An aerial photograph of a town, likely in the Alps, is shown from a high angle. The town is surrounded by green hills and is partially obscured by a thick layer of white clouds. Overlaid on the bottom left of the image is a white weather map showing contour lines and wind vectors. The contour lines are labeled with values such as 1010, 1015, 1020, 1025, 1030, 1035, 1040, and 1045. Wind vectors are represented by small arrows with white heads and black tails, indicating wind direction and speed. The background of the slide is a dark blue gradient with a stylized sun and cloud graphic in the top left corner.

Quelle résolution de la base topographique pour un modèle à 2.5km, 1.3km ou 500m

AMA – 23 janvier 2013
Sébastien Riette CNRM/GMME/Méso-NH



METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance

Question

- Base topographique GTOPO30 disponible sur le globe (résolution de 30 secondes d'arc soit environ 900m)
 - AROME aujourd'hui à 2.5km passera à 1.3km et des simulations sur des zones ciblées seront effectuées avec une résolution de 500m
 - GTOPO30 suffisant pour calculer le relief « résolu » à 2.5km et peut-être même à 1.3km voire 500m compte tenu du lissage effectué sur le relief (troncature quadratique)
 - GTOPO30 insuffisant pour calculer les champs orographiques sous-maïlles (écart-type, pente...).
- Quel est le saut minimum de résolution acceptable entre le modèle et la base topographique pour obtenir une représentation correcte des champs orographiques sous-maïlles ?

Convergence des champs sous-maille

Dégradation de la résolution en moyennant les pixels

Base topographique

Climatologie modèle

SRTM 3"

Clim

Ref

Base à 6"

Clim

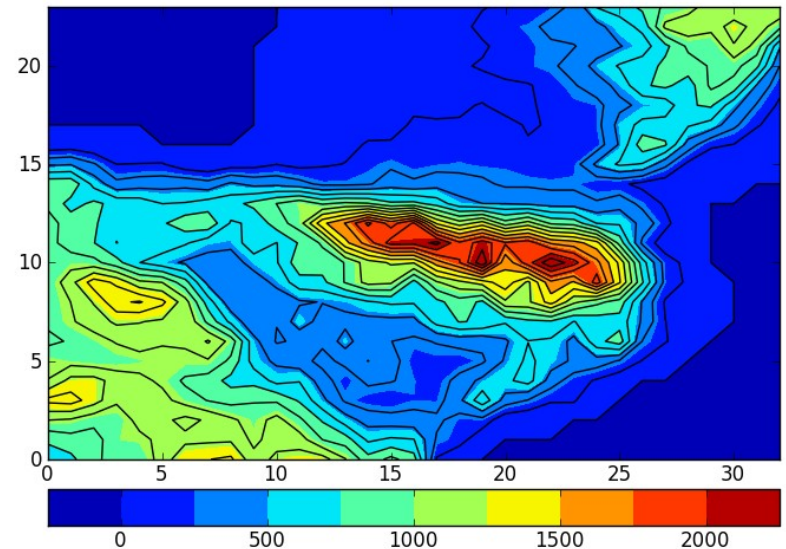
Calcul du biais et de l'écart quadratique moyen entre chacune des climatologies et cette référence

Base à 9"

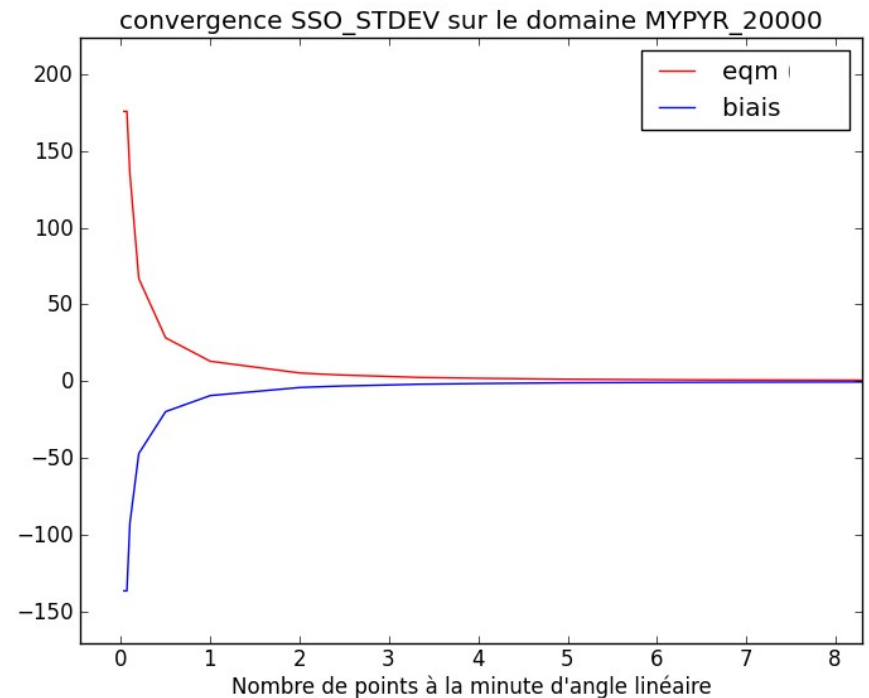
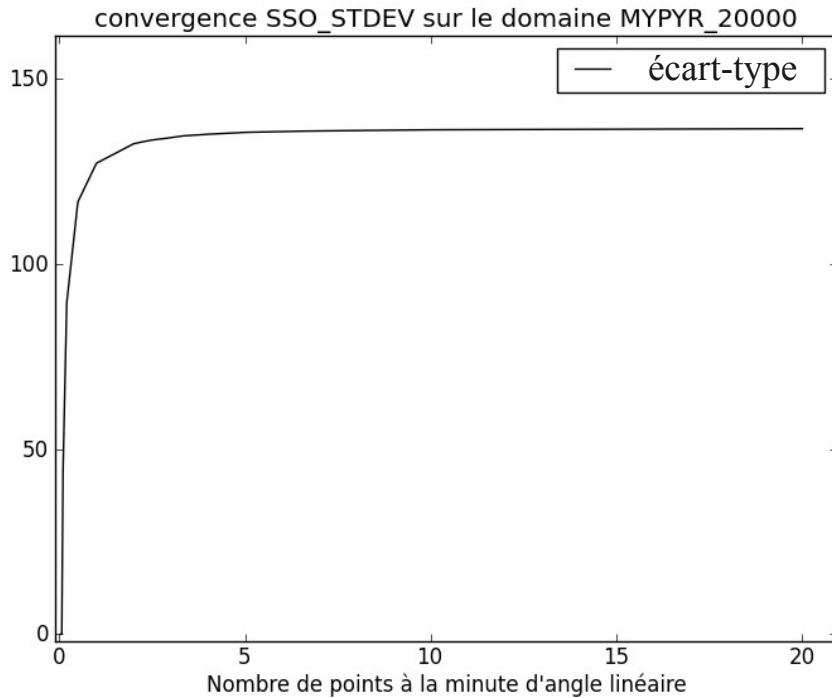
Clim

Base à 30'

Clim

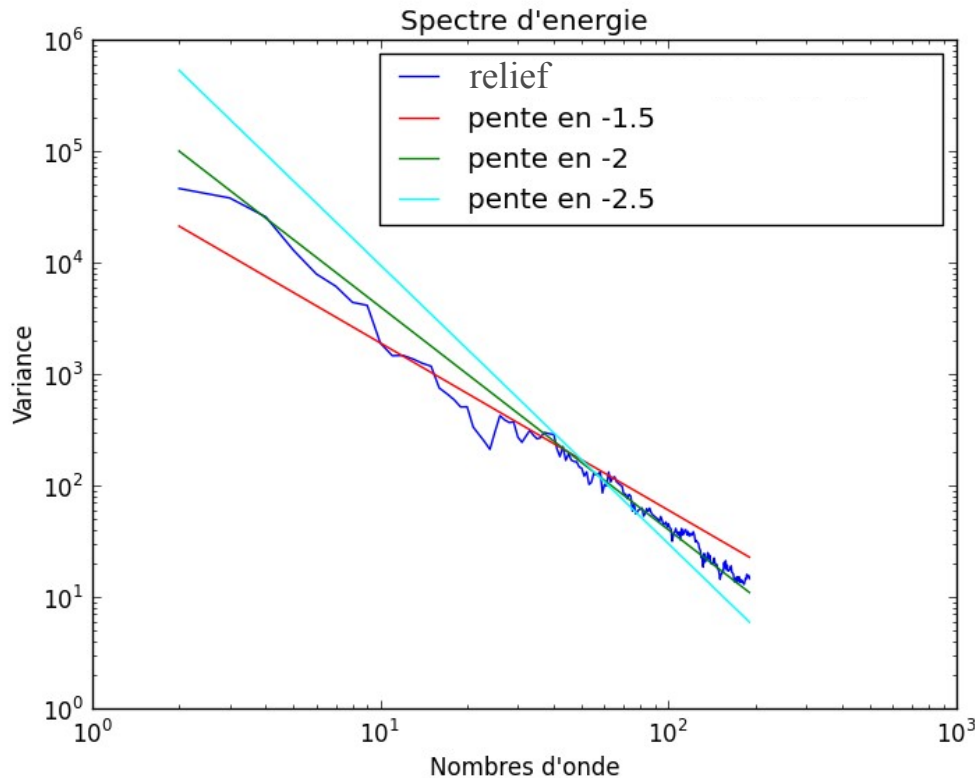


Convergence de l'écart-type sous-maille



L'écart-type sous-maille moyen augmente au fur et à mesure que la résolution de la base topographique est meilleure et il s'approche de manière asymptotique d'une valeur limite. Il y a bien convergence de l'écart-type sous-maille.

Convergence de l'écart-type sous-maille



La pente en k^{-2} (courbe verte) est ici observée jusqu'à 2.5km

Uhrner, 2001 : pentes entre -1 et -4

Si la pente du spectre est $-\alpha$, la variance par nombre d'onde est

$$A * k^{-\alpha}$$

La variance contenue entre deux nombres d'onde k_0 et k_1 est

$$v(k_0, k_1) = \frac{A}{\alpha - 1} (k_0^{1-\alpha} - k_1^{1-\alpha})$$

Il y donc convergence lorsque $k_1 \rightarrow \infty$

si $\alpha > 1$ et on a alors : $v(k_0, +\infty) = \frac{A * k_0^{1-\alpha}}{\alpha - 1}$

Avec $\alpha=2$, on estime l'écart-type sous-maille à 10 % lorsque le saut de résolution est d'environ 5 (25 points de la base topographique dans chaque maille du modèle)

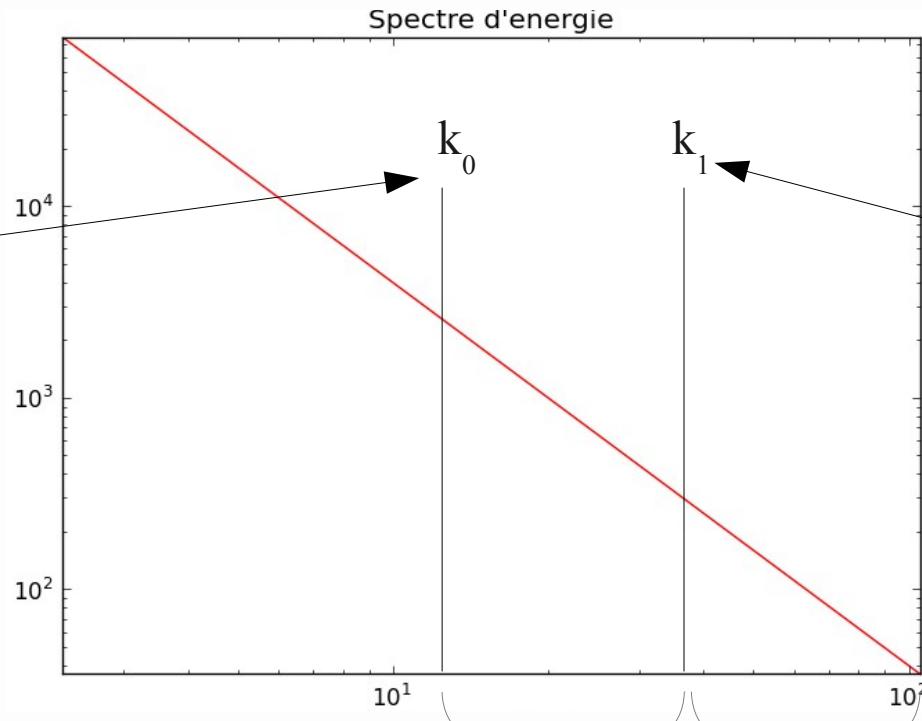
Convergence de l'écart-type sous-maille

- SRTM 3" permettra tout juste d'atteindre une précision de 10 % de l'écart-type du relief sous-maille d'un AROME à 500m de résolution
- ➔ Utilité d'introduire une paramétrisation pour les échelles manquantes

« As long as topographic data at higher resolution are missing on a global scale, it is necessary to parametrize the missing part of the spectrum in terms of parameters that can be resolved by the available data. »
(Beljaars et al, 2004)
- Pour estimer la part non connue du relief sous-maille, au moins deux approches existent :
 - Intégrer l'information de pente du spectre dans les paramétrisations (ex : Beljaars et al, 2004)
 - Utiliser la part connue pour estimer la part non mesurée (ex : Milton et Wilson, 1996)

Convergence de l'écart-type sous-maille

Nombre d'onde correspondant à la taille de la maille du modèle

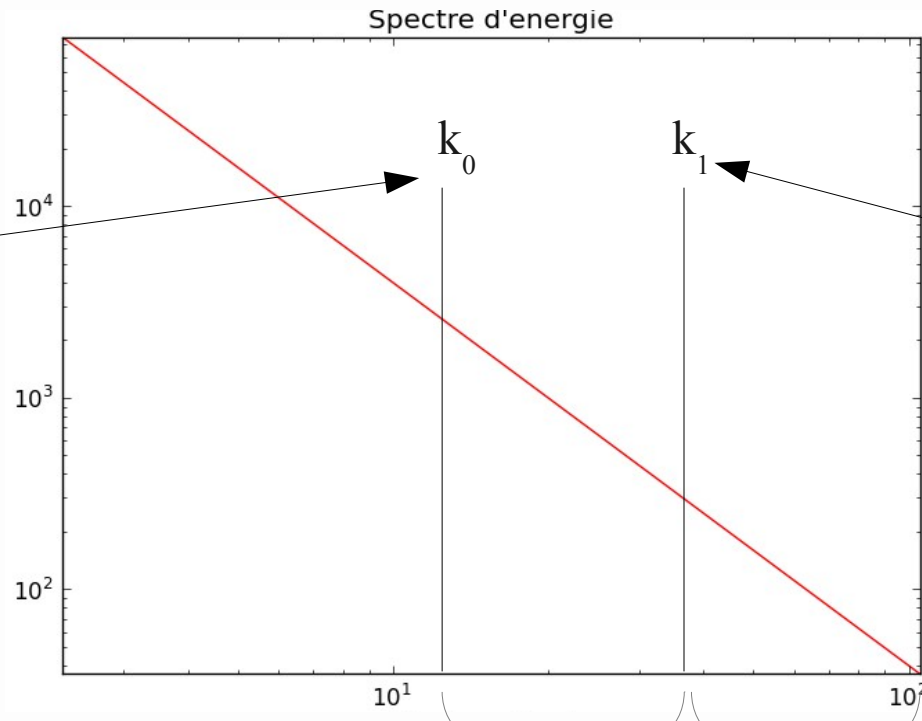


Nombre d'onde correspondant à la taille du pixel de la base topographique

$$V_{calc} = v(k_0, k_1) = \frac{A}{\alpha - 1} (k_0^{1-\alpha} - k_1^{1-\alpha}) \quad \leftarrow \quad \rightarrow \quad v(k_1, +\infty) = \frac{A * k_1^{1-\alpha}}{\alpha - 1}$$

Convergence de l'écart-type sous-maille

Nombre d'onde correspondant à la taille de la maille du modèle

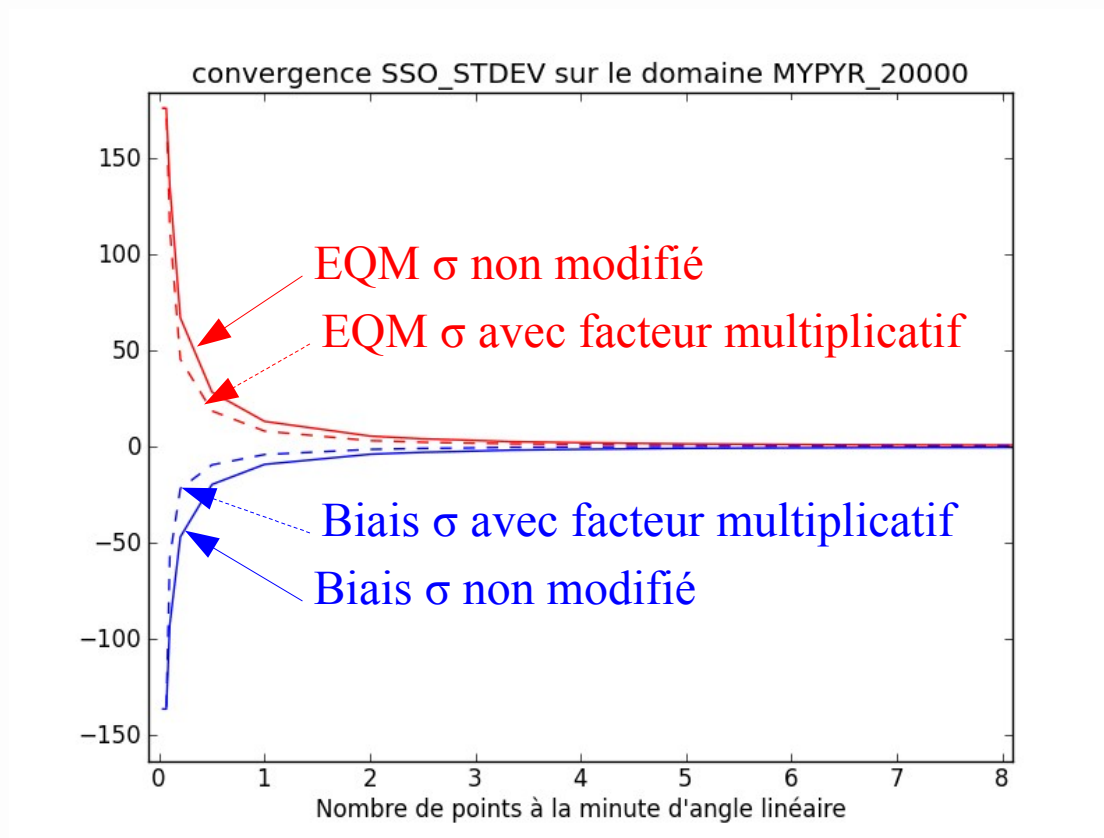


Nombre d'onde correspondant à la taille du pixel de la base topographique

$$V_{calc} = v(k_0, k_1) = \frac{A}{\alpha - 1} (k_0^{1-\alpha} - k_1^{1-\alpha}) \quad \leftarrow \quad v(k_1, +\infty) = \frac{A * k_1^{1-\alpha}}{\alpha - 1}$$

$$V = V_{calc} \left(\frac{1}{1 - (k_1/k_0)^{1-\alpha}} \right) \quad k_1/k_0 \approx \sqrt{N}$$

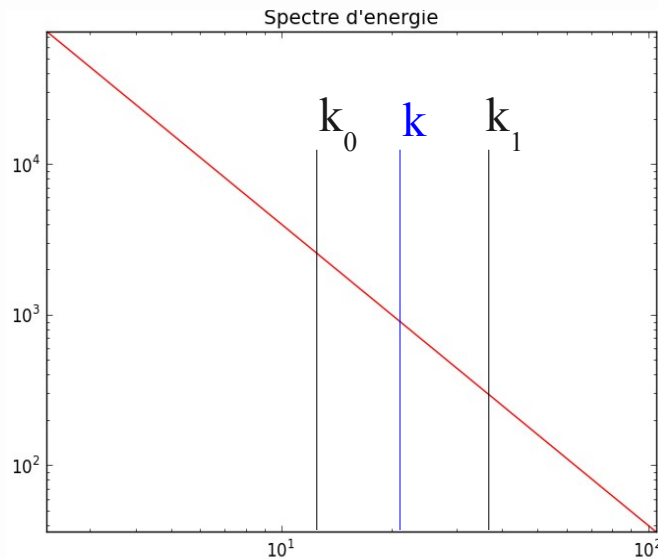
Convergence de l'écart-type sous-maille



Convergence plus rapide de l'écart-type sous-maille vers sa valeur « réelle »

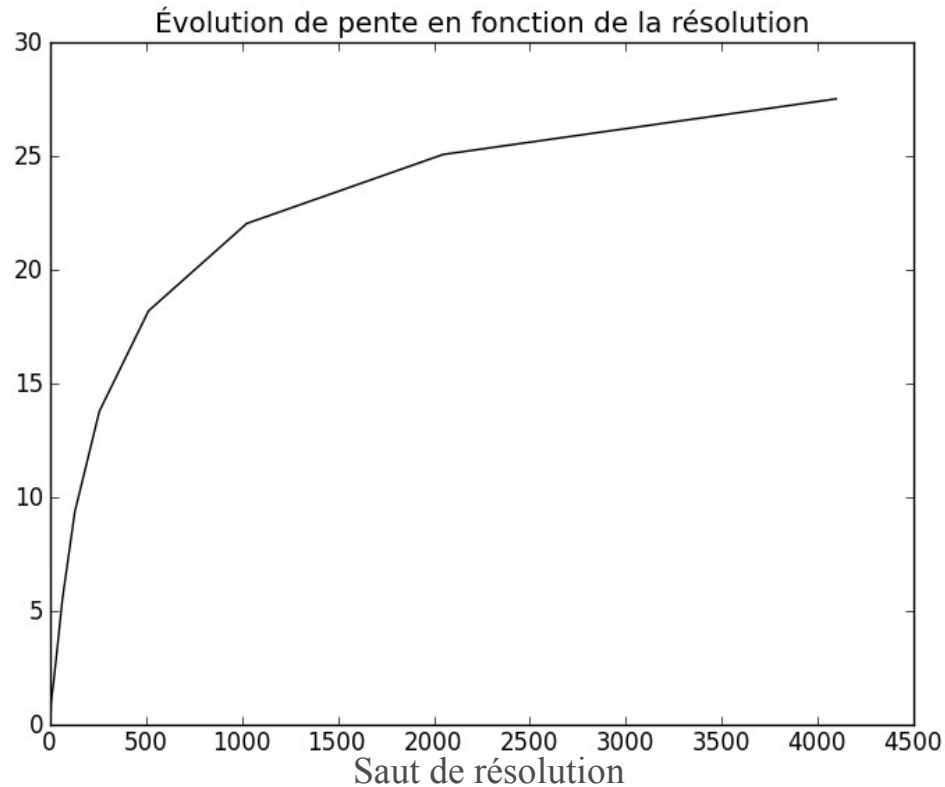
Perspectives

- Tester sur d'autres domaines
- Essayer d'estimer la pente du spectre dans chaque maille du modèle à partir des points de la base topographique tombant à l'intérieur de la maille (si ce nombre est suffisant)



➔ Qu'en est-il des autres champs sous-mailles utilisés ?

Non-convergence de la pente sous-maille



Forte dépendance à la résolution (voire non-convergence) déjà relevée par plusieurs auteurs



Fin



METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance

Biblio

- Uhrner, U. 2001 The impact of new sub-grid scale orography fields on the ECMWF model, ECMWF Technical Memo no. 329
- Beljaars, A. C. M., Brown, A. R. and Wood, N. (2004), A new parametrization of turbulent orographic form drag. Q.J.R. Meteorol. Soc., 130: 1327–1347. doi: 10.1256/qj.03.73
- Milton, S. F. and Wilson, C. A. 1996 The impact of parametrized subgrid-scale orographic forcing on systematic errors in a global NWP model. Mon. Weather Rev., 124, 2023–2045