

Paramétrisation d'une distribution sous maille du vent de surface intégrant les rafales de vent engendrées par les poches froides

Mamadou Lamine THIAM, Frédéric HOURDIN, Jean-Yves GRANDPEIX et Adriana SIMA

Laboratoire de Météorologie Dynamique (LMD)
Sorbonne Université

Ateliers de Modélisation Atmosphériques (AMAs)
Session : Développement et Evaluation des Paramétrisations PHYSique (DEPHY)
Météo-France (Toulouse), le 19 Mars 2026

CONTEXTE

- Les poches froides sont créées sont les nuages par évaporation des pluies

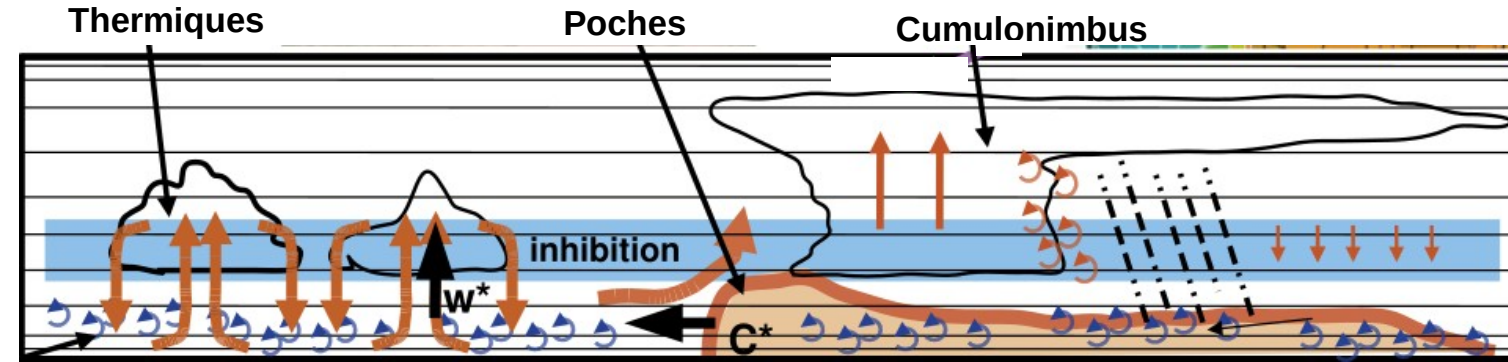


Figure tirée de
Rio et al. 2009

CONTEXTES

- Les poches froides sont créées sont les nuages par évaporation des pluies

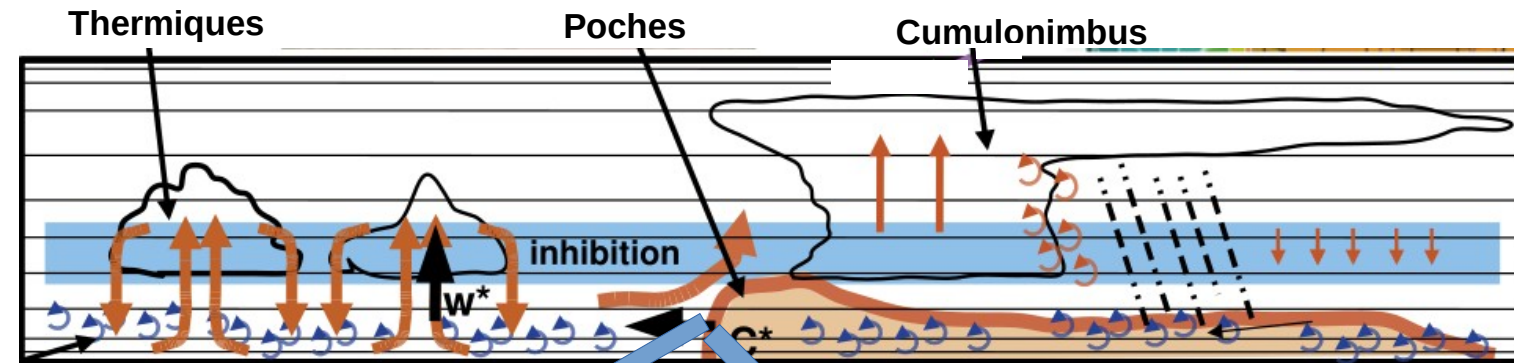


Figure tirée de
Rio et al. 2009

Soulèvement liés aux front de rafales des poches



Photo prise au Niger en juin 2024

Les rafales des poches peuvent engendrées le soulèvement des vagues sur l'océan

Absence de prise en compte des rafales de vent engendrées par les poches froides dans leur paramétrisation dans LMDZ

OBJECTIF

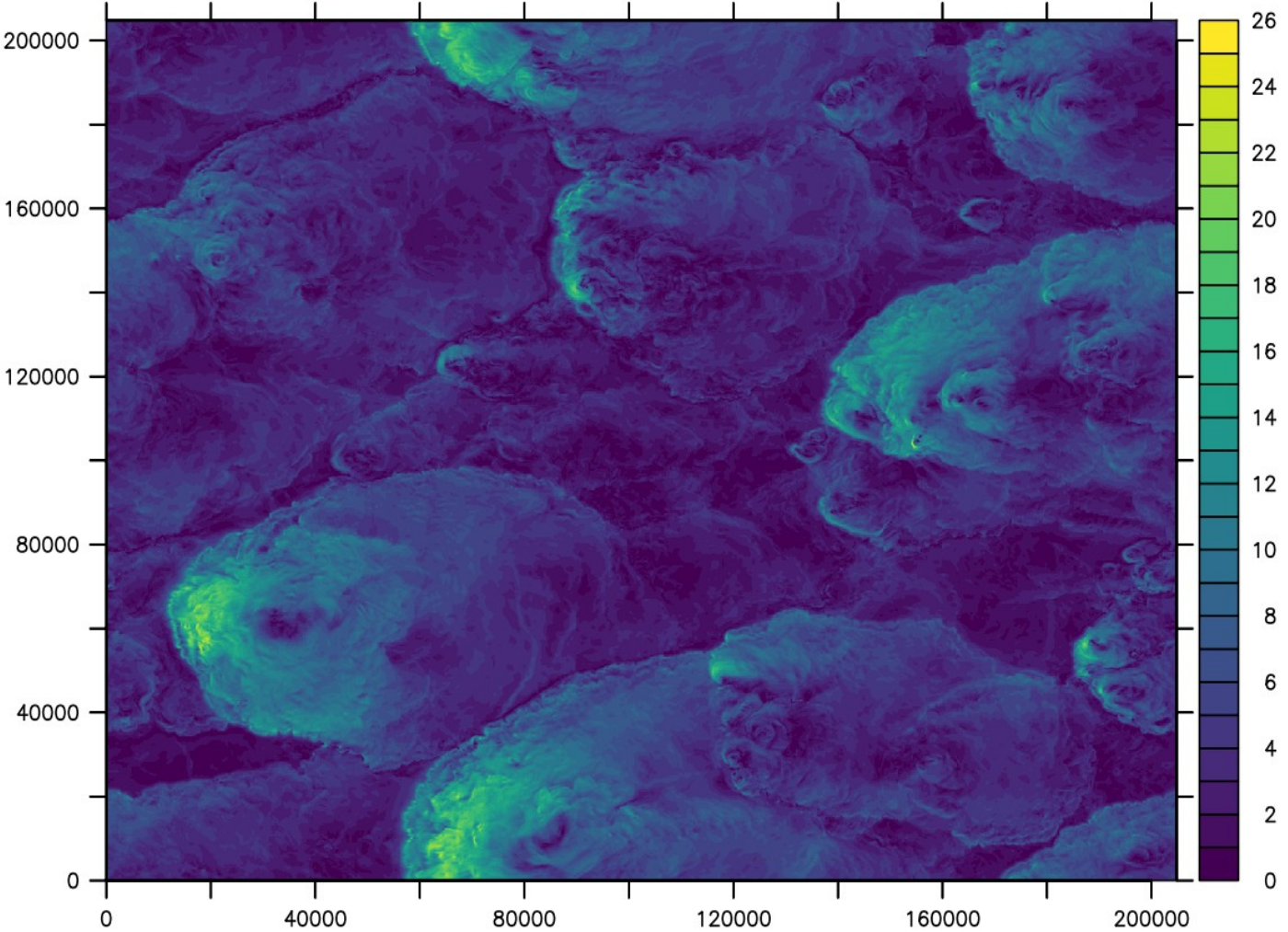
Développer une paramétrisation d'une distribution sous maille du vent de surface intégrant les rafales de vent engendrées par les poches froides

OUTILS : LES (Large Eddy Simulation)

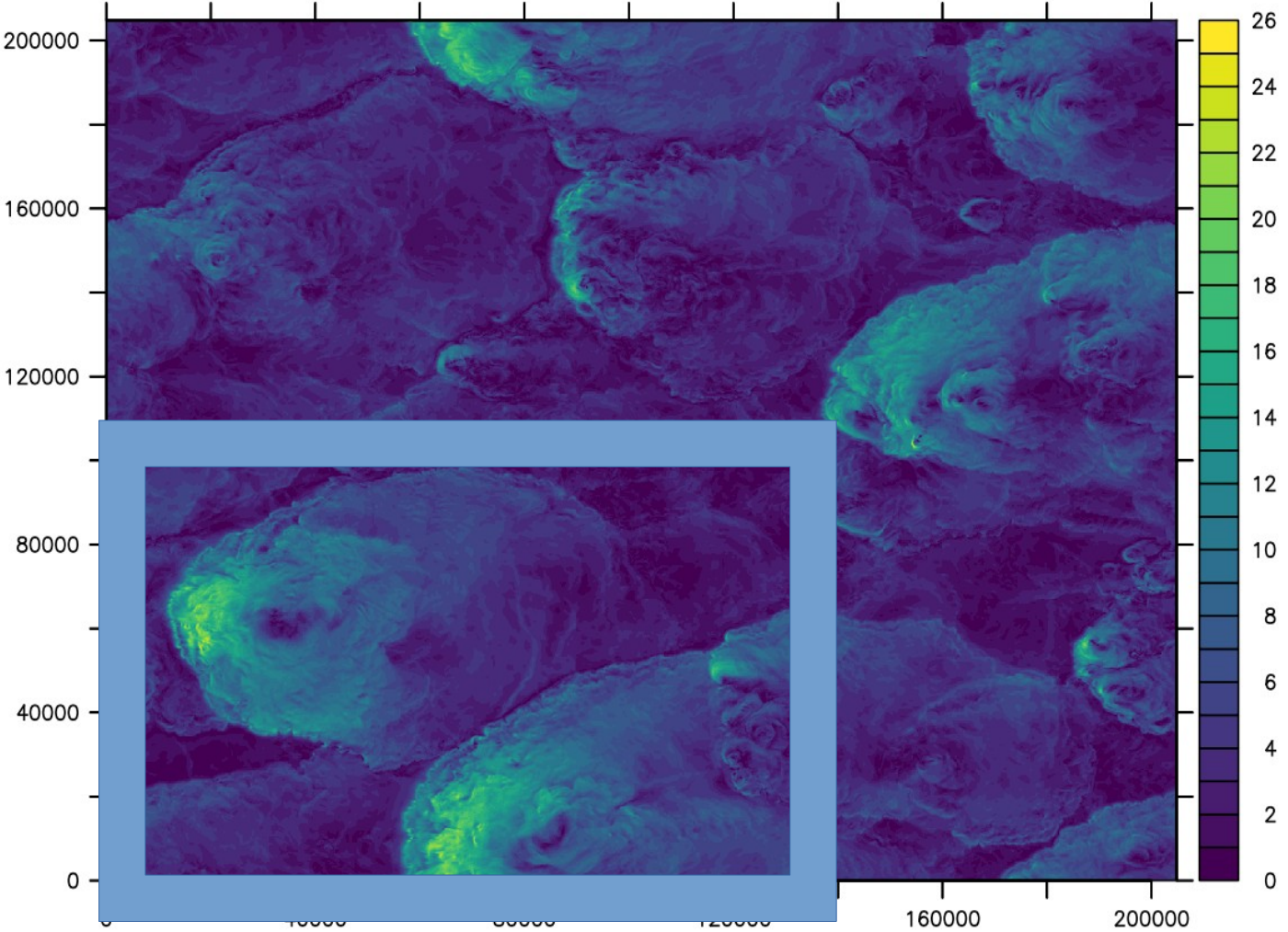
- Les LES représentent explicitement les processus visés.
- LES utilisées dans ce travail:
 - LES RCE Océanique : Domaine = 200 km x 200 km ; $dx=dy=200$ m (SAM et Méso-NH)
(simulations réalisées par C. Rio pour Meso-NH et par C. Muller pour SAM)
 - LES continental du cas AMMA : Domaine = 200 km x 200 km ; $dx=dy=200$ m (Méso-NH)
(simulations réalisées par Fleur Couvreur)

Montrée dans cette présentation

MODULE DU VENT A 10 M : LES AMMA

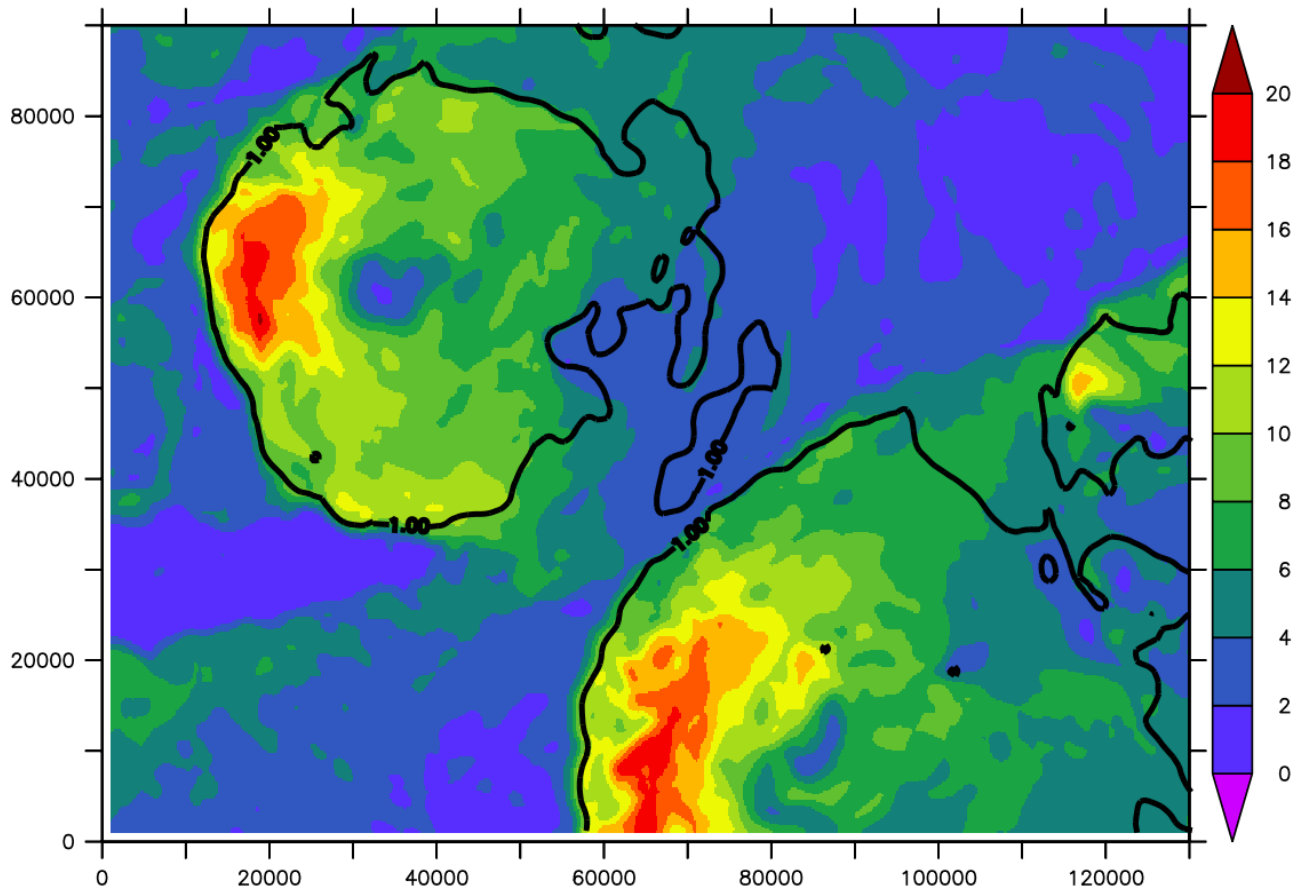


MODULE DU VENT A 10 M : LES AMMA



LES AMMA

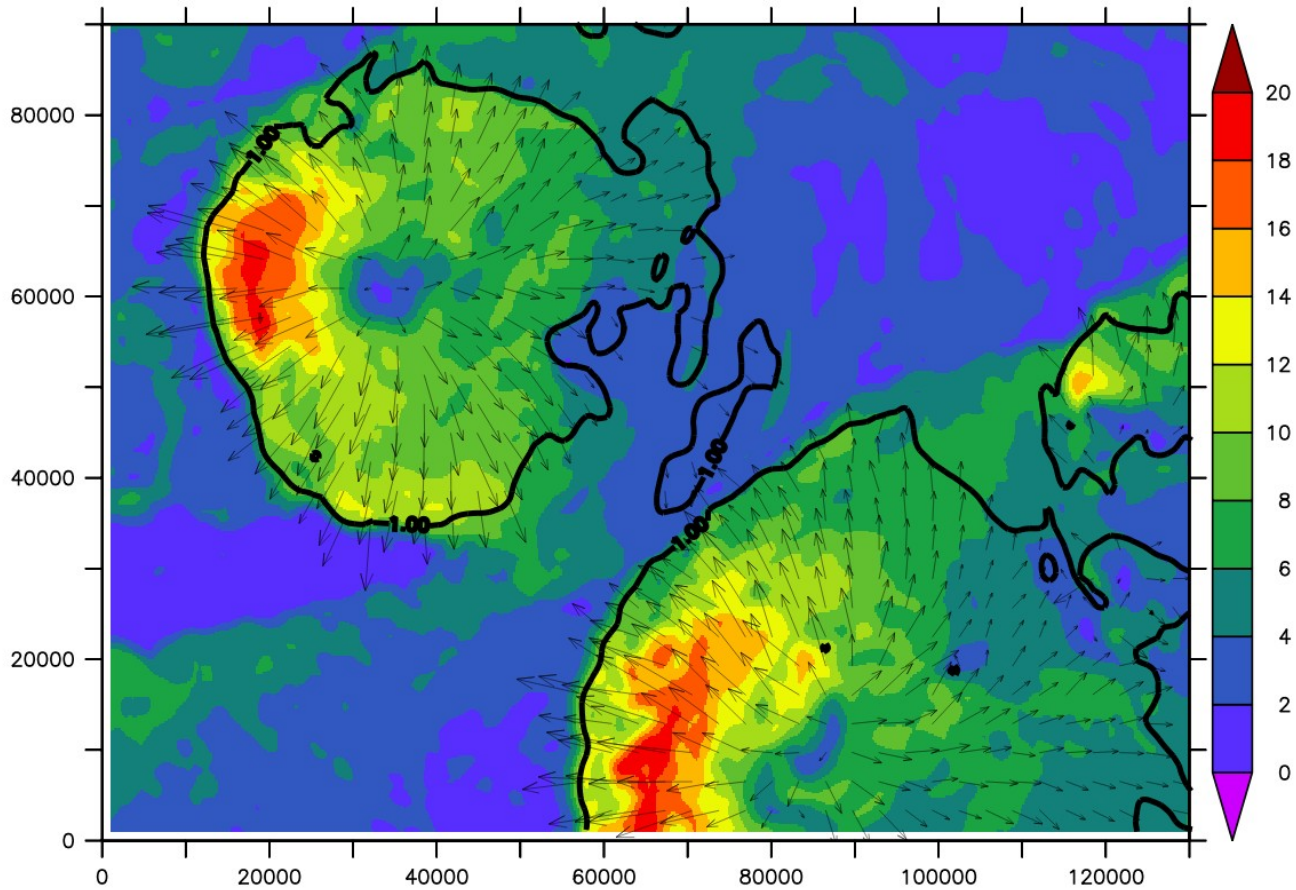
Zoom sur x=0:130 km et y=0:90 km



Module du vent à 10 m lissé sur 2 km x 2 km

LES AMMA

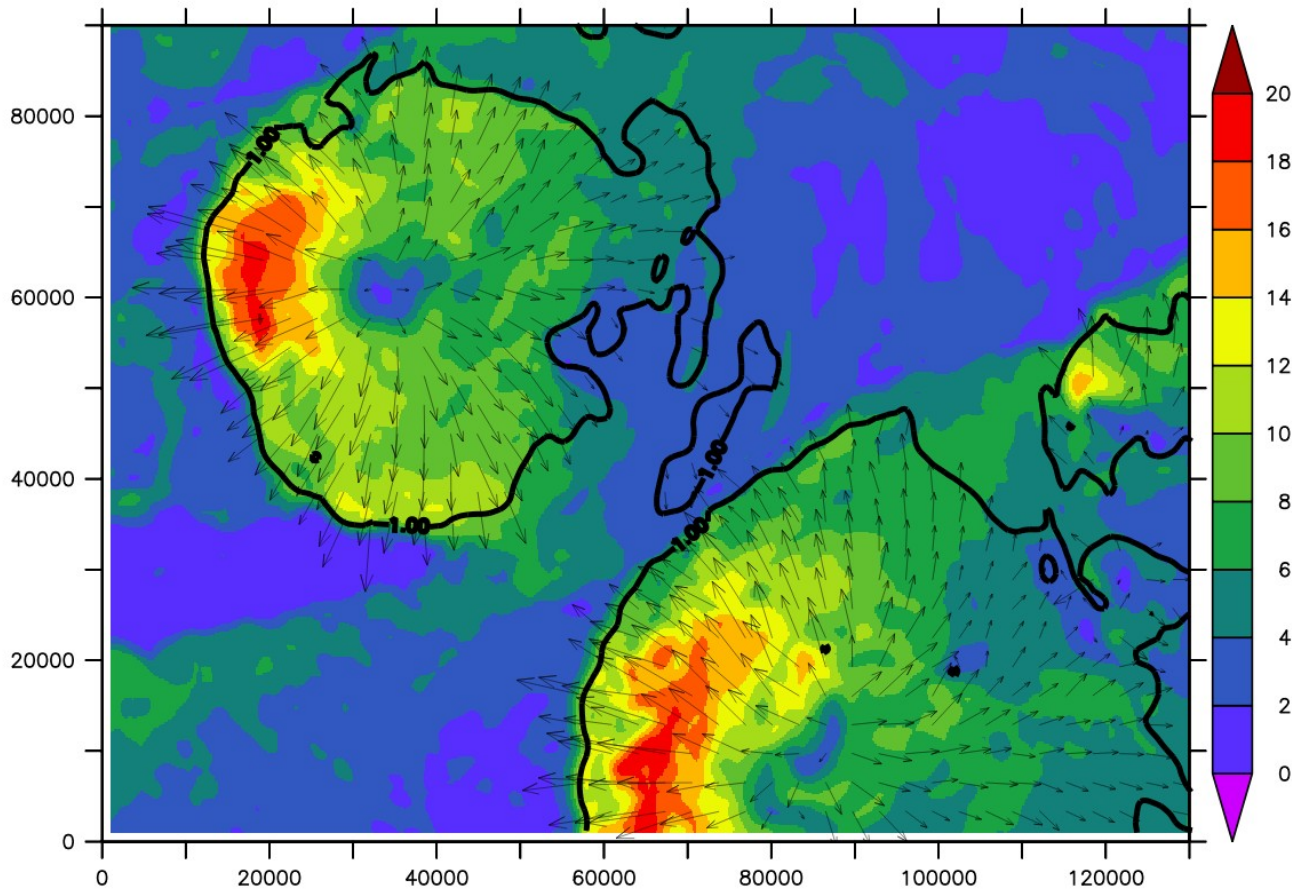
Zoom sur x=0:130 km et y=0:90 km



Module du vent à 10 m lissé sur 2 km x 2 km

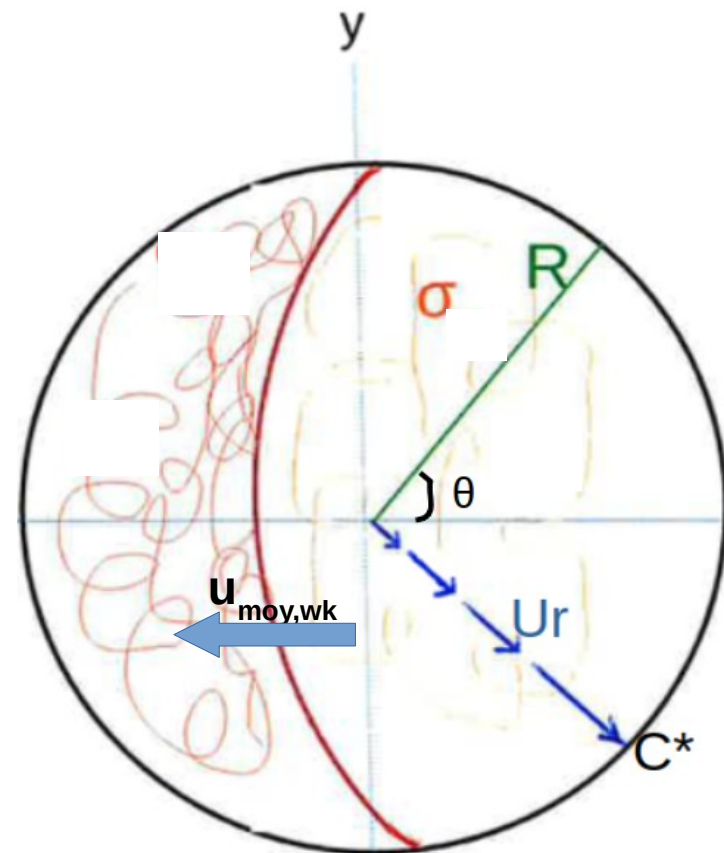
LES AMMA

Zoom sur x=0:130 km et y=0:90 km



Module du vent à 10 m lissé sur 2 km x 2 km

MODELE

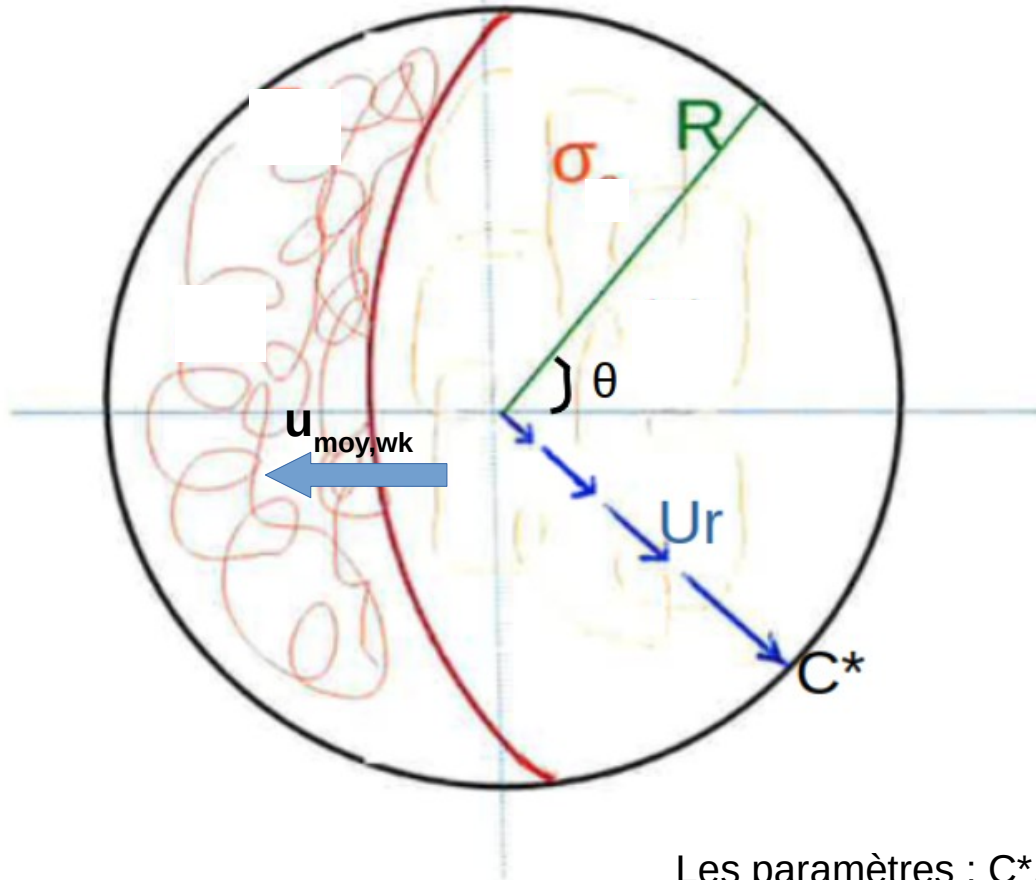


$$\mathbf{U}_{wk} = \mathbf{U}_{moy,wk} + \mathbf{U}_r + \mathbf{G}(0, \sigma)$$

$$\sigma = k_{twk} (\mathbf{U}_{moy,wk} + \mathbf{U}_r) : \text{inspiré de Panofsky et al., 1977}$$

MODELE

▪ Calcul des distributions du vent dans la poche avec Monté Carlo



- Tirage d'un point m dans la poche (R^2 et θ)
- Calcul des coordonnées (x_m, y_m) du point m
- Calcul du vent non perturbé au point m tiré

$$U_{\text{noturbm}} = U_{\text{moy,wk}} + U_{r,m}(C^*, R)$$

- Calcul de la variance du vent au point m tiré

$$\sigma = k_{\text{twk}} U_{\text{noturbm}}$$

- Tirage sur vent turbulent selon Box-Muller
 $Z \sim N(0,1)$
- Vent turbulent en m : $U_{\text{turb,m}} = \sigma Z$
- Vent total : $U_{\text{tot,m}} = U_{\text{noturbm}} + U_{\text{turb,m}}$

Les paramètres : C^* , $U_{\text{moy,wk}}$, R et k_{twk}

COMBINAISON AVEC LE SCHEMA DES RAFALES DES THERMIQUES

→ Le schéma des rafales des thermiques décrit le vent à l'extérieur des poches (Adriana Sima et Frédéric Hourdin)

$$u_{th} = u_{moy, gcm} + G(0, \sigma_{th})$$

$$\text{où } \sigma_{th}^2 = k_{tth} u^{*2} + k_{zth} w^{*2}; \text{ avec } k_{tth} \text{ et } k_{zth} \text{ des réels}$$

→ Combinaison des schémas des rafales des thermiques et des poches

- Tirage d'un nombre aléatoire n_t entre 0 et 1..
Si $n_t < \sigma_{wk}$ ⇒ schéma des rafales des poches
si $n_t > \sigma_{wk}$ ⇒ schéma des rafales des thermiques

→ Les paramètres du modèle combiné :

- 5 paramètres fournis par le GCM : c^* , $u_{moy, gcm}$, σ_{wk} , u^* et ALE_{bl}
- 4 paramètres libres : R , k_{twk} , k_{tth} , k_{zth}

TUNING DES PARAMETRES LIBRES

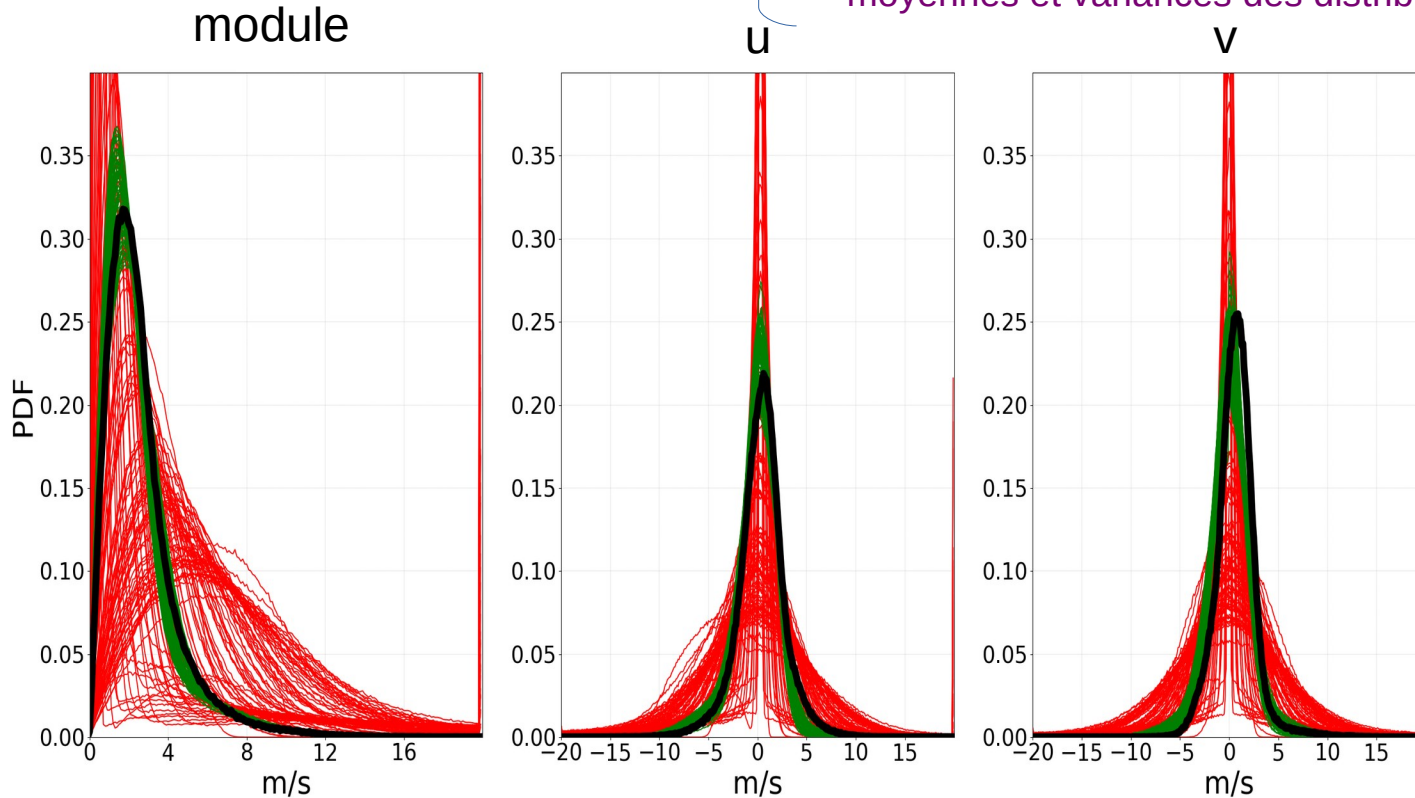
Tuning réalisé en dehors du GCM :

- Les paramètres qui seront fournis par le GCM sont fixés
- Les métriques choisies :
 - fraction de la maille où le module du vent dépasse un certain seuil
 - moyennes et variances des distributions de u et v

TUNING DES PARAMETRES LIBRES

Tuning réalisé en dehors du GCM :

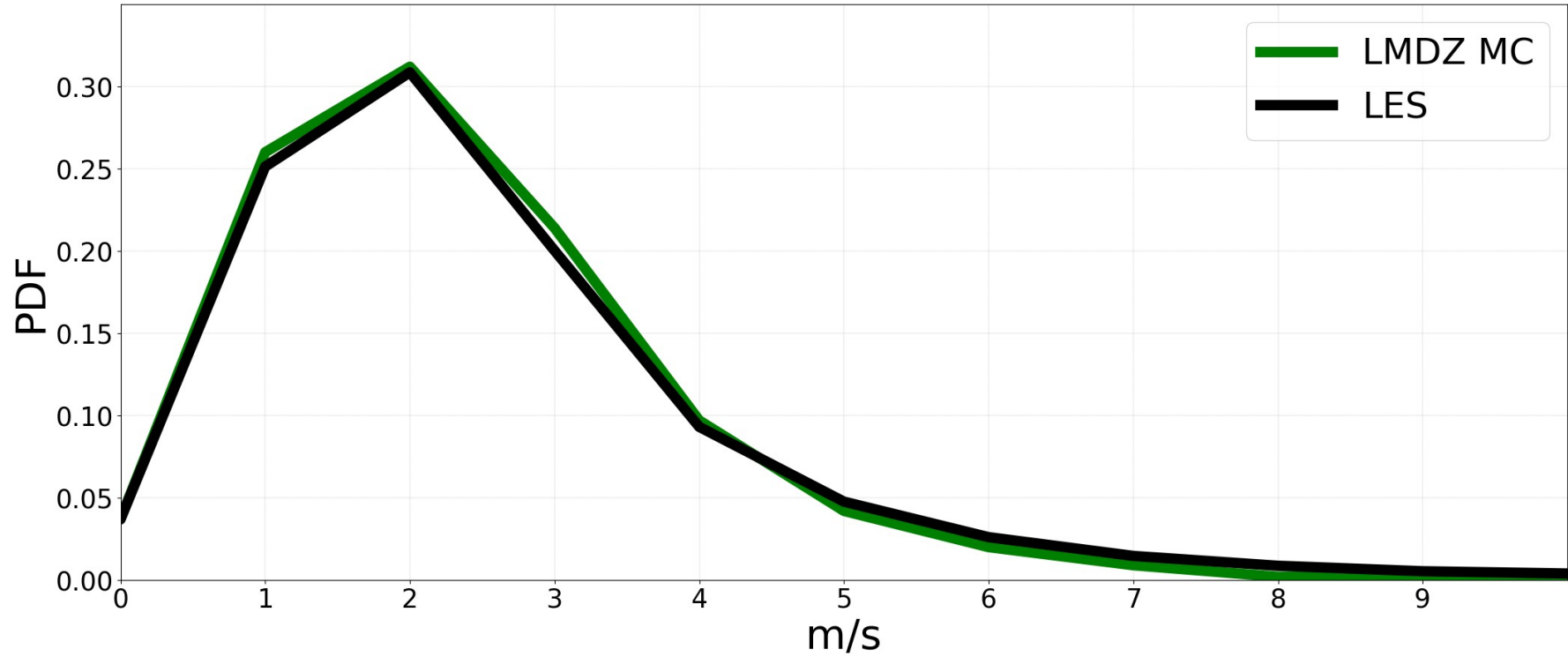
- Les paramètres qui seront fournis par le GCM sont fixés
- Les métriques choisies :
 - fraction de la maille où le module du vent dépasse un certain seuil
 - moyennes et variances des distributions de u et v



- LES
- vague 1 (90 simulations)
Les paramètres libres sont répartis sur l'ensemble de leur espace de valeur initiale.
- vague 5 (90 simulations)
Les paramètres libres sont répartis sur un espace de valeur beaucoup plus restreint.

TEST SUR LMDZ 1D

AMMA



CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

▪ **Conclusions**

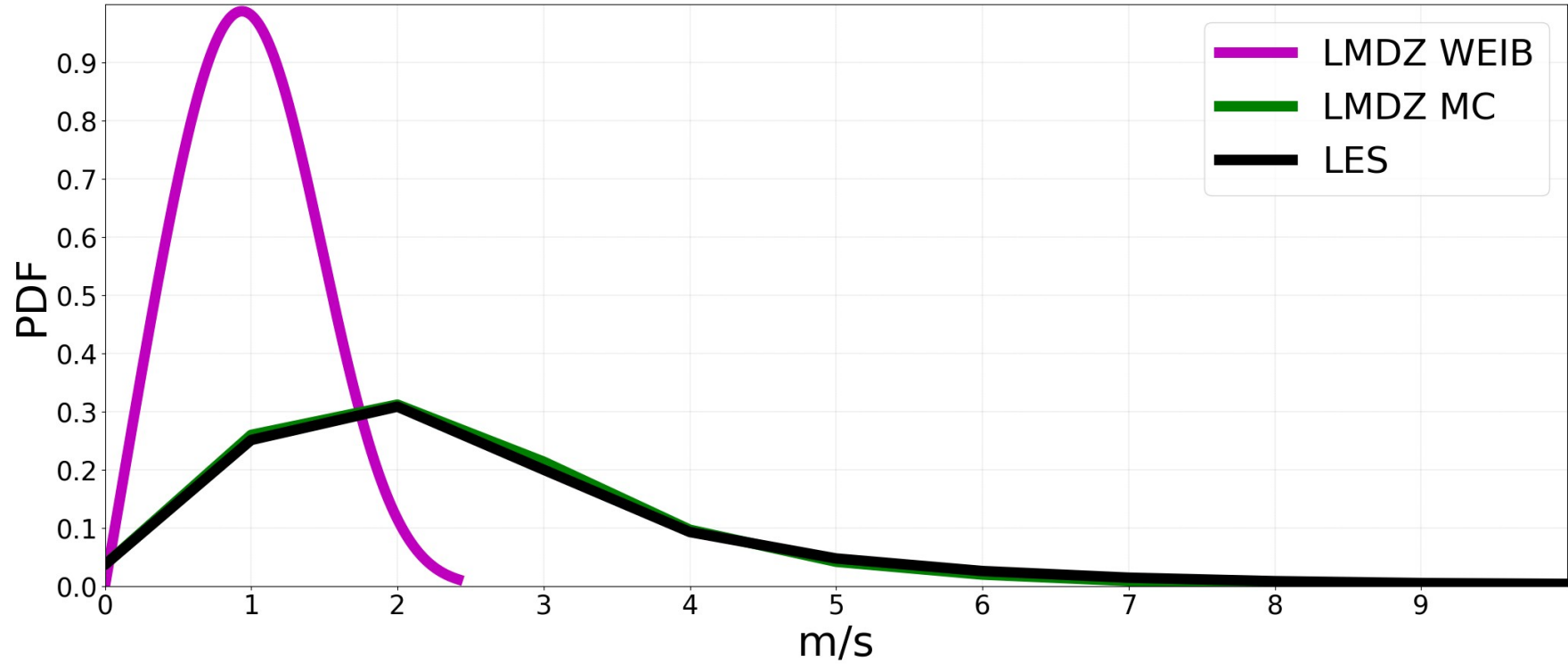
- Le modèle de distribution sous maille du vent développé intègre beaucoup de processus physique avec la prise en compte des rafales engendrées par les poches froides et celles liées aux thermiques
- Les tests effectués en 1D montrent des résultats satisfaisants.

▪ **Perspectives**

- Relier le vent moyen dans la poche avec le vent à grand échelle
- Etudier les performances du modèle à représenter les émissions de poussières et le soulèvement des vagues

MERCI DE VOTRE ATTENTION !!!

AMMA



RCE

