

GEM-LAM: un rapport d'étape

Résumé:

En février dernier, Michel Desgagné a donné un premier séminaire sur la version 'aire limitée' de GEM. Avec le cas de l'ouragan Earl, il a comparé les approches 'grille variable' et 'aire limitée'.

Cas VORTEX

- Ligne de grain en Oklahoma
- Étudié précédemment par Stéphane Bélair et Jocelyn Mailhot (sensibilité à la résolution)
- Simulé par GEM en mode variable (résolution de 4km – article de Yeh *et al* sur la version non-hydrostatique de GEM)

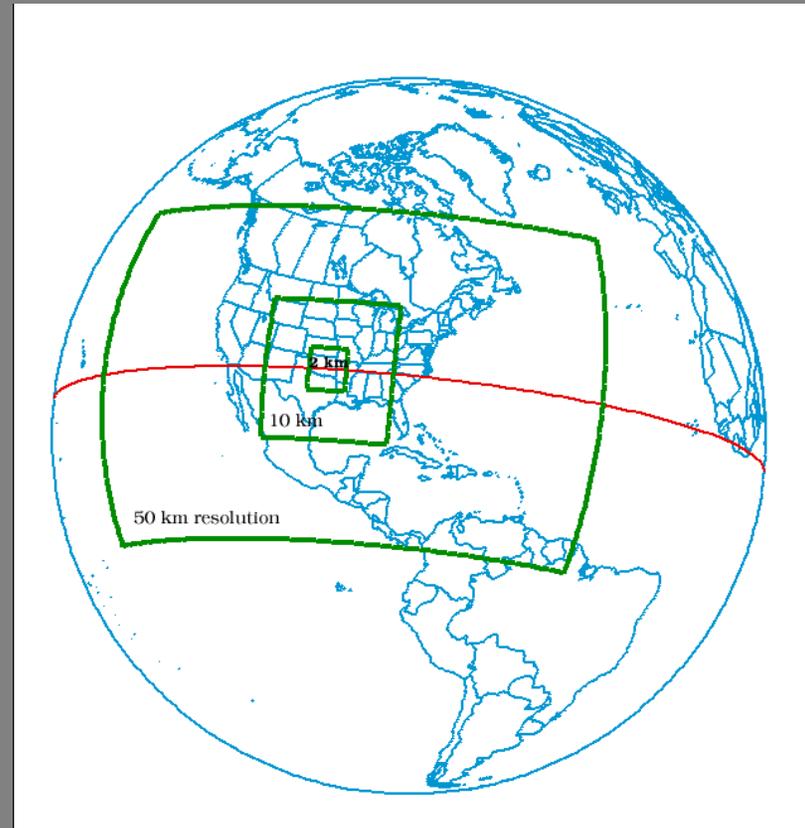
Cascades

A partir d'une
analyse globale:

LAM 50 km
(206x127)

LAM 10 km
(239x255)

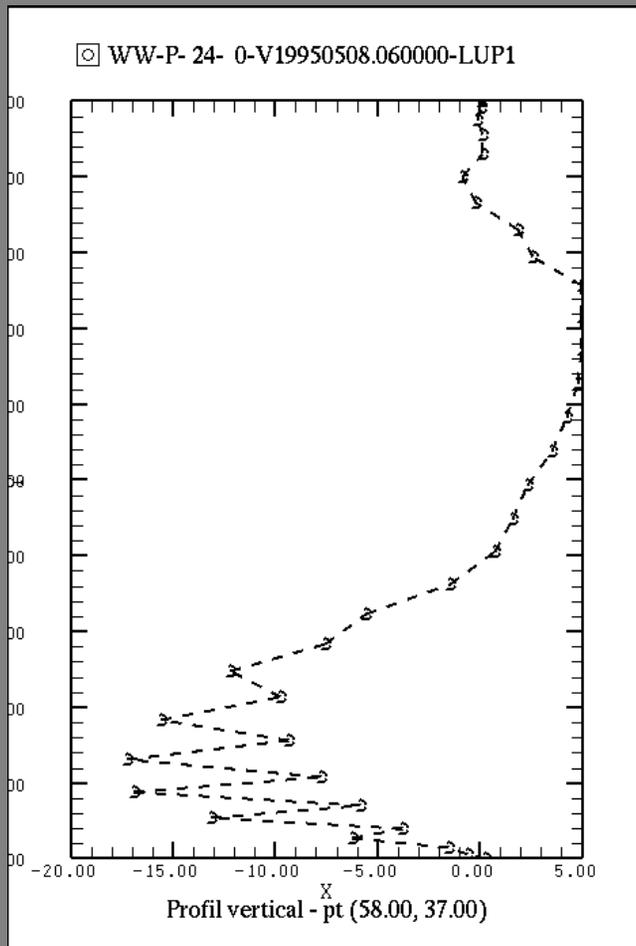
LAM 2 km
(345x385)



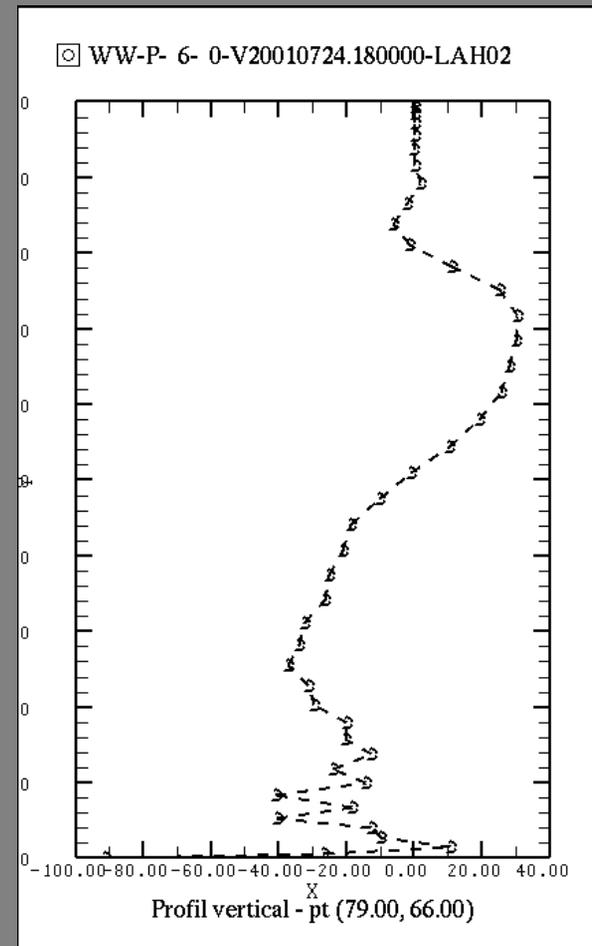
Problèmes...

- Intégration à 2km montre des taux de précipitation irréalistes (1 m/heure)
- Mouvement vertical bruyant à 2 et a 10km.

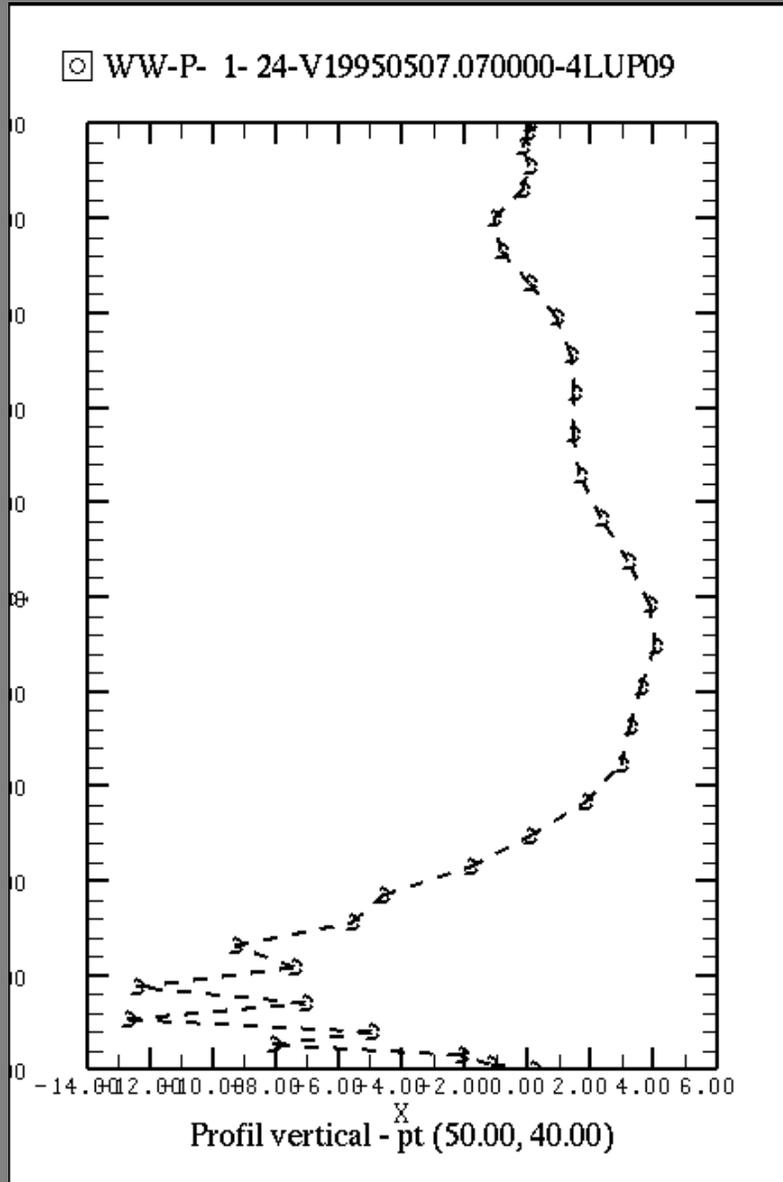
Mouvement vertical bruyant



VORTEX



Sud C.-B.



VORTEX sans paramétrisation physique

Mouvement vertical

Pression en coordonnée hybride

$$p = A(\eta) + B(\eta) p_s$$

Coordonnée verticale de GEM

$$z = A(\eta) + B(\eta) z_s$$

Variable s

$$s = \log\left(\frac{p_s}{z_s}\right)$$

Pression en fonction de s

$$p = z + B(\eta) z_s (e^s - 1) = z + b(e^s - 1)$$

Mouvement vertical

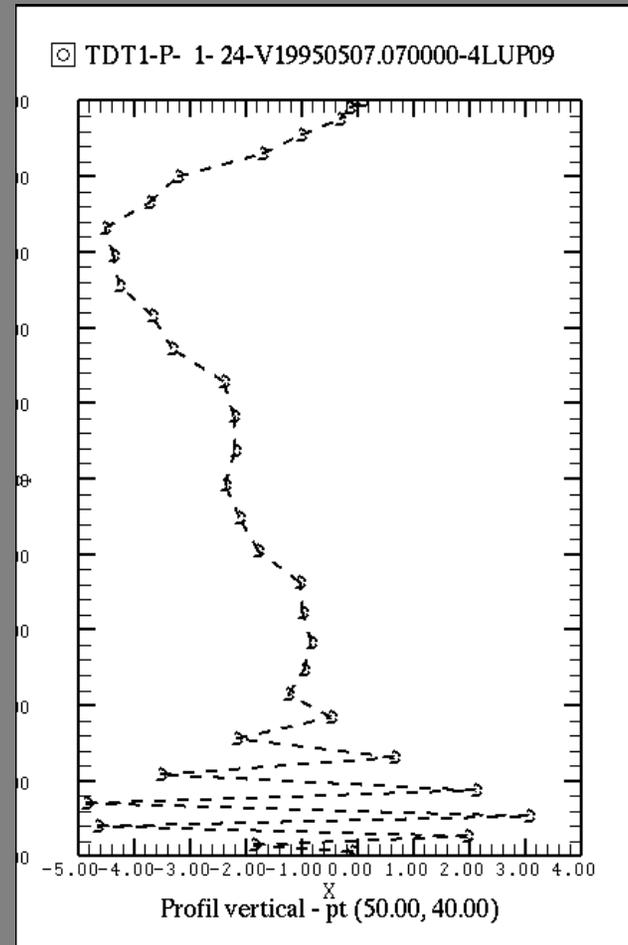
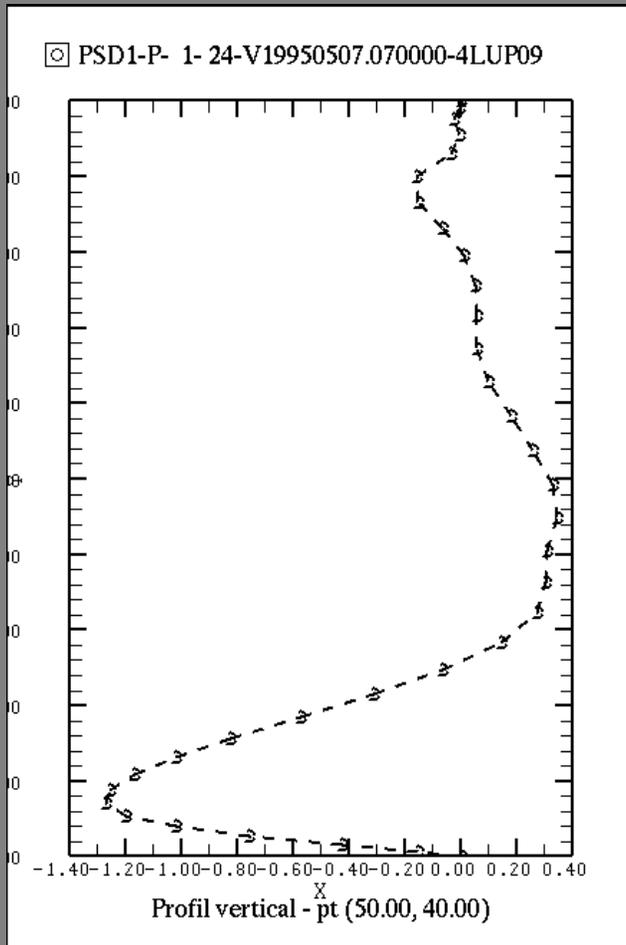
$$\frac{dp}{dt} = \dot{z} + (e^s - 1) \dot{z} \frac{\partial b}{\partial z} + b \frac{d e^s}{dt}$$

Equation de continuité

$$\frac{d \ln[1 + (e^s - 1) \partial b / \partial z]}{dt} + D + \frac{\partial \dot{z}}{\partial t} = 0$$

On aura donc

$$\frac{dp}{dt} = \dot{z} + (e^s - 1) \dot{z} \frac{\partial b}{\partial z}$$
$$- b \left[(e^s - 1) \dot{z} \frac{\partial z}{\partial b} \frac{\partial^2 b}{\partial z^2} + \left(D + \frac{\partial \dot{z}}{\partial z} \right) \left(e^s - 1 + \frac{\partial z}{\partial b} \right) \right]$$



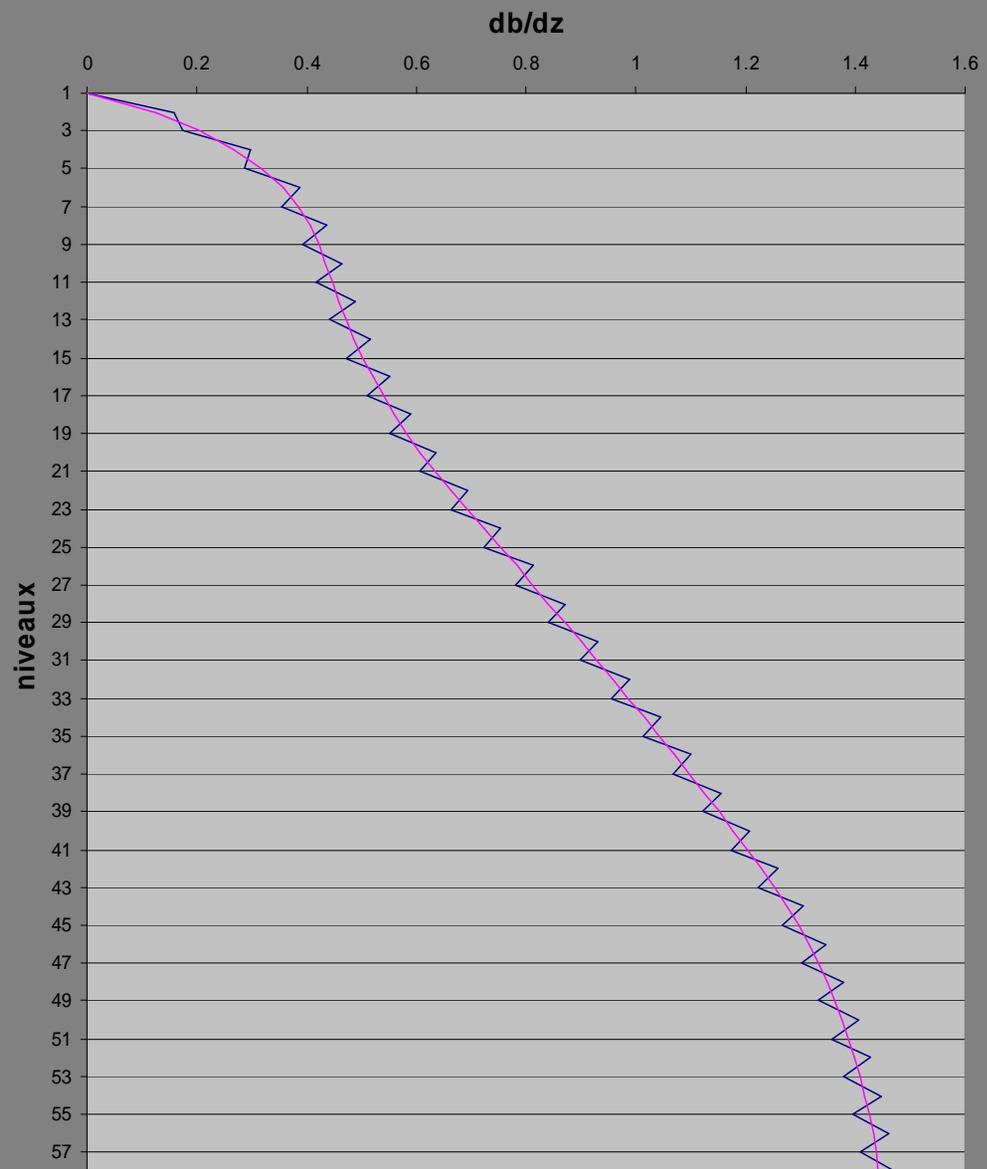
$$\dot{z}$$

$$D + \frac{\partial \dot{z}}{\partial t}$$

Résidu de l'équation de continuité

$$D + \frac{\partial \dot{z}}{\partial t} = R_{cn} - N_{cn} - \frac{\partial b}{\partial z} s$$

$$N_{cn} = \frac{1}{(\frac{1}{2} + \varepsilon)\Delta t} \left\{ \ln[1 + (e^s - 1) \frac{\partial b}{\partial z}] - \frac{\partial b}{\partial z} s \right\}$$



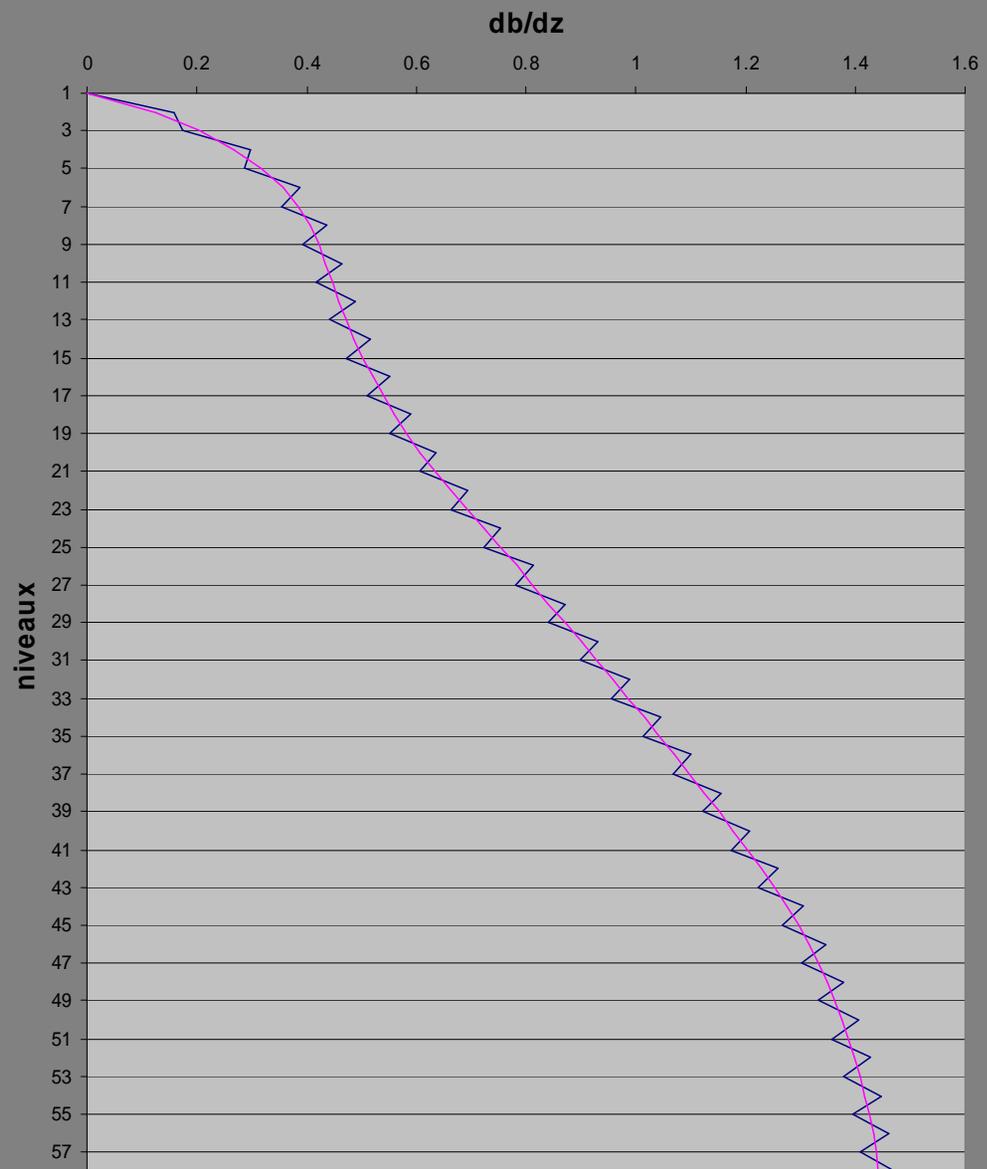
- Idéalement, les valeurs de b devraient être déterminées par le modèle en suivant les spécifications de l'utilisateur, et en respectant des contraintes imposées par l'opérateur de dérivée.
- En attendant...

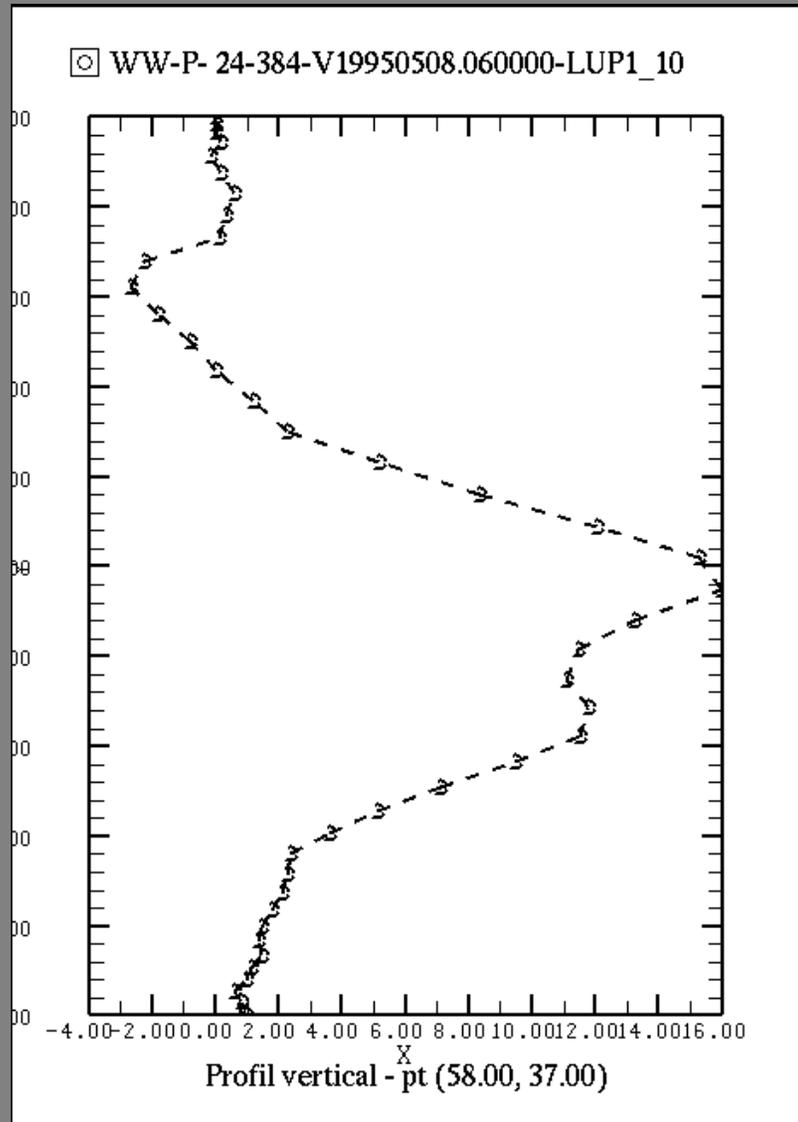
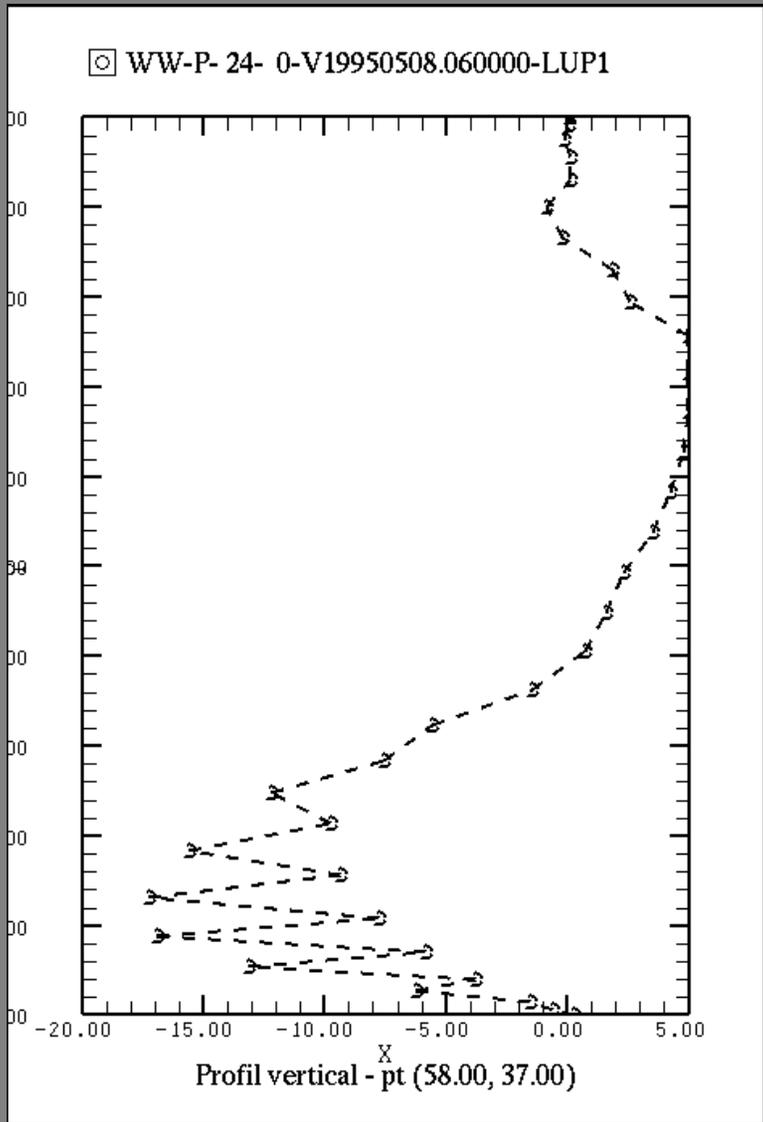
Utiliser la relation analytique

$$p = A(\eta) + B(\eta) p_s = A(\eta) + b(\eta) \frac{p_s}{z_s}$$

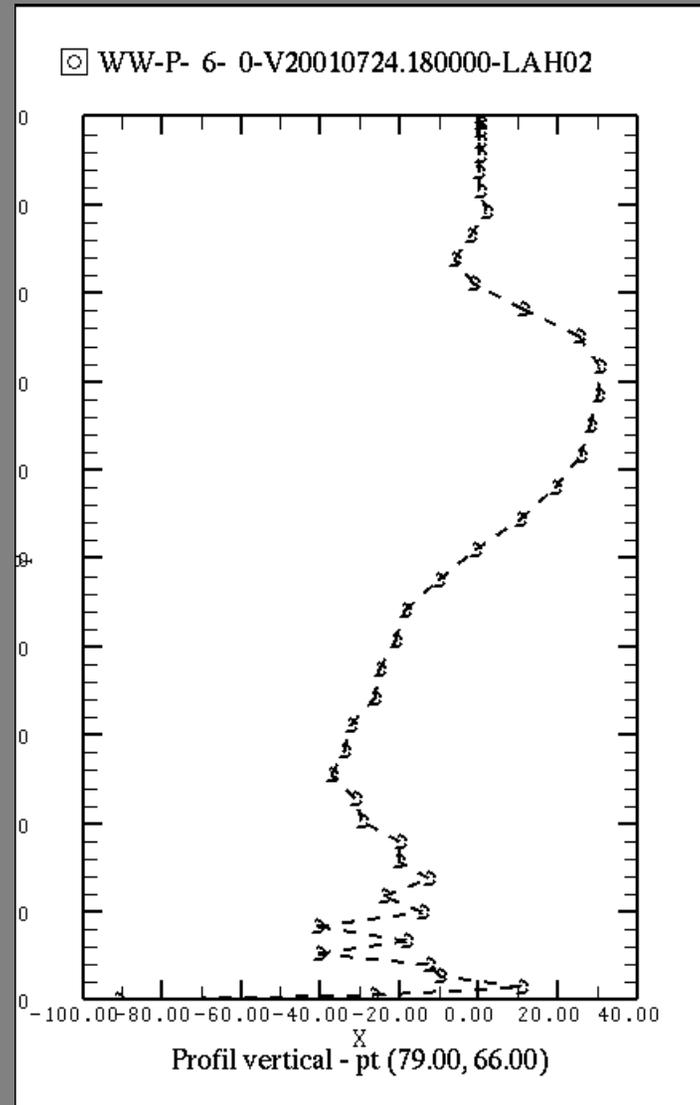
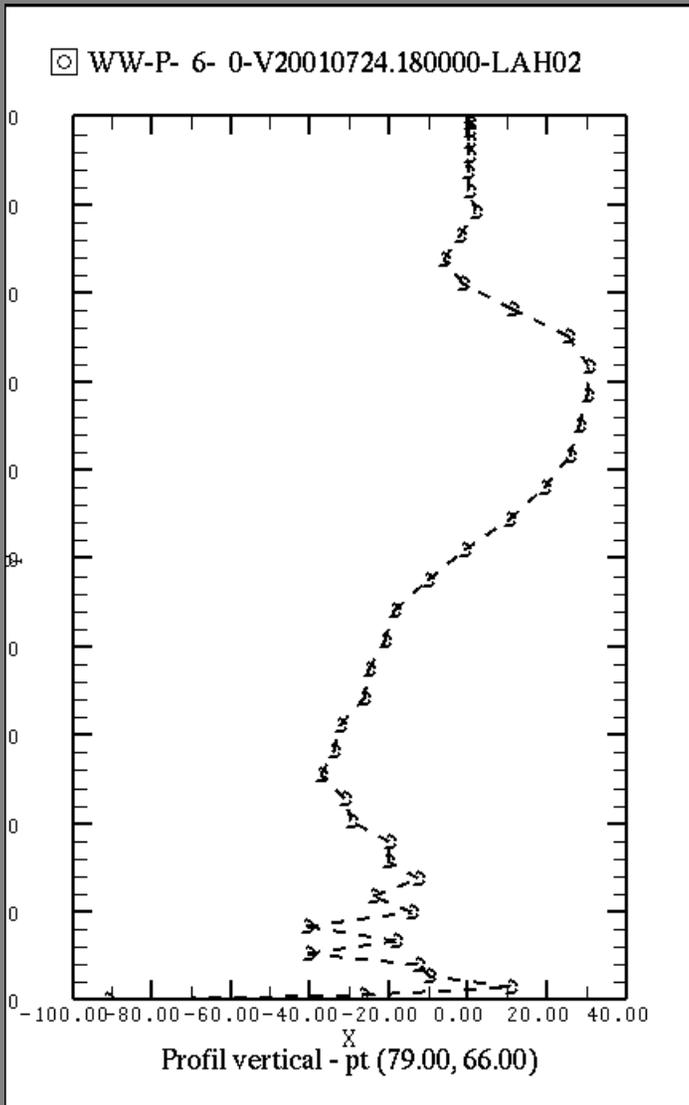
$$B(\eta) = \left(\frac{\eta - \eta_t}{1 - \eta_t} \right)^r$$

$$A(\eta) = p_{ref} [\eta - B(\eta)]$$





Cas VORTEX

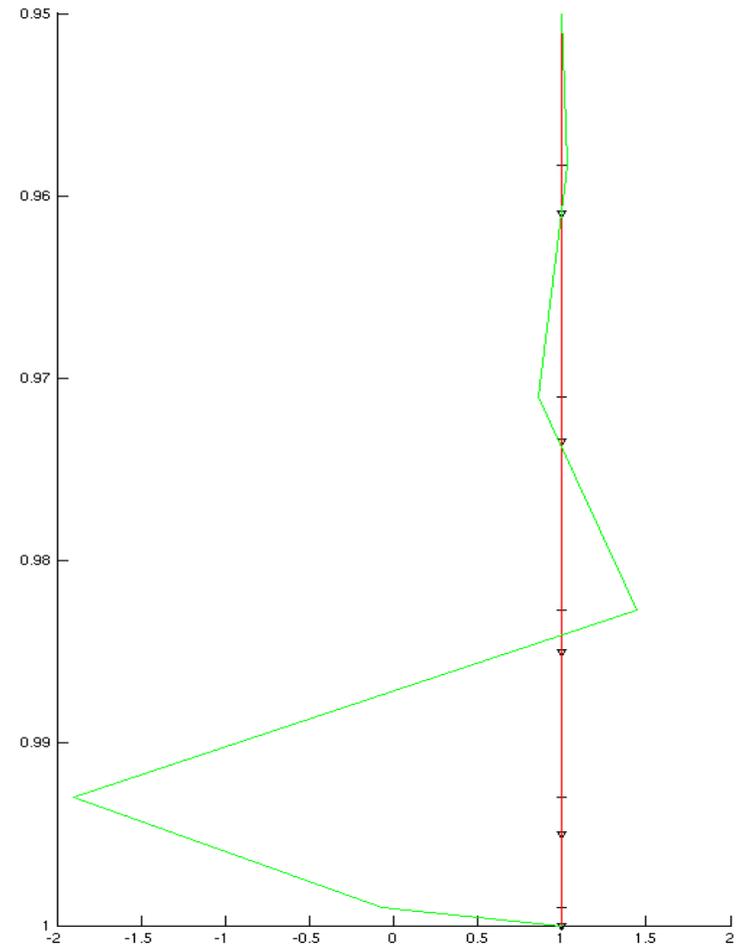


Sud de la C.-B.

Interpolation verticale

- Pour l'advection semi-lagrangienne, les côtés droits des équations sont interpolés aux points amonts à l'aide de
 - Cubiques de Lagrange dans l'horizontale, et;
 - Splines cubiques dans la verticale

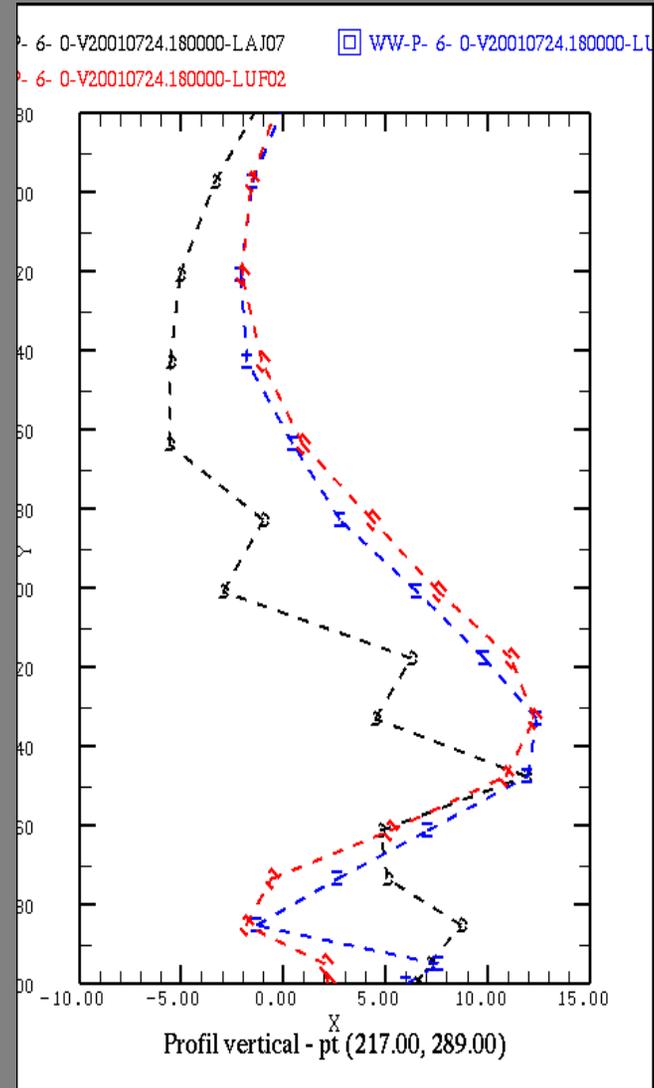
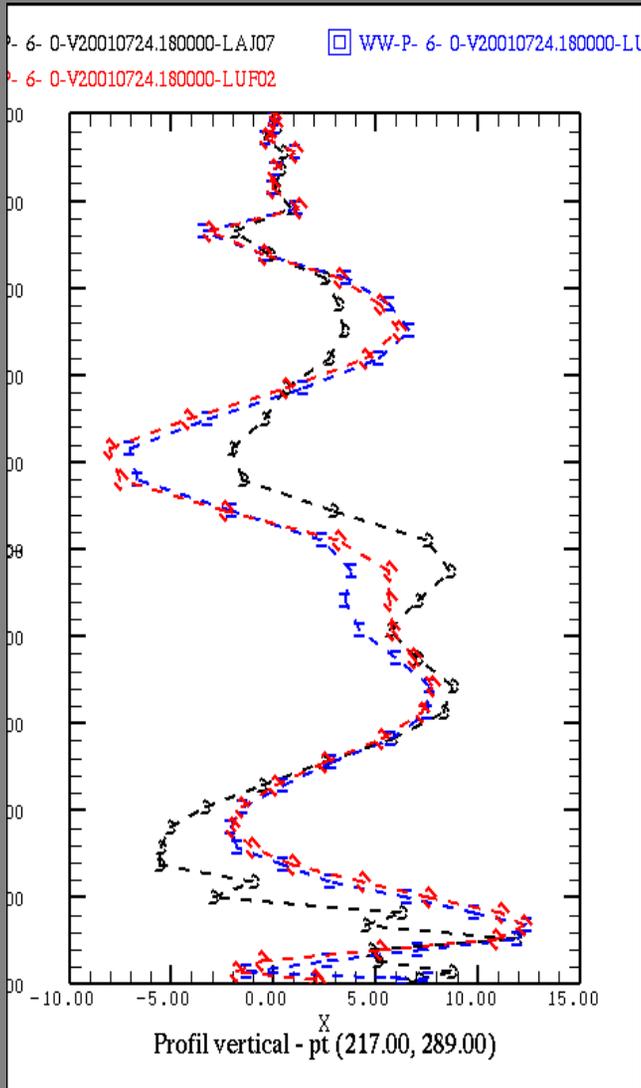
Propriété de la spline cubique:



Nouvelles options:

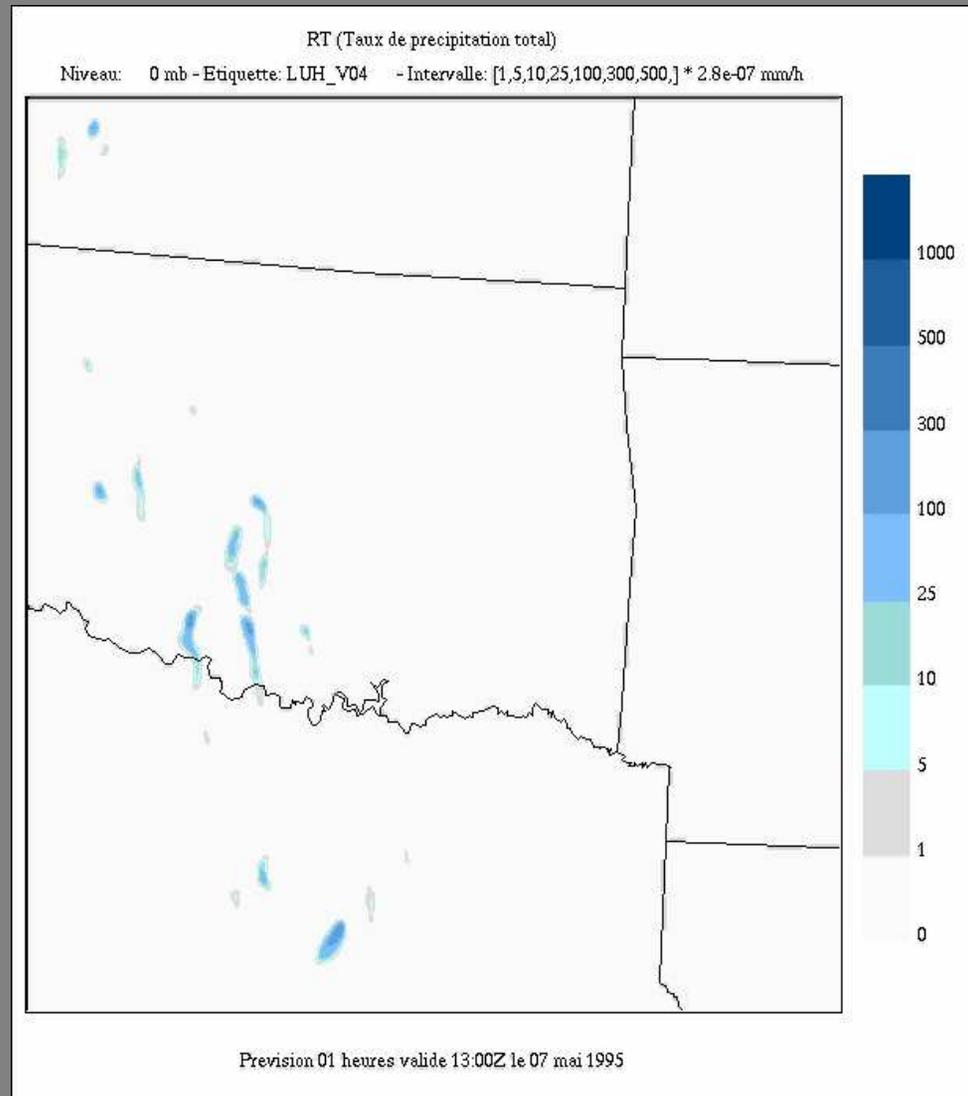
- Cubique de Lagrange dans la verticale
(`Adw_lagz_L = .true.`)
- Diffusion verticale faible sur les variables U et V (`Vrdt_L=.true.`), et possiblement aussi sur θ (`Vrdt_theta_L=.true.`), avec un coefficient ajustable (`Vrdt_coef=...`)
- Copie du niveau NK-1 dans le niveau NK – »
à utiliser dans les cas sans physique
(`Schm_sfix_L=.true.`)

Mouvement vertical



Sud de la C.-B.

Taux de précipitation Cas VORTEX

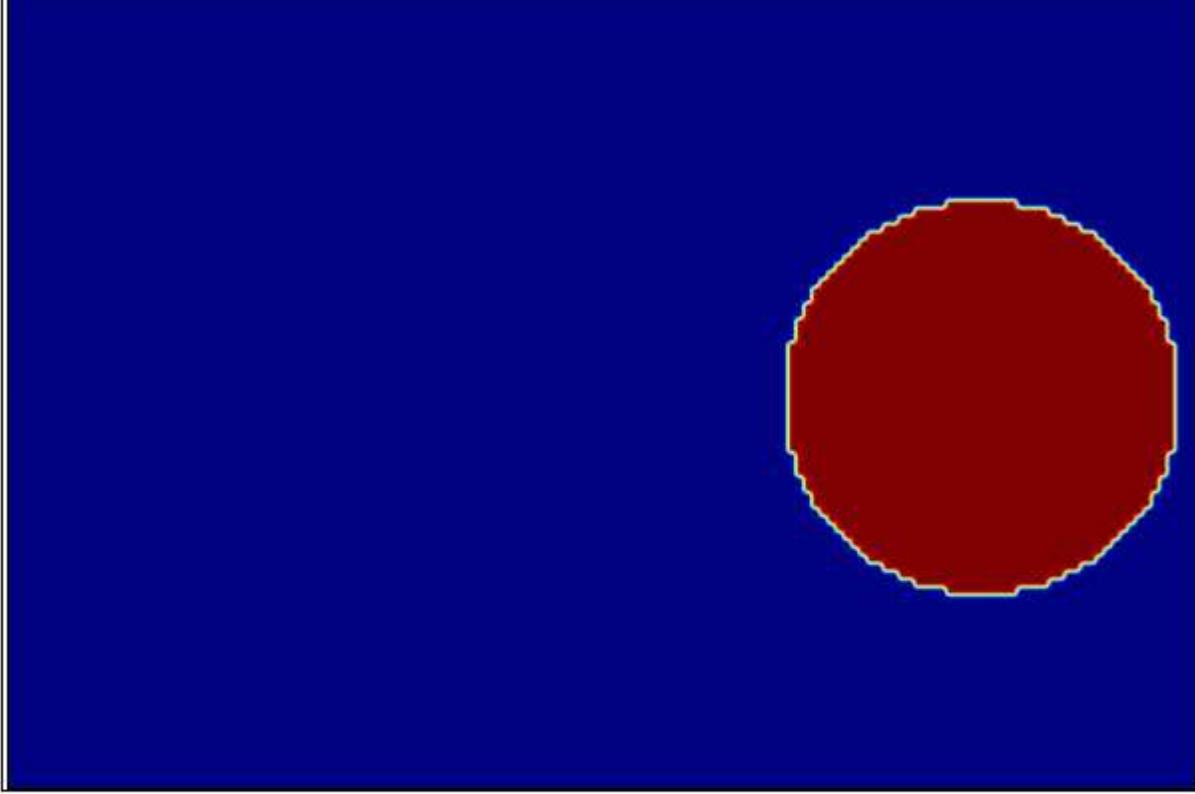


Cas canoniques:

- Bulle convective:
 - Atmosphère isentrope ;
 - Etat de base en équilibre hydrostatique;
 - Perturbation constante de température;
 - Domaine x-z de 1km x 1km

BBT1

Niveau: 0.0000 sg - Etiquette: BUBBLE - Intervalle: 0.01 * 1.0e-02 (??)

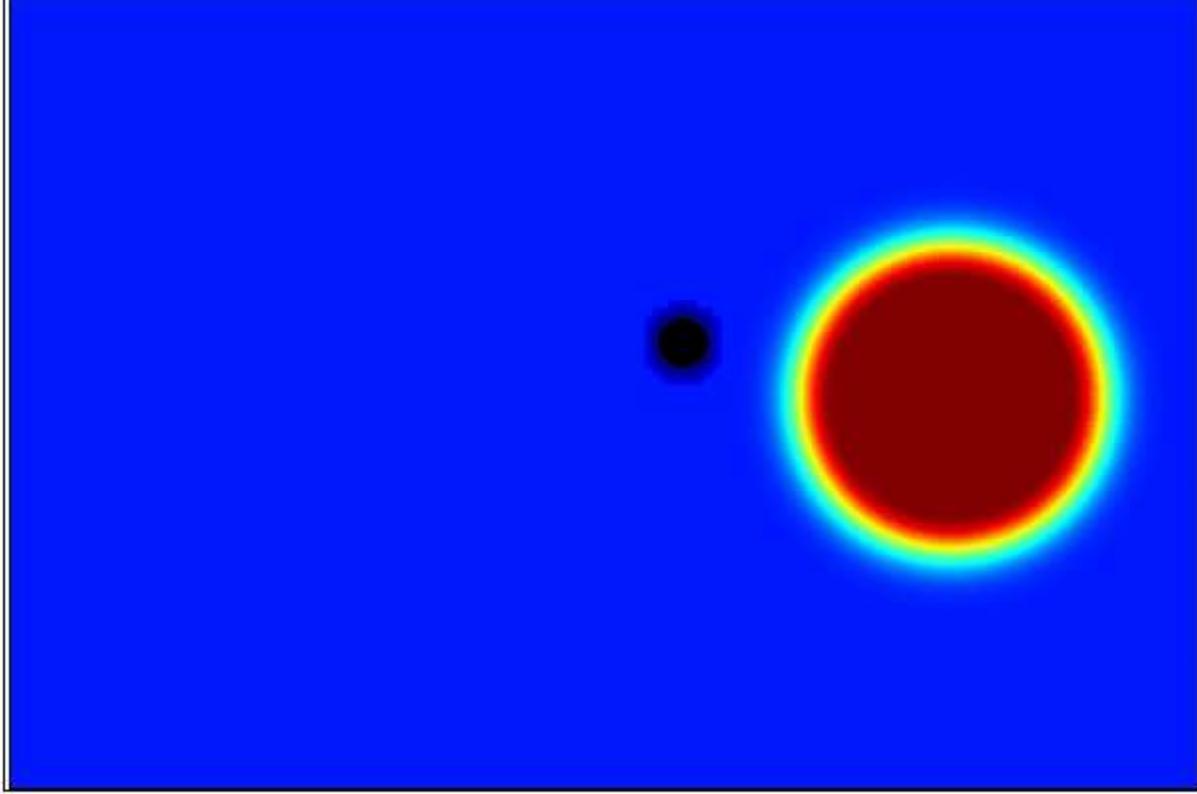


Prevision 00 heures valide 11:00Z le 01 decembre 2003

- 2 bulles convectives
 - Atmosphère isentrope
 - Etat de base en équilibre hydrostatique
 - 2 perturbations gaussiennes de temperature
 - Domaine x-z de 1km x 1km

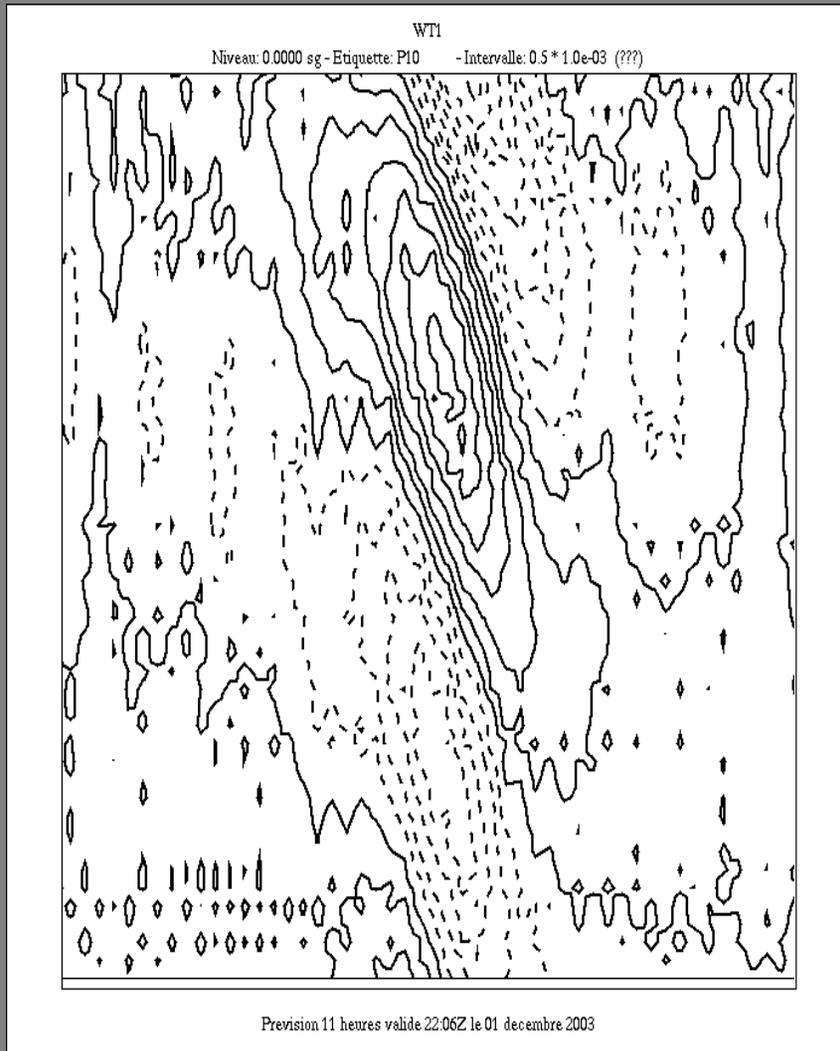
BBT1

Niveau: 0.0000 sg - Etiquette: BUBBLE - Intervalle: 0.01 * 1.0e-02 (???)

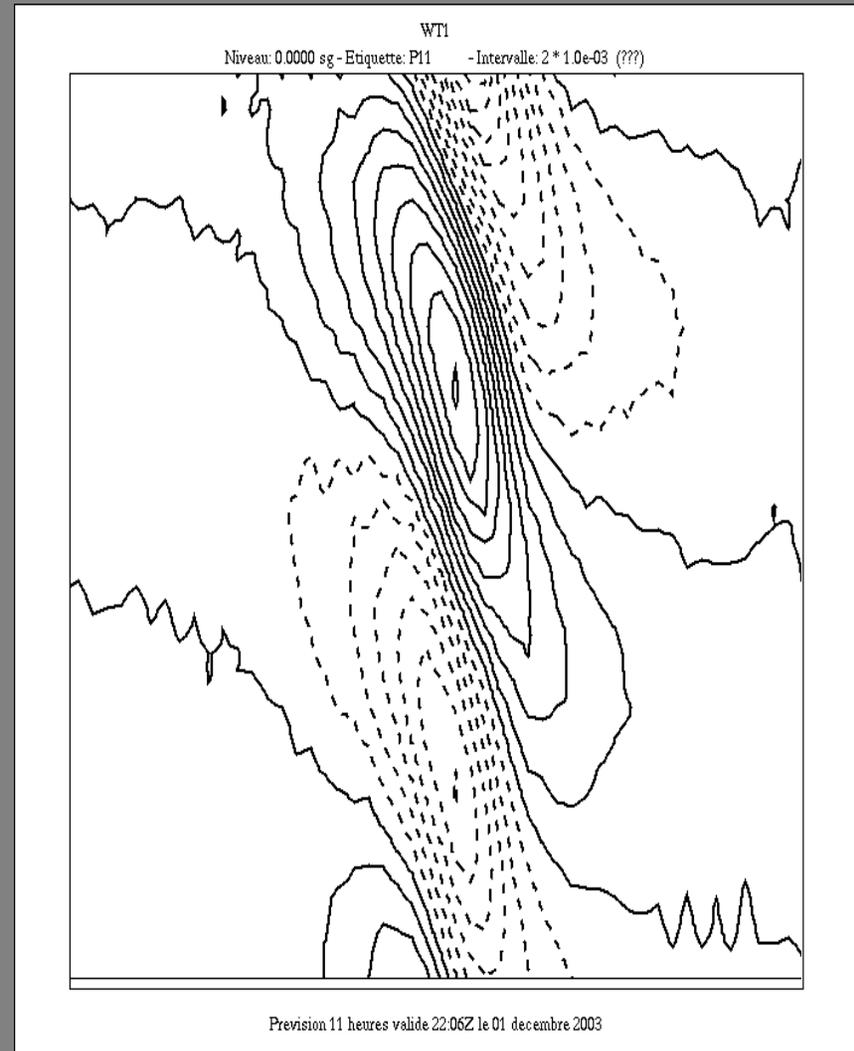


Prevision 00 heures valide 11:00Z le 01 decembre 2003

- Cas d'écoulement au dessus des montagnes
 - Premier cas de Pinty *et al* (MWR,1995)
 - Atmosphère isotherme
 - Vent zonal constant de 32m/s
 - Domaine X-Z d'environ 500 km par 20 km
 - Montagne gaussienne d'une amplitude de 1m et d'une largeur de 16 km



$h_0=1\text{m}$



$h_0=5\text{m}$

– Deuxième cas de Pinty *et al*

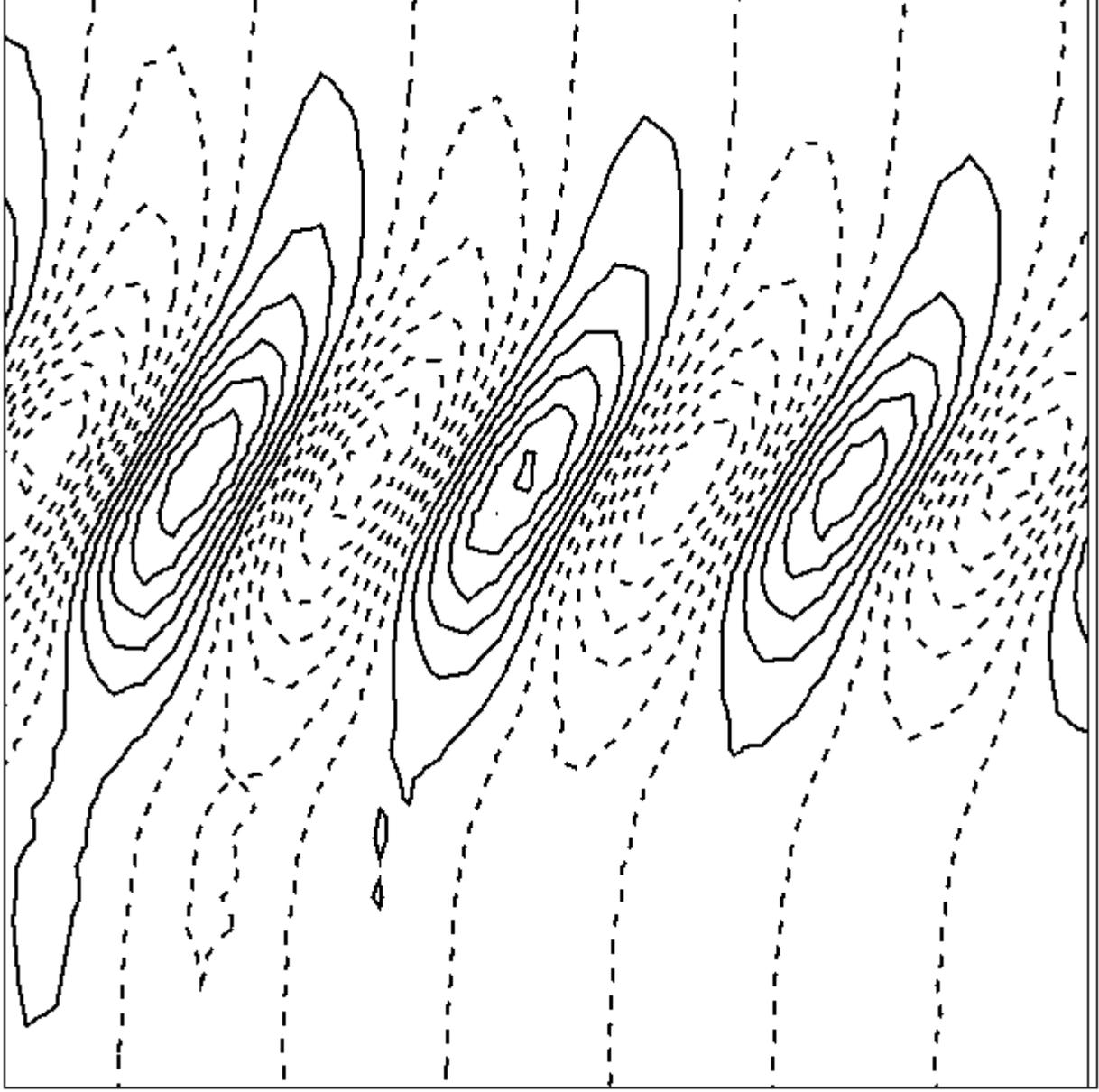
- Comme précédent mais vent zonal de 8 m/s plutôt que 32 m/s

La longueur d'onde verticale de la réponse est linéairement proportionnelle au vent zonal.

Reduire le vent par un facteur 4 va résulter en un longueur d'onde 4 fois plus courte

WTI

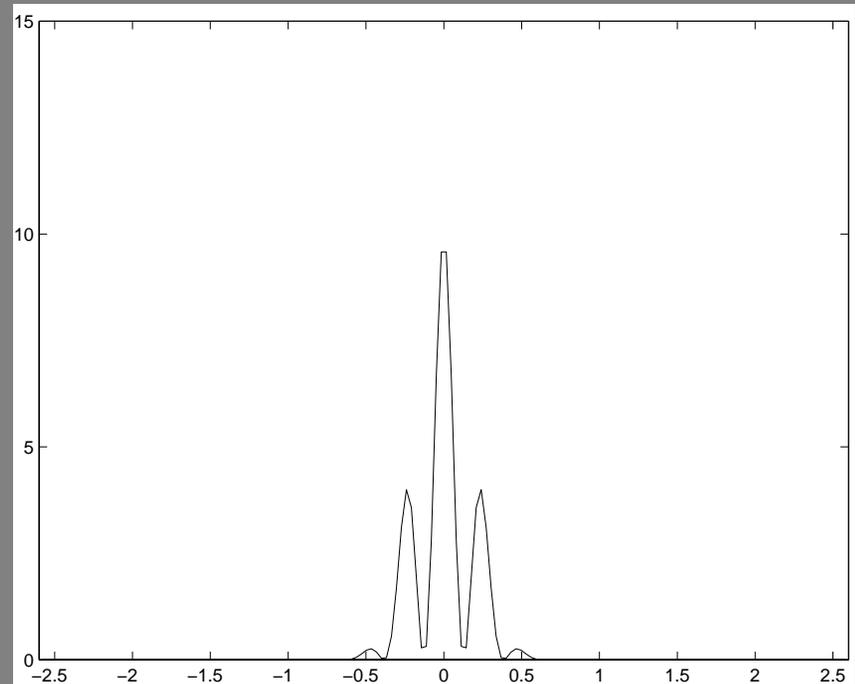
Niveau: 0.0000 sg - Étiquette: P57 - Intervalle: 1 * 1.0e-02 (???)



Prevision 89 heures valide 03:53Z le 05 decembre 2003

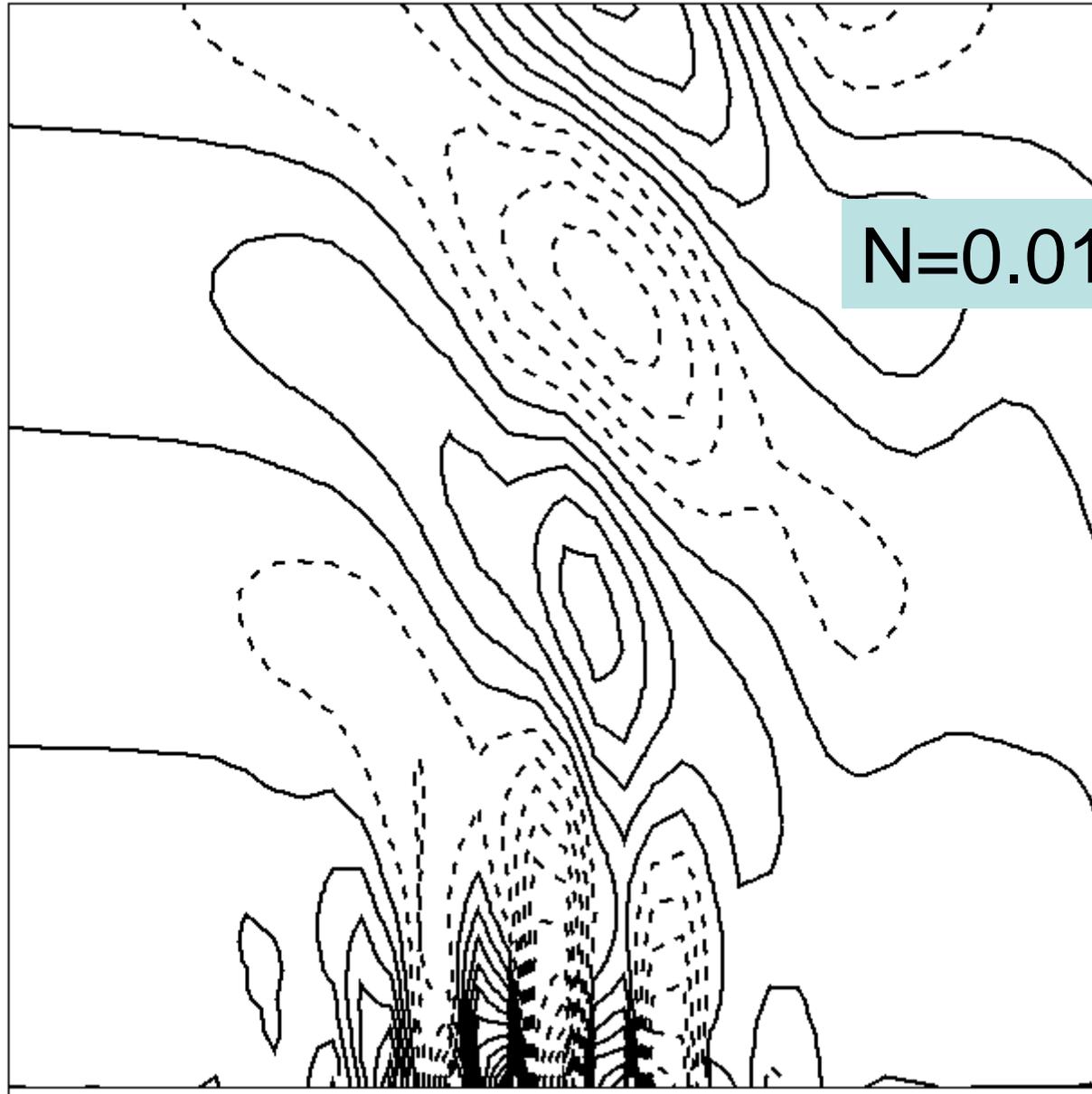
– Cas de Schär

- Fréquence de Brunt-Väisälä constante
- Vent zonal constant
- Domaine X-Z d'environ 200 km par 19.5 km
- Montagne ...
 - Amplitude de 250 m



WT1

Niveau: 0.0000 sg - Etiquette: S34 - Intervalle: 0.2 * 1.0e+00 (???)

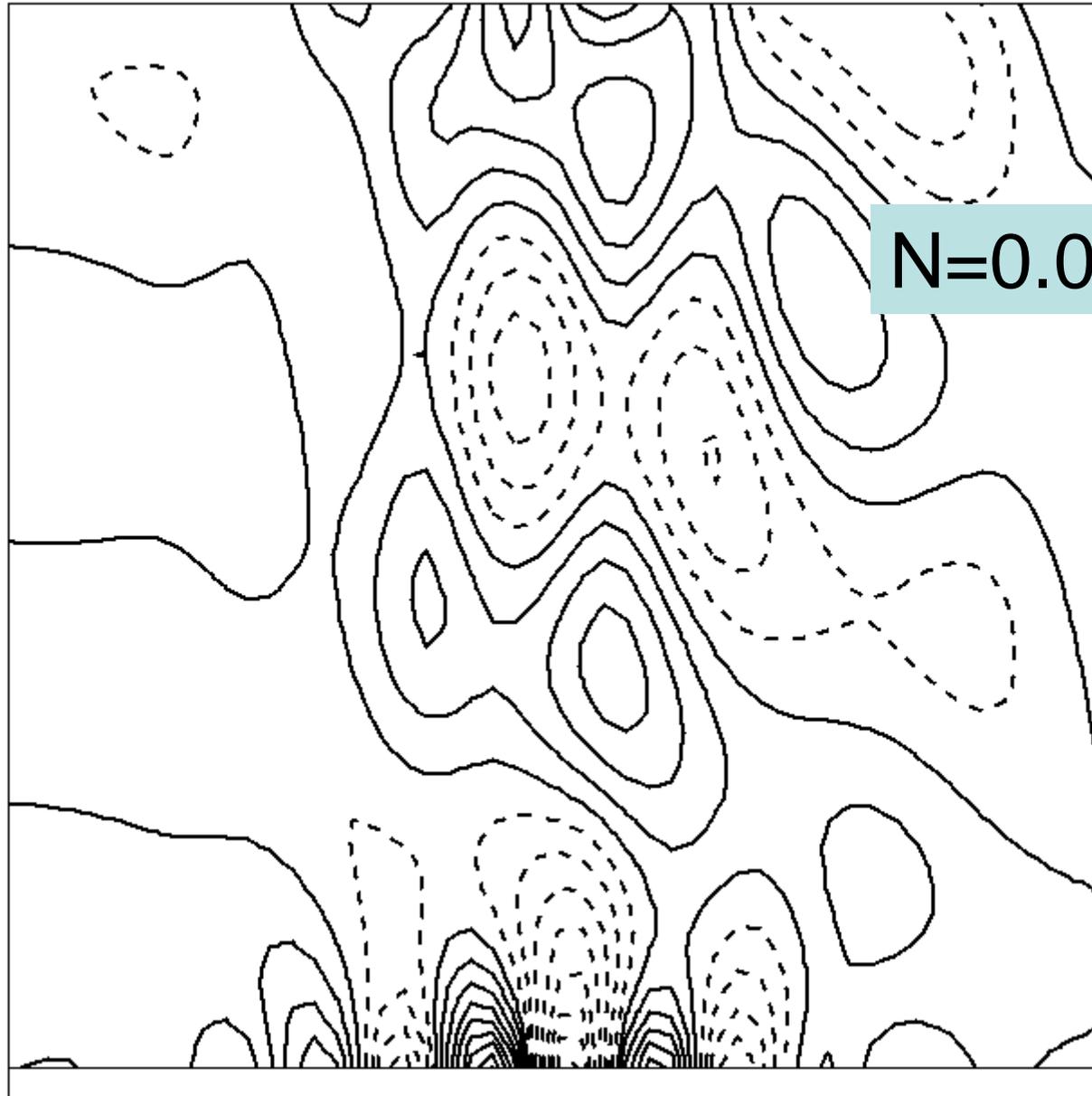


N=0.01871

Prevision 03 heures valide 14:20Z le 01 decembre 2003

WT1

Niveau: 0.0000 sg - Etiquette: MTN - Intervalle: 0.2 * 1.0e+00 (???)



N=0.01

Prevision 04 heures valide 14:33Z le 01 decembre 2003

- Futur:
 - On poursuit la validation de GEM en version aère limitée par une simulation du cas IOP-2b de MAP
 - On cherche à améliorer le cas de Schär...
- Conclusion...On y est presque!