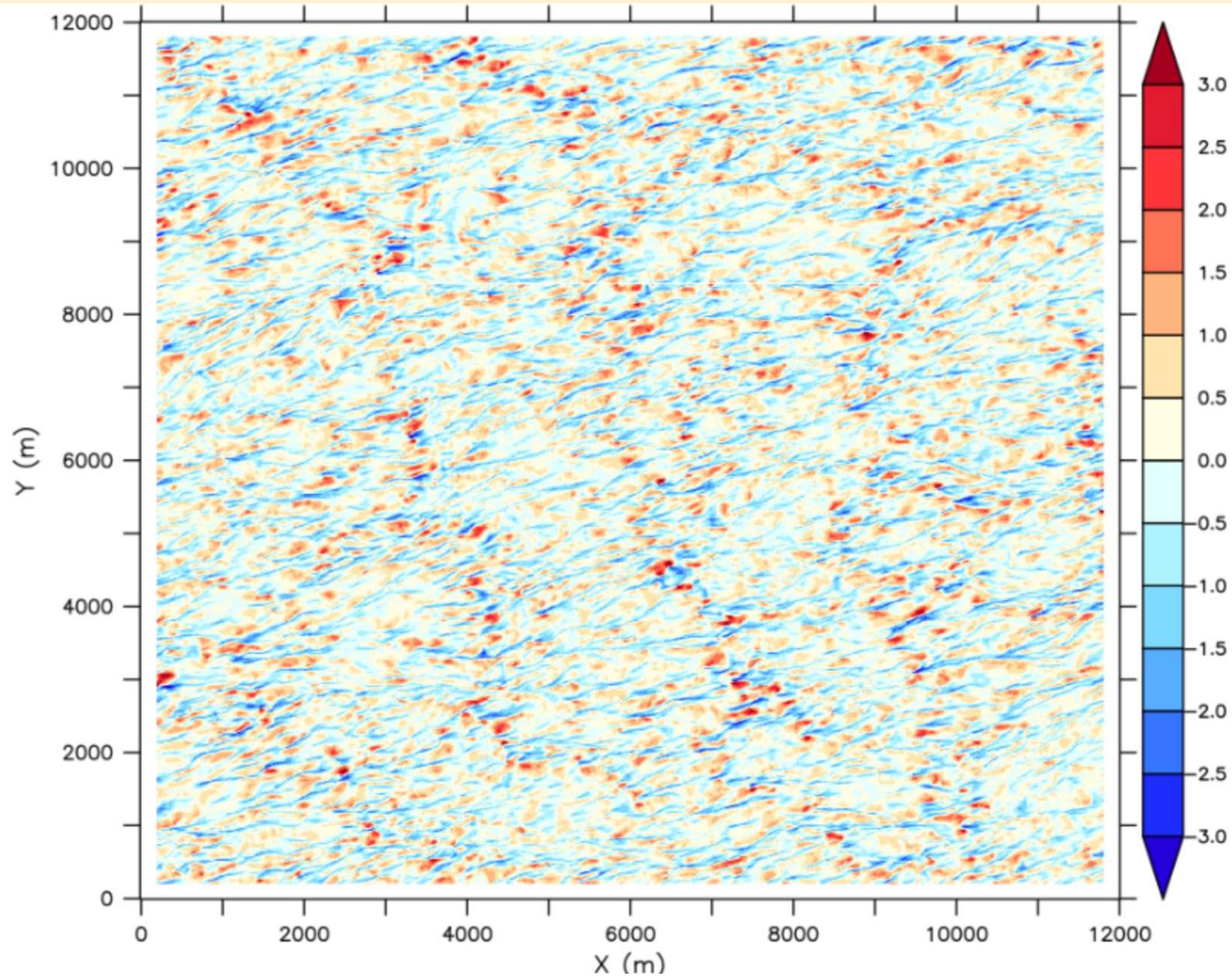
U : module du vent à 12m (2ème couche)

Décomposition de la variance du vent à 12m entre structures et turbulence



$$U_{th} = \overline{U}^{400m} = \frac{1}{L_x L_y} \int_{x-\frac{L_x}{2}}^{x+\frac{L_x}{2}} \int_{x-\frac{L_x}{2}}^{x+\frac{L_x}{2}} U(x', y') dx' dy', \quad L_x = L_y = 400m$$

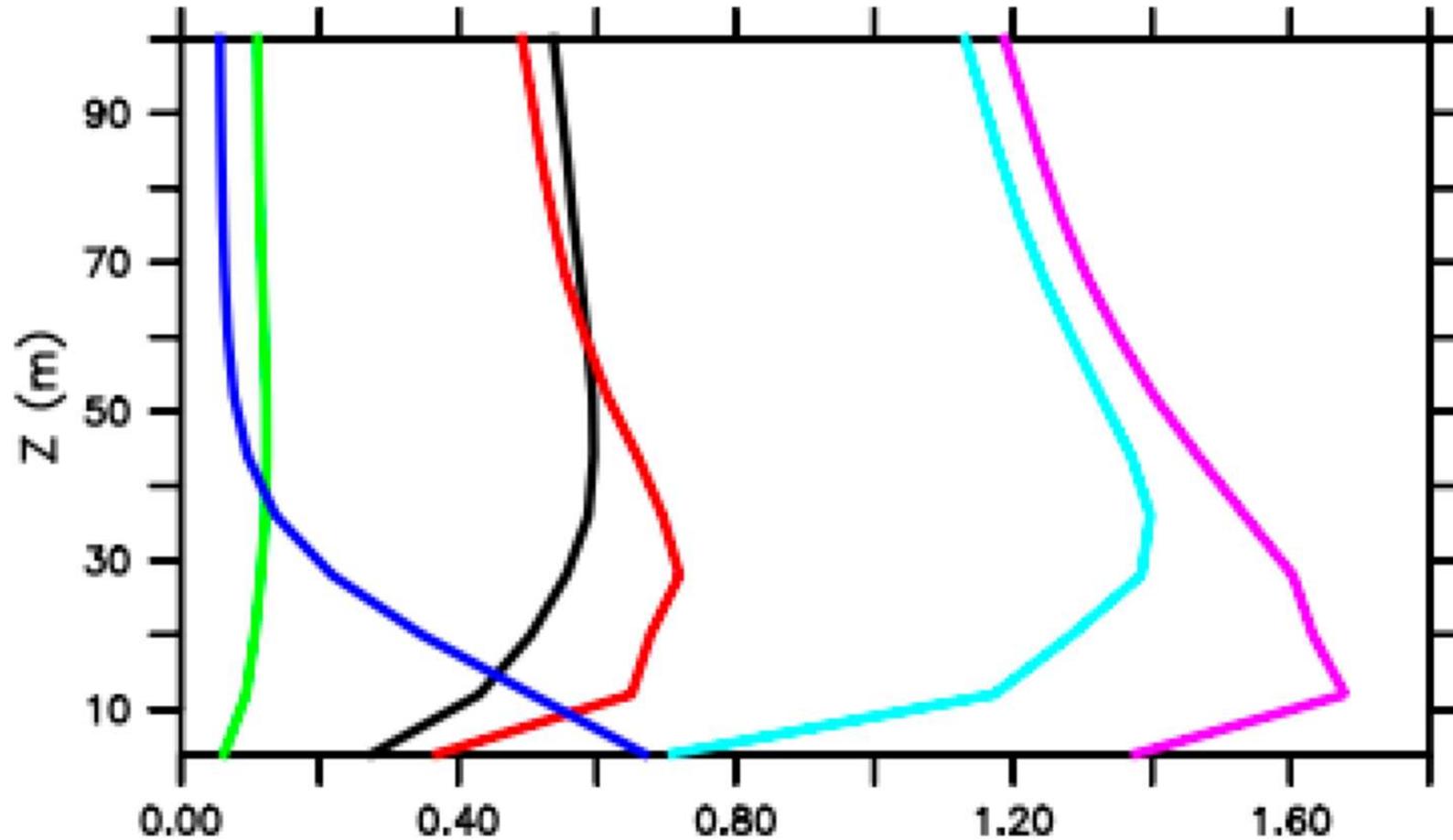
Décomposition de la variance du vent à 12m entre structures et turbulence



$$U_{trb} = U - U_{th}$$

Une variance locale corrélée avec le vent filtré

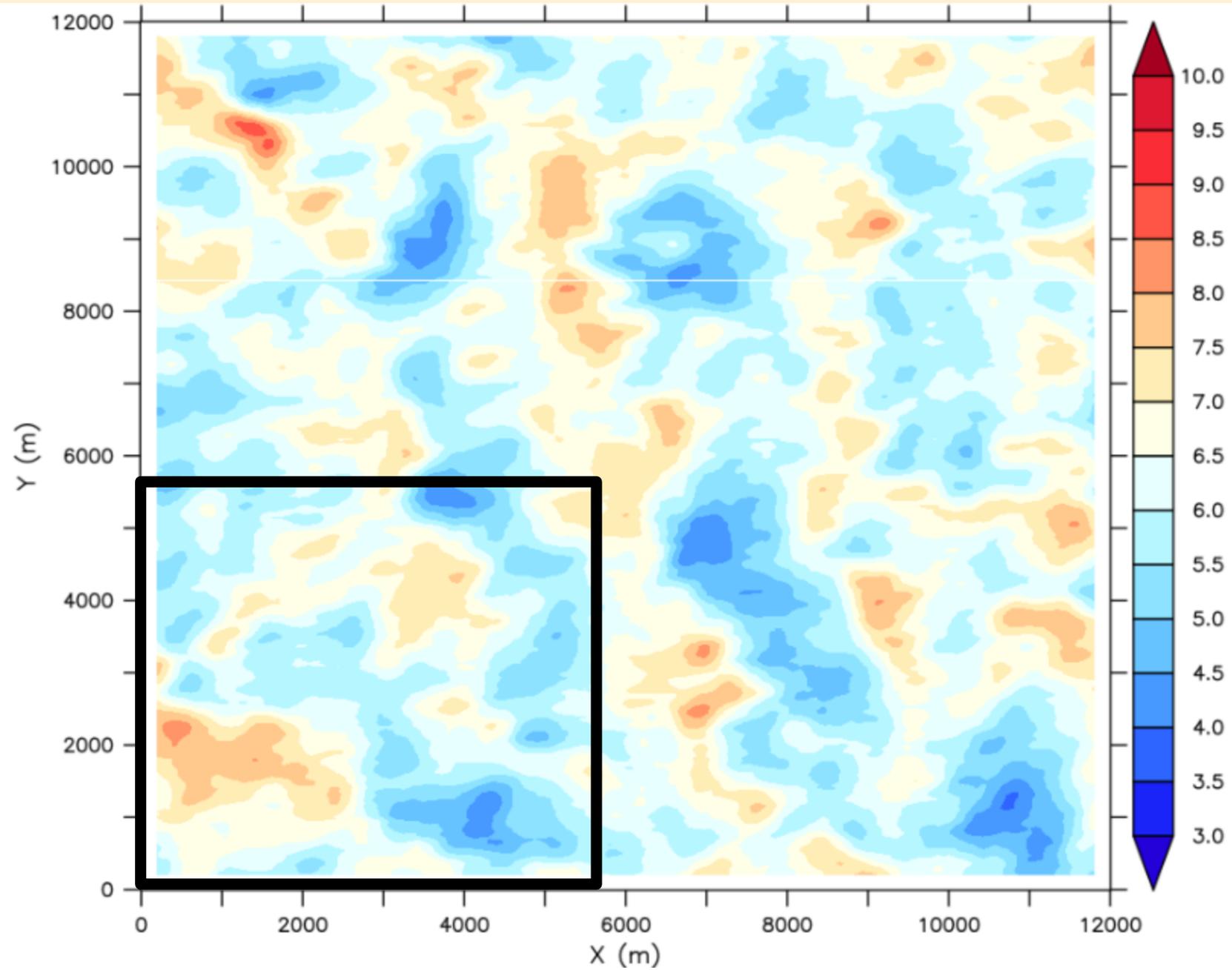
Décomposition de la variance du vent à 12m entre structures et turbulence



$$\overline{U'^2} = \overline{U_{\text{resolu}}'^2} + \overline{U_{\text{param}}'^2}$$

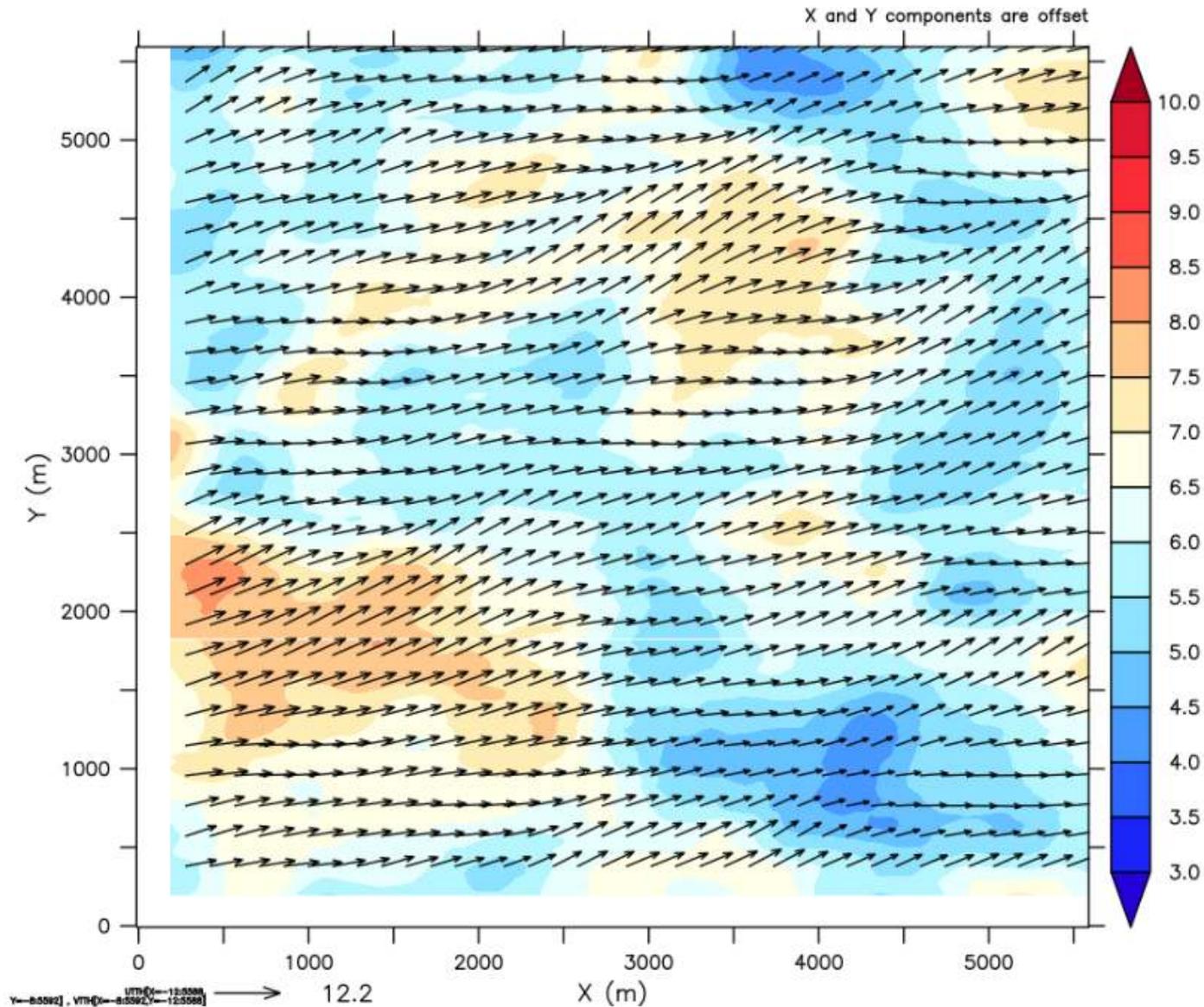
$$\overline{U_{\text{resolu}}'^2} = \overline{(U_{\text{th}} - \overline{U})^2} + \overline{U_{\text{trb}}'^2} + 2\overline{U_{\text{trb}}(U_{\text{th}} - \overline{U})}.$$

Modèles de variances



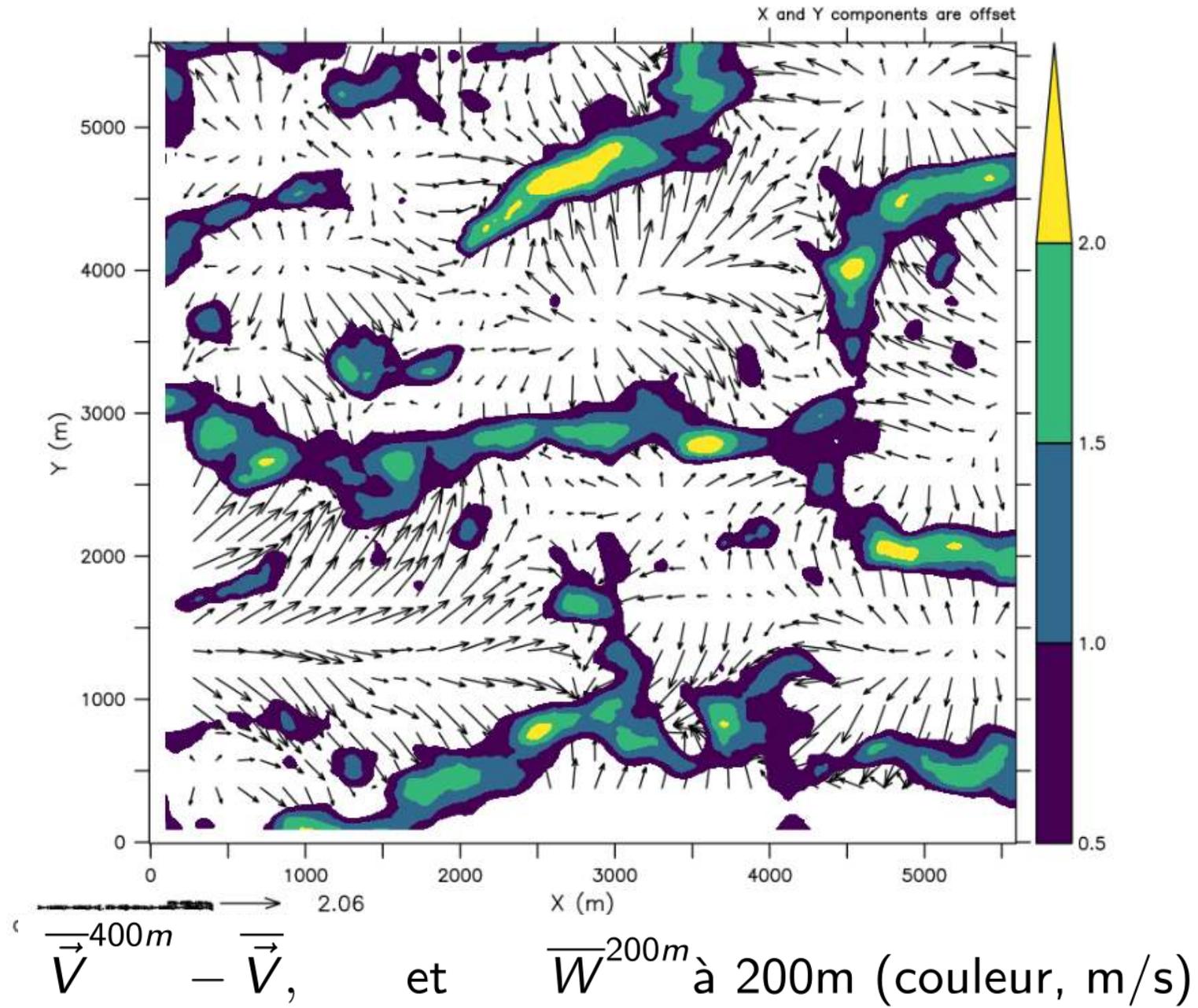
$$U_{th} = \overline{U}^{400m}$$

Modèles de variances

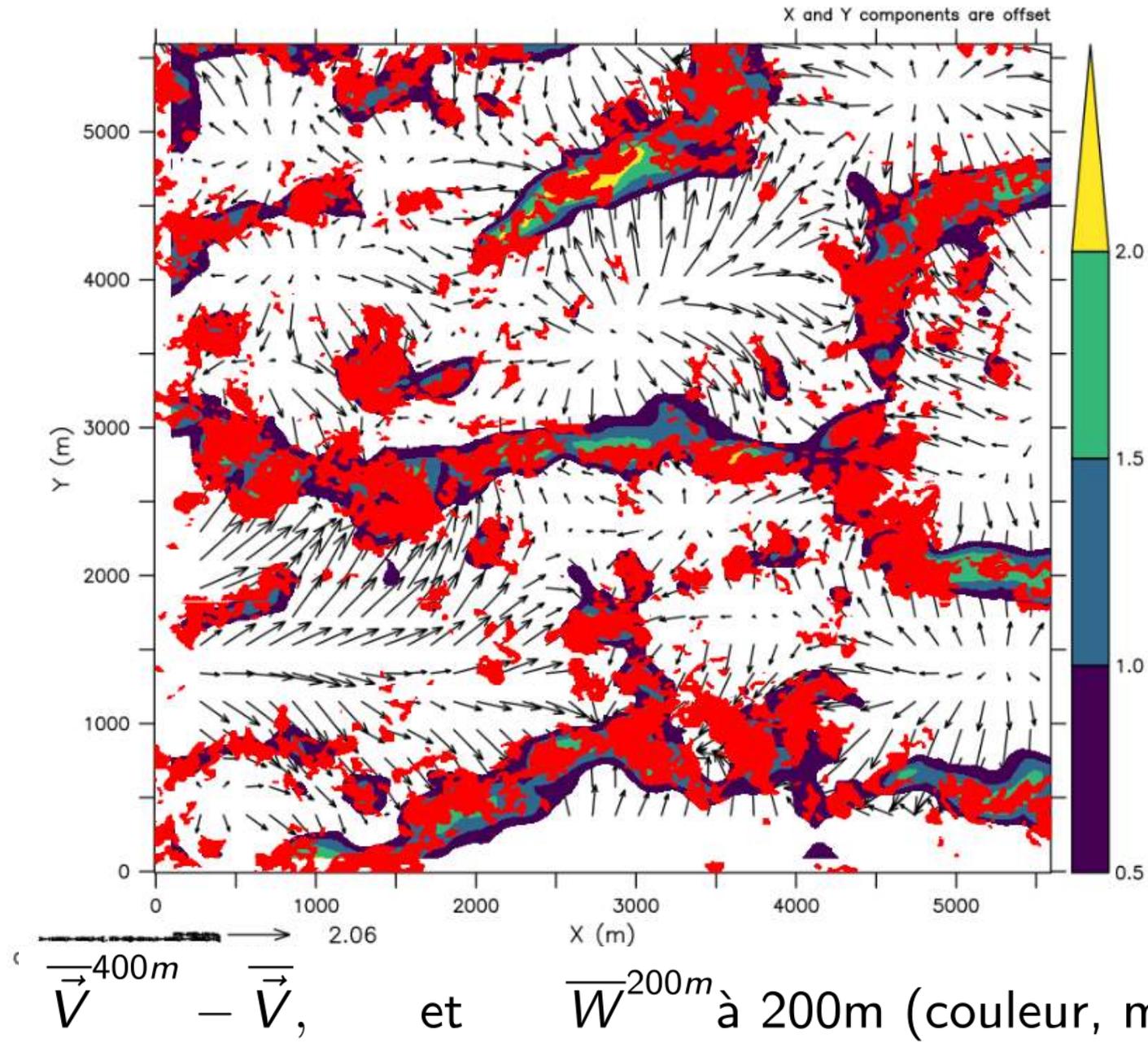


U_{th} (couleurs) et \vec{V}^{400m} (m/s)

Modèles de variances



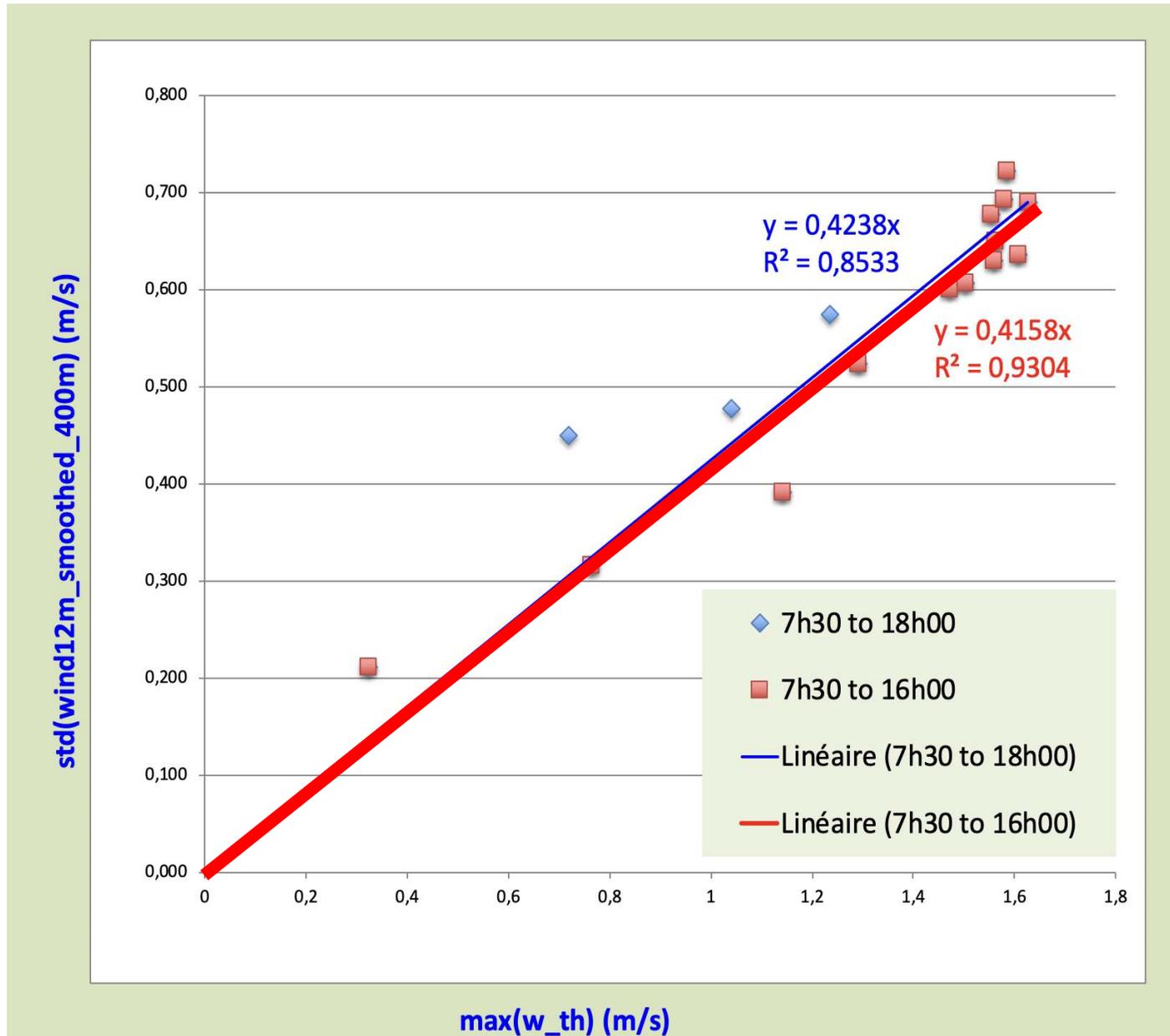
Modèles de variances



Traceur émis en surface, $\frac{Dq}{Dt} = -\frac{1}{\tau}$, $\tau = 10\text{min}$, en rouge $q > \sigma$

Modèles de variances

$$\sigma_{U,th} = \sqrt{(\mathbf{U}_{th} - \bar{\mathbf{U}})^2} = \alpha \mathbf{W}_{th}^{\max, \text{ sous nuageux}}, \text{ avec } \alpha \simeq \mathbf{0.4}$$



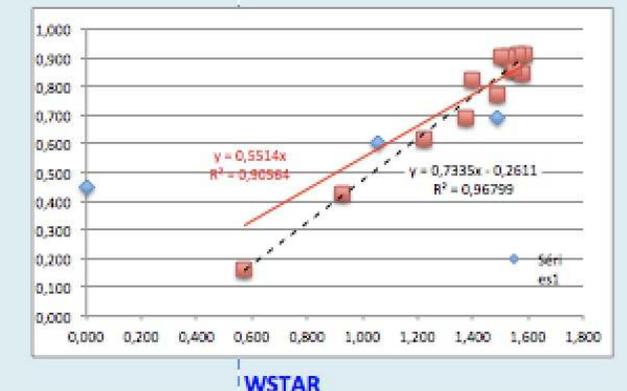
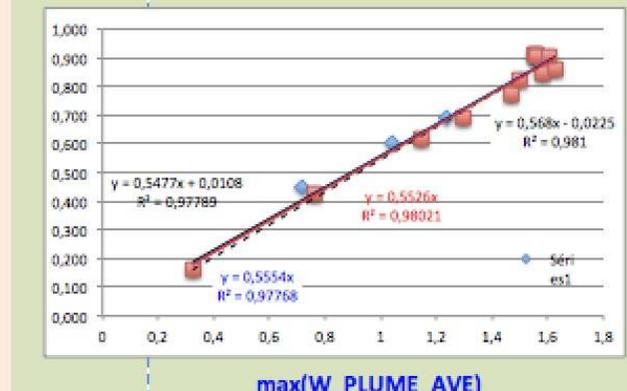
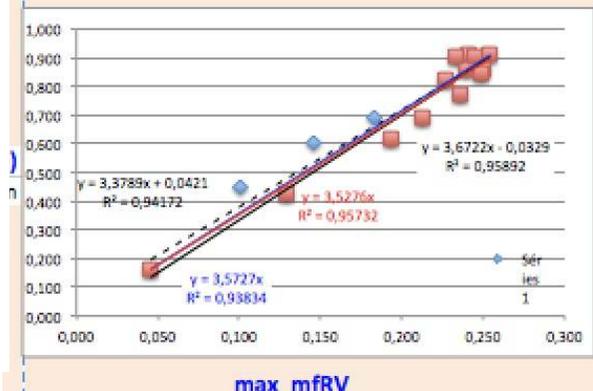
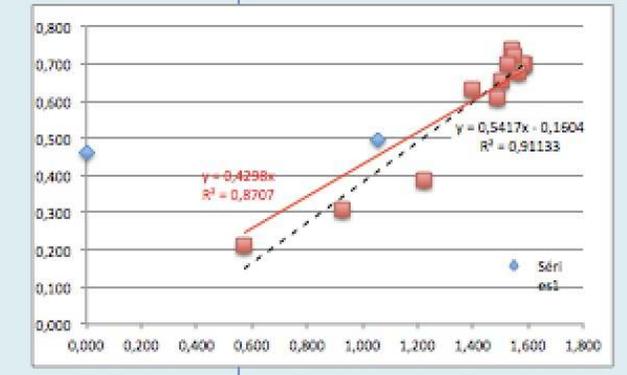
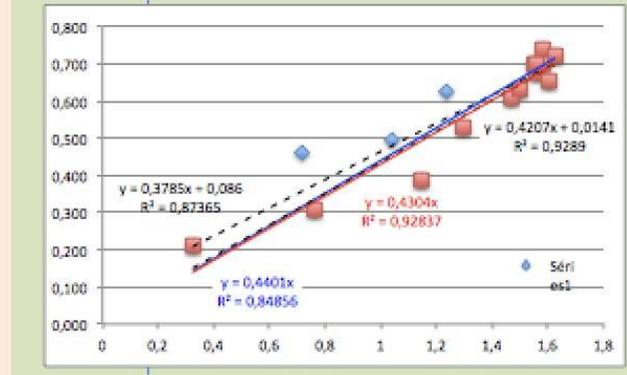
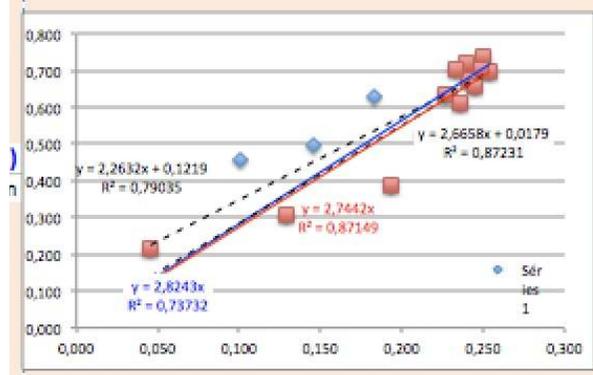
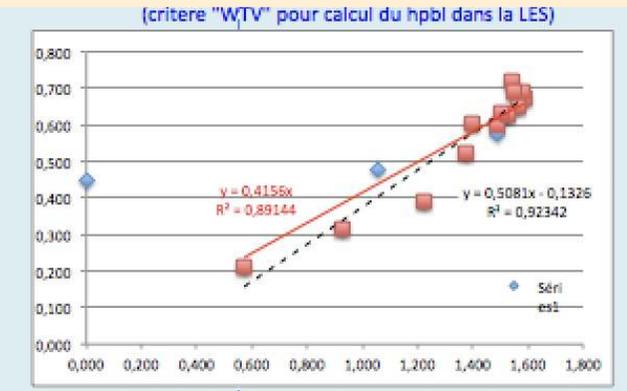
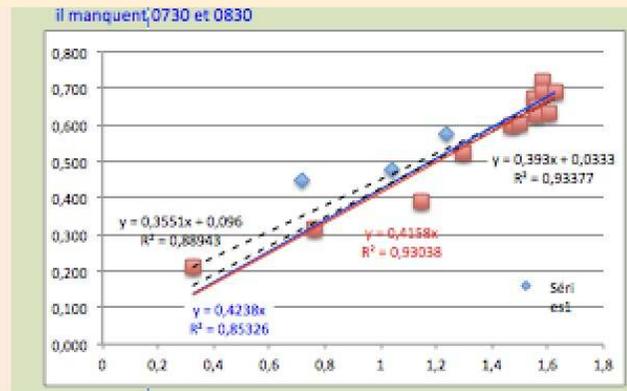
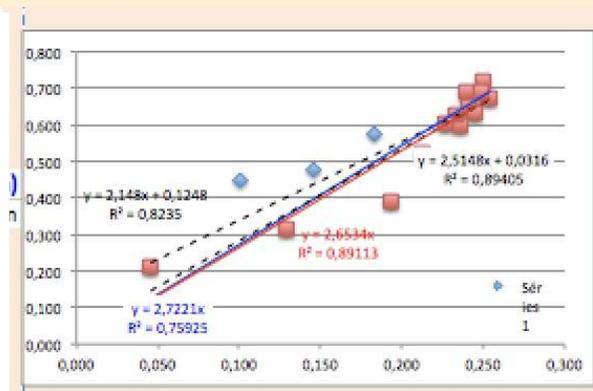
Modèles de variances

$$\sigma_{X_{th}} = \sqrt{(X_{th} - \bar{X})^2}$$

$$X = U \text{ (m/s)}$$

$$X = u \text{ (m/s)}$$

$$X = v \text{ (m/s)}$$



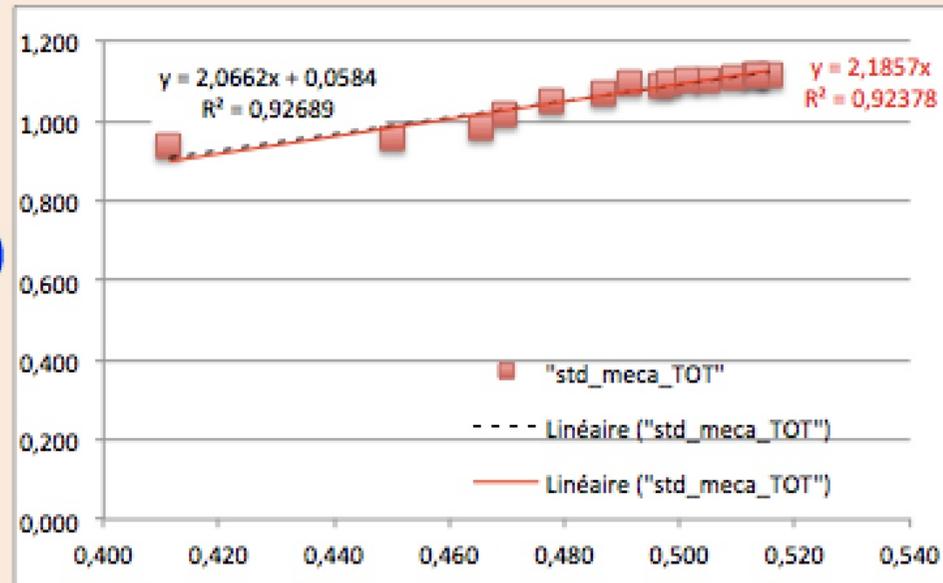
$$f_{th}^{max} \text{ (m/s)}$$

$$W_{th}^{max, ss. nuag.} \text{ (m/s)}$$

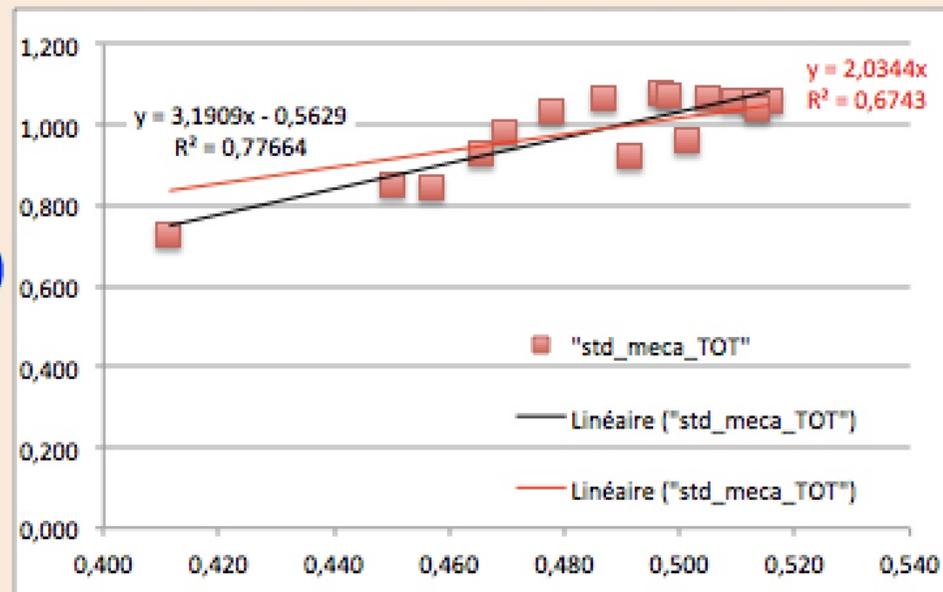
$$W^* \text{ (m/s)}$$

Modèles de variances

std_meca(u12m)



std_meca(v12m)



ustar_eddyCov(z=0)

1) Modèle de distribution de vent

- Décomposition de la variance du vent à 12m entre structures et turbulence
- Modèles de variances

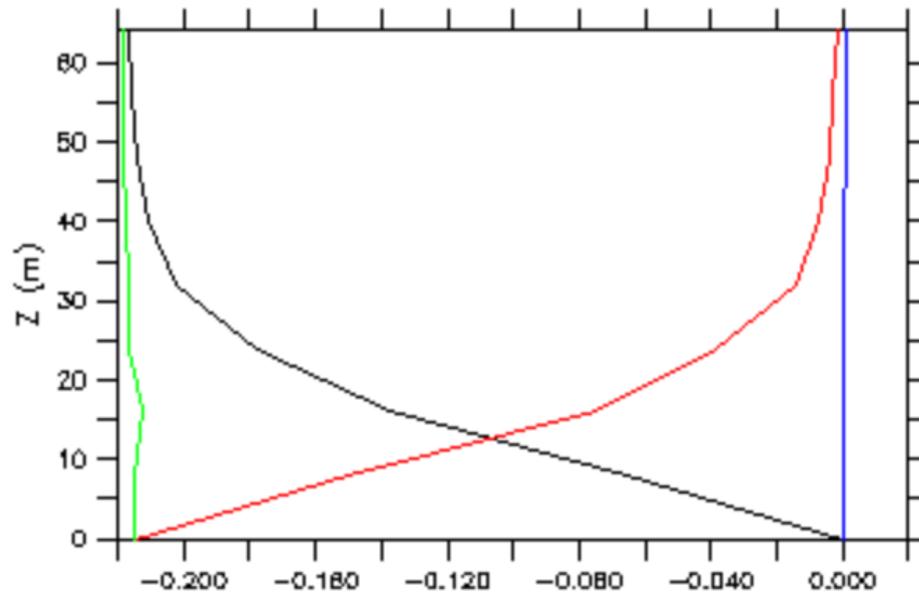
2) Au-delà des bourrasques : Leçon apprises de la LES à 8m

- Les erreurs
- Vérification de la théorie de la couche limite de surface

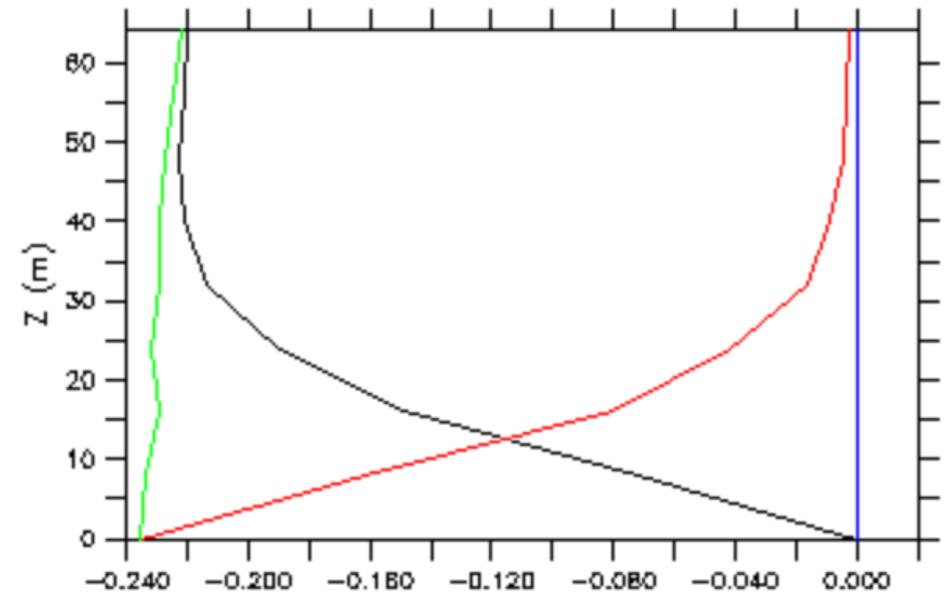
3) Conclusions

Vérification de la théorie de la couche limite de surface

Flux de u constant



— WUEXP[T=21-JUN-1997 10:30]
— WUTRB[T=21-JUN-1997 10:30]
— WUTOT[T=21-JUN-1997 10:30]
— WULSC[T=21-JUN-1997 10:30]



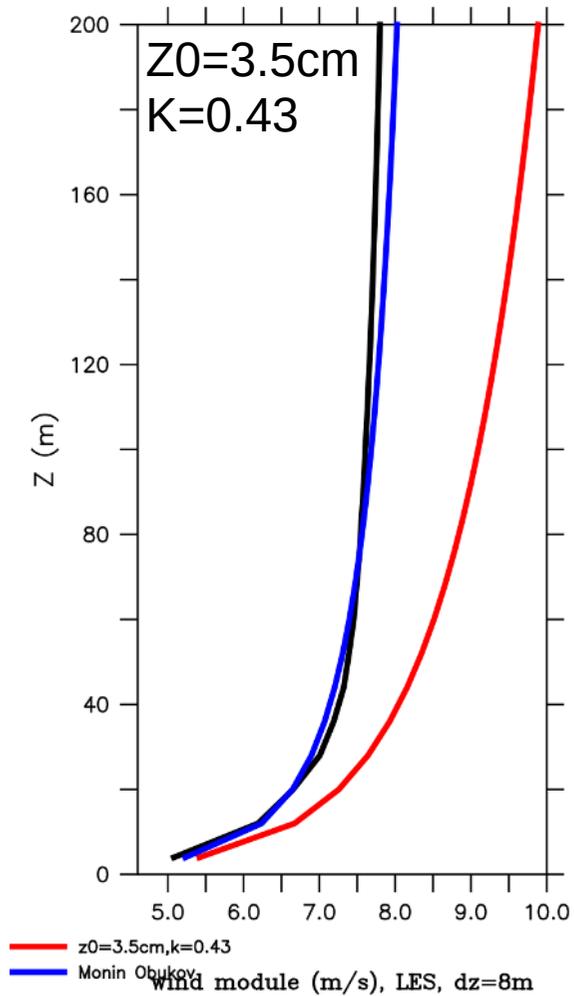
— WUEXP
— WUTRB
— WUTOT
— WULSC

Vérification de la théorie de la couche limite de surface

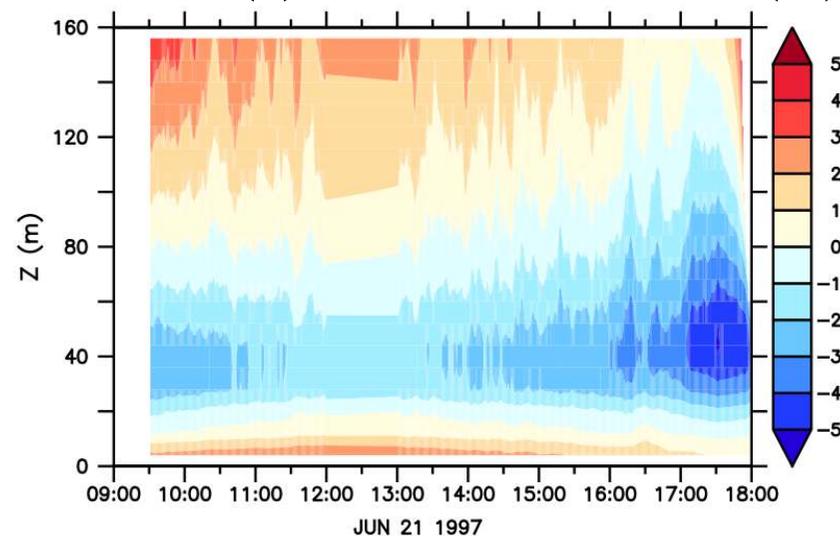
$$u = \frac{u_*}{\kappa} \ln \left(\frac{z}{z_0} \right)$$

$$u = \frac{u_*}{\kappa} \left[\ln \left(\frac{z}{z_0} \right) - \psi_m \left(\frac{z}{L} \right) \right] \quad (1)$$

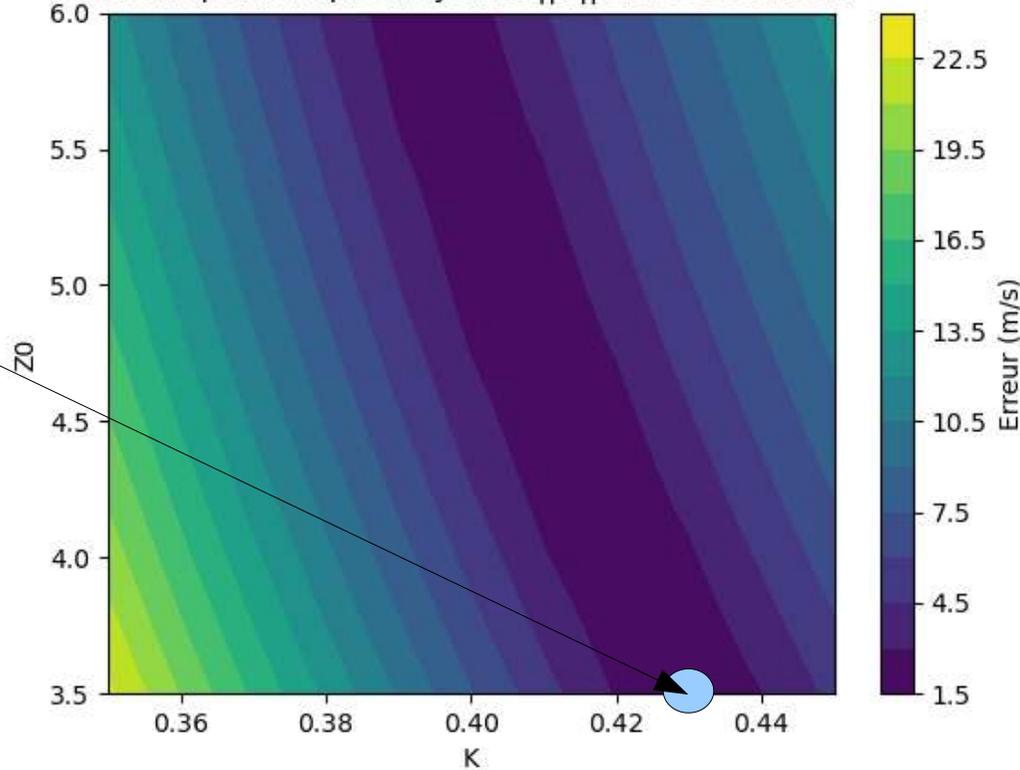
Output from MesoNH v5-4-3



Ecart entre (1) et le module du vent (%)



Erreur quadratique moyenne ||V|| entre 0 et 150m



Conclusions

→ LES à 8m permettant de tester les théories de la couche limite de surface, explicite à partir de 50m

→ Semble valider la théorie de la couche limite de surface avec un z_0 effectif pas forcément différent du z_0 utilisé.

→ Distributions gaussiennes de u , v , U

→ 3eme terme relativement faible (confirme des obs)

$$\overline{U_{\text{resolu}}^2} = \overline{(U_{\text{th}} - \bar{U})^2} + \overline{U_{\text{trb}}^2} + \overline{2U_{\text{trb}}(U_{\text{th}} - \bar{U})}.$$

→ Modèle de l'écart-type lié au thermiques : meilleur pour v (orthogonal au vent dominant) et proxy vitesse maximum des thermiques.

→ Modèle de la variance résiduelle à travailler encore ?

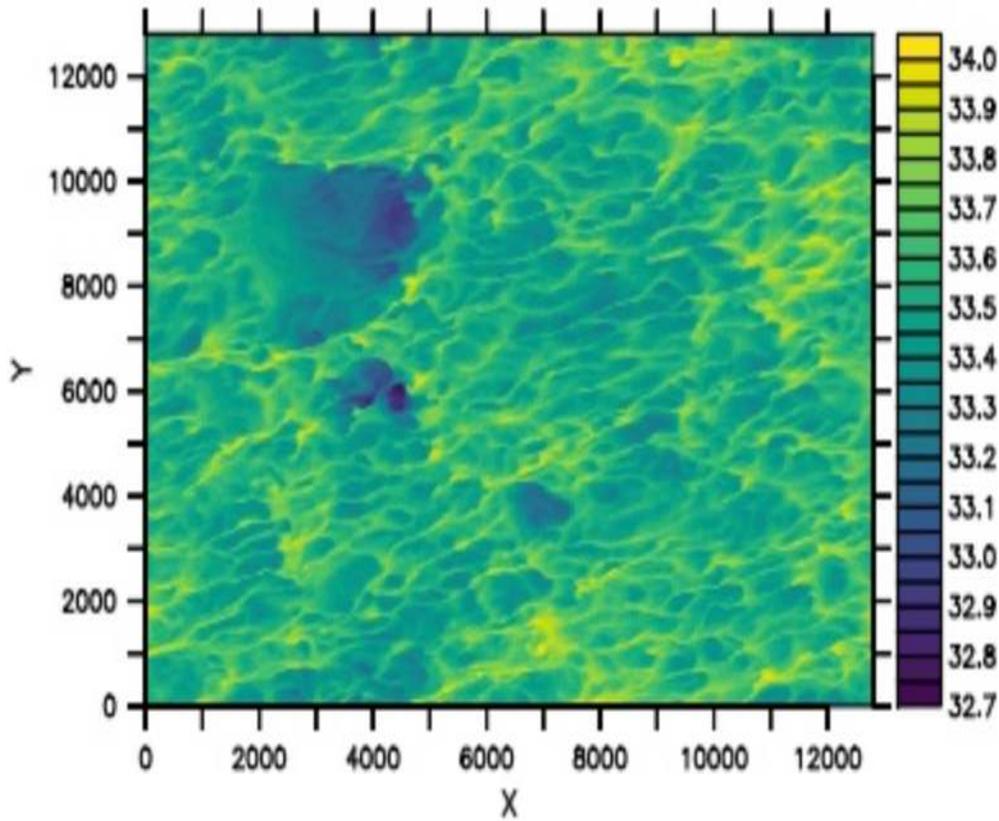
→ Validation (à travailler) a posteriori d'un ingrédient important de la fermeture du modèle du thermique :

→ Test en cours pour le $\text{sc max}_z(\overline{W}^{200m}) \simeq \max_{x,y}(U_{th}) \cdot \text{MDZ}$ (thèse Lamine)

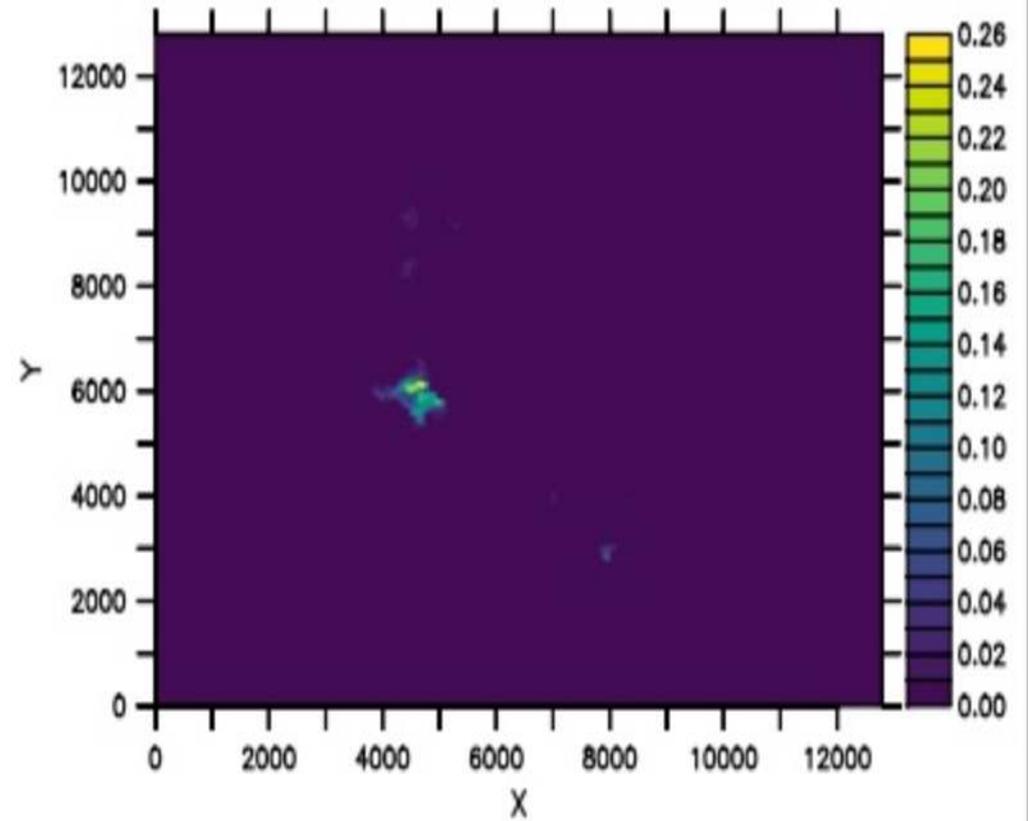
→ Sorties 3D mises à disposition sur spirit

Certaines heures dans l'après midi montraient un comportement anormal

Présence de poches froides et précipitations au sol



THT-273.15



RRT[K=1:2@AVE]*1E3