

Contributions de la paramétrisation physique et des conditions initiales à la qualité des prévisions à courte échéance des grandes échelles

Sylvie Gravel

Service Météorologique du Canada, Environnement Canada

G.L. Browning and F. Caracena

NOAA Forecast Systems Laboratory

H.-O. Kreiss

Dept. of Mathematics, University of California, Los Angeles

Motivation

La plupart des centres de prévision météorologique utilise un double système de prévision, soit:

- Un système global composé d'un cycle d'analyse continu, et d'un modèle de prévision global pour la prévision à moyenne échéance;
- Un système régional pour l'analyse et la prévision à la mésoéchelle.

Communément, le système régional est dépendant dans une certaine mesure du système global.

Exemples:

- Au CMC, le cycle d'analyse intermittent de GEM régional dépend de l'analyse globale pour son initialisation;
- Aux Etats-Unis, le modèle ETA utilisé pour la prévision régionale dépend du système global GDAS pour ses conditions initiales, et du modèle AVN/MRF pour ses conditions frontières.

La nécessité de produire une prévision mésoéchelle de courte échéance est rarement remise en question:

- Elle est jugée essentielle aux intérêts du public (e.g. sécurité);
- La prédictibilité à courte échéance est supérieure à celle à longue échéance.

Etant donné la dépendance de la prévision régionale sur le système global, la nécessité de ce dernier est également assurée.

Toutefois.....

La question suivante se pose:

- Quel est le système d'assimilation et de prévision global MINIMAL qui permettrait de fournir efficacement à un système régional les conditions initiales et frontières à grandes échelles qu'il requiert?

Deux caractéristiques du système global ont été examinées, soit:

- La paramétrisation physique:
 - Quels paramétrages sont requis pour obtenir une prévision à court terme des grandes échelles d'une qualité comparable à celle présentement fournie par les modèles opérationnels?
- Les différentes sources de données assimilées:
 - Quelle source d'observations doit être incluse dans le processus d'analyse afin d'obtenir des conditions initiales qui mènent à des prévisions à grande échelle de courte échéance qui sont de qualité équivalente à celles présentement produites opérationnellement?

Modèle utilisé pour cette étude:

Le modèle GEM dans sa configuration moyenne-échelle est ici utilisé, soit:

- 0.9 degree de résolution en latitude and longitude;
- 28 niveaux dans la verticale (toit à 10 hPa)

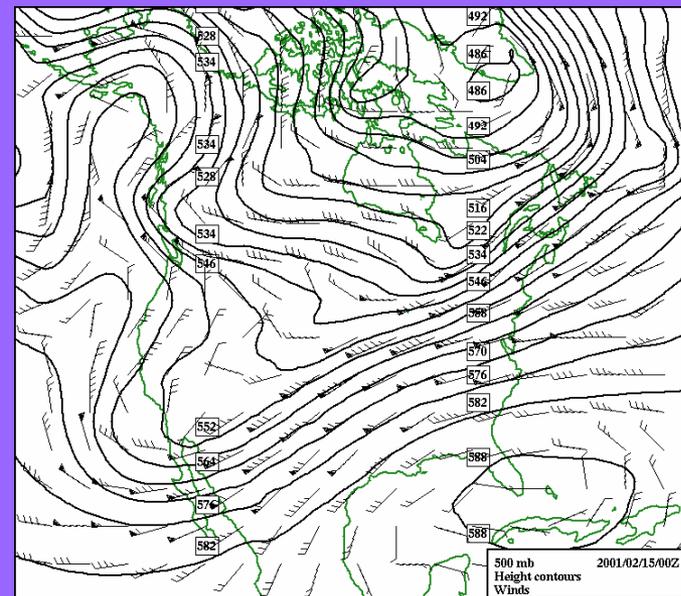
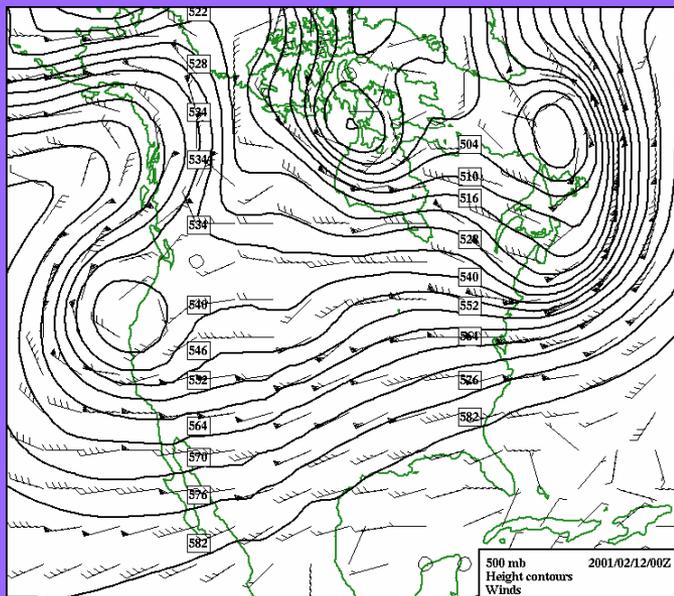
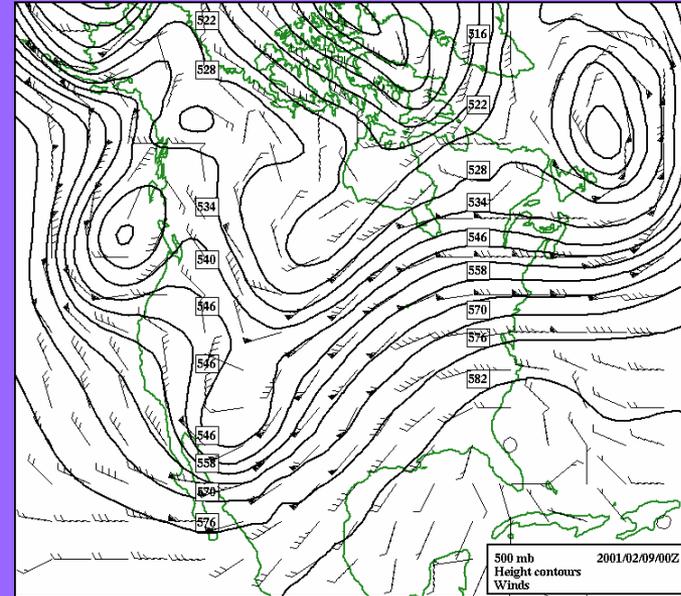
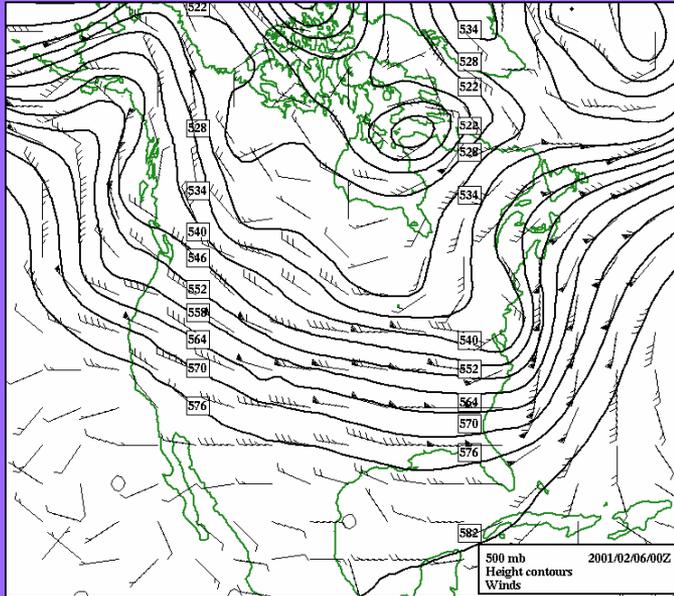
Le modèle de contrôle est le modèle GEM dans sa configuration moyenne échelle opérationnelle courante (version implantée le 11 décembre 2001).

Mesure de la qualité des prévisions:

$$\|E_2\| = \sqrt{\frac{\sum [(F - O) - \mu_{(F-O)}]^2}{\sum (O - \mu_O)^2}}$$

- F est la prévision, O est l'observation (radiosondage), μ est la moyenne;
- Les erreurs sont calculées aux 16 niveaux pression mandatoires pour les composantes du vent, la hauteur géopotentielle, et la température;
- Pour chaque expérience, 21 prévisions furent produites en utilisant comme condition initiale les analyses à 0 et 12 Z pour la période allant du 5 au 15 février 2001.

Situation synoptique - 2001/02/05 - 2001/02/15

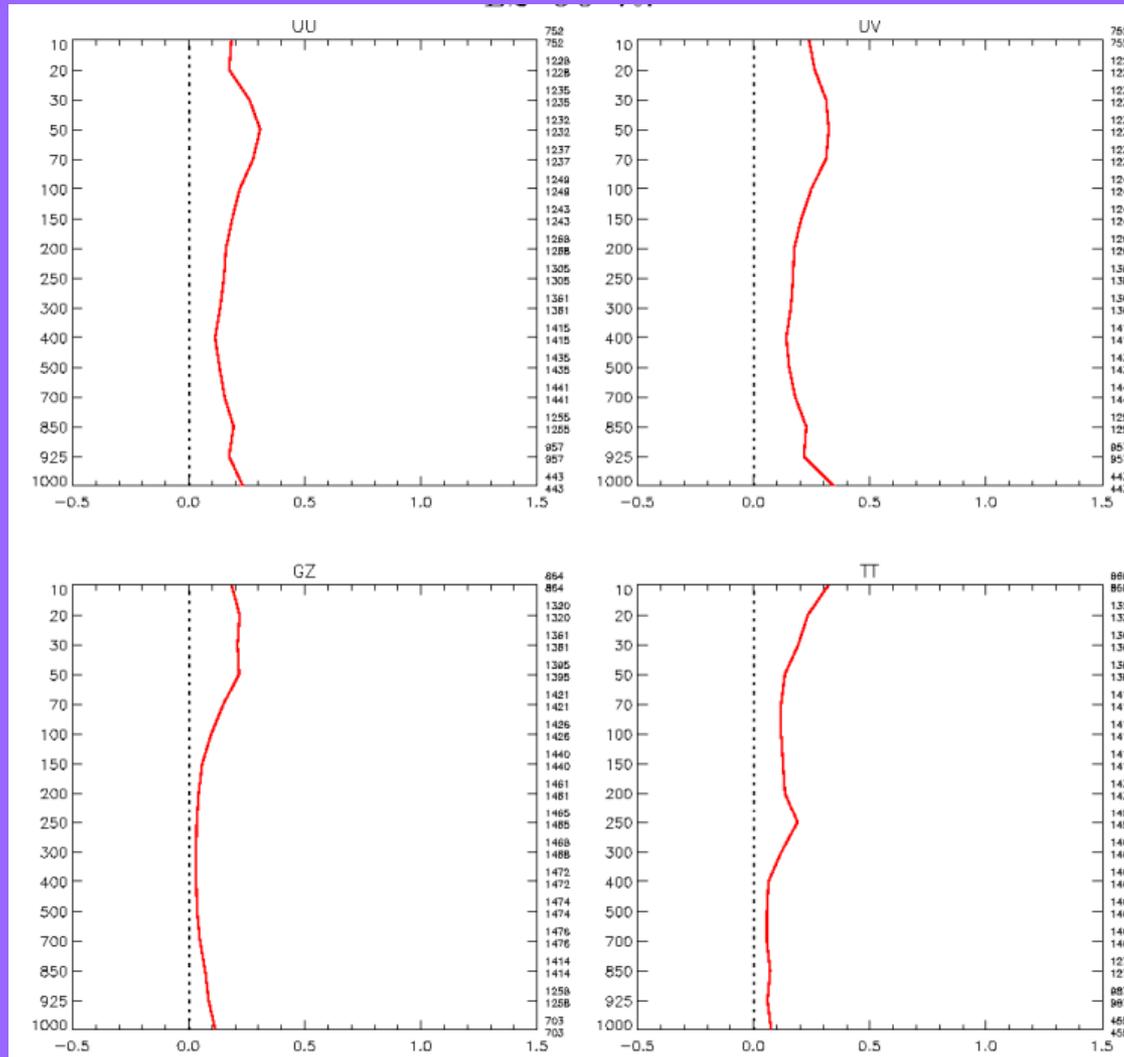


Importance de la paramétrisation:

- et s'il n'y avait pas de paramétrisation....

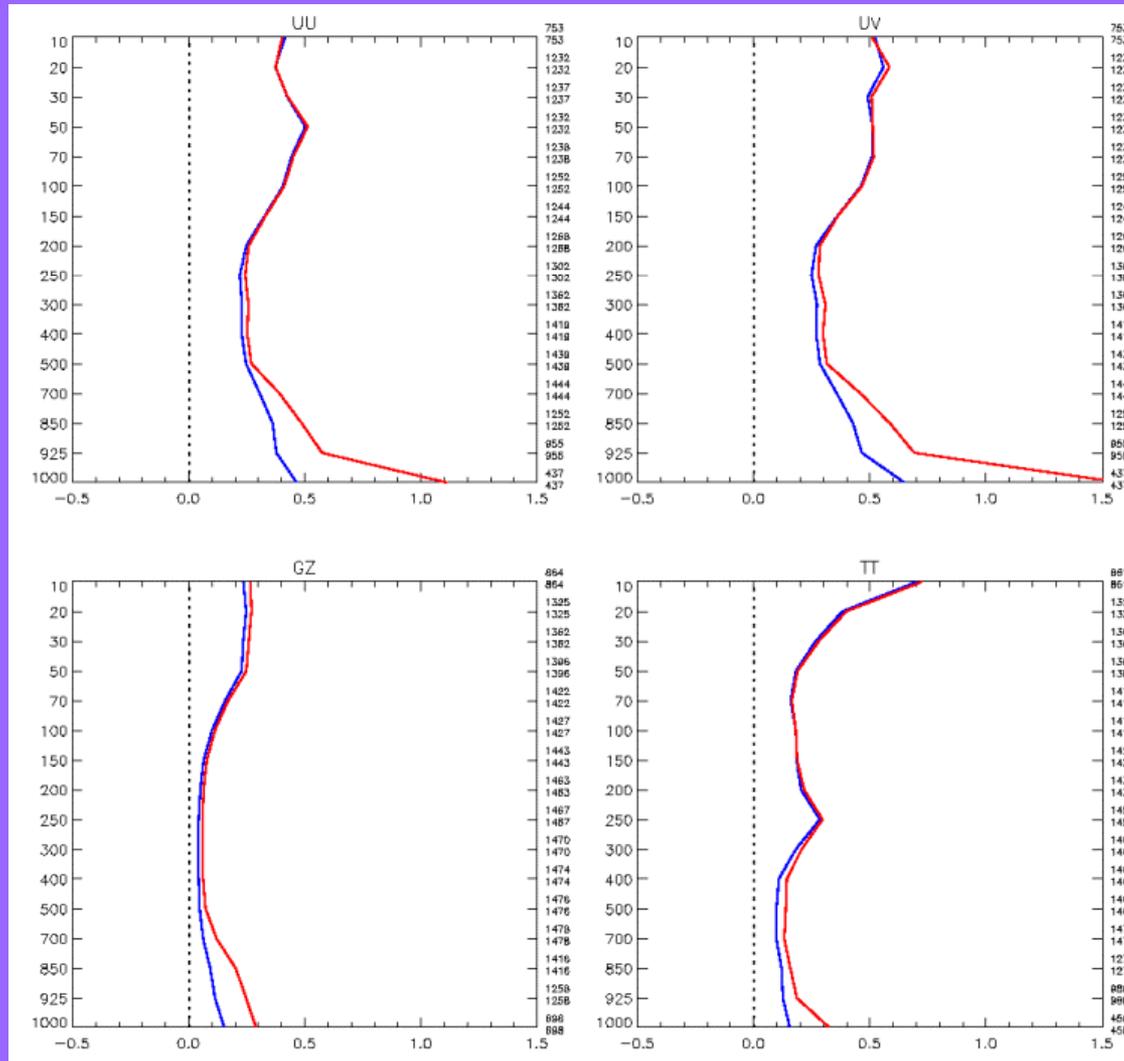
Modèle opérationnel vs modèle sans paramétrisation

Prévisions de 0h - vérification Amérique du Nord



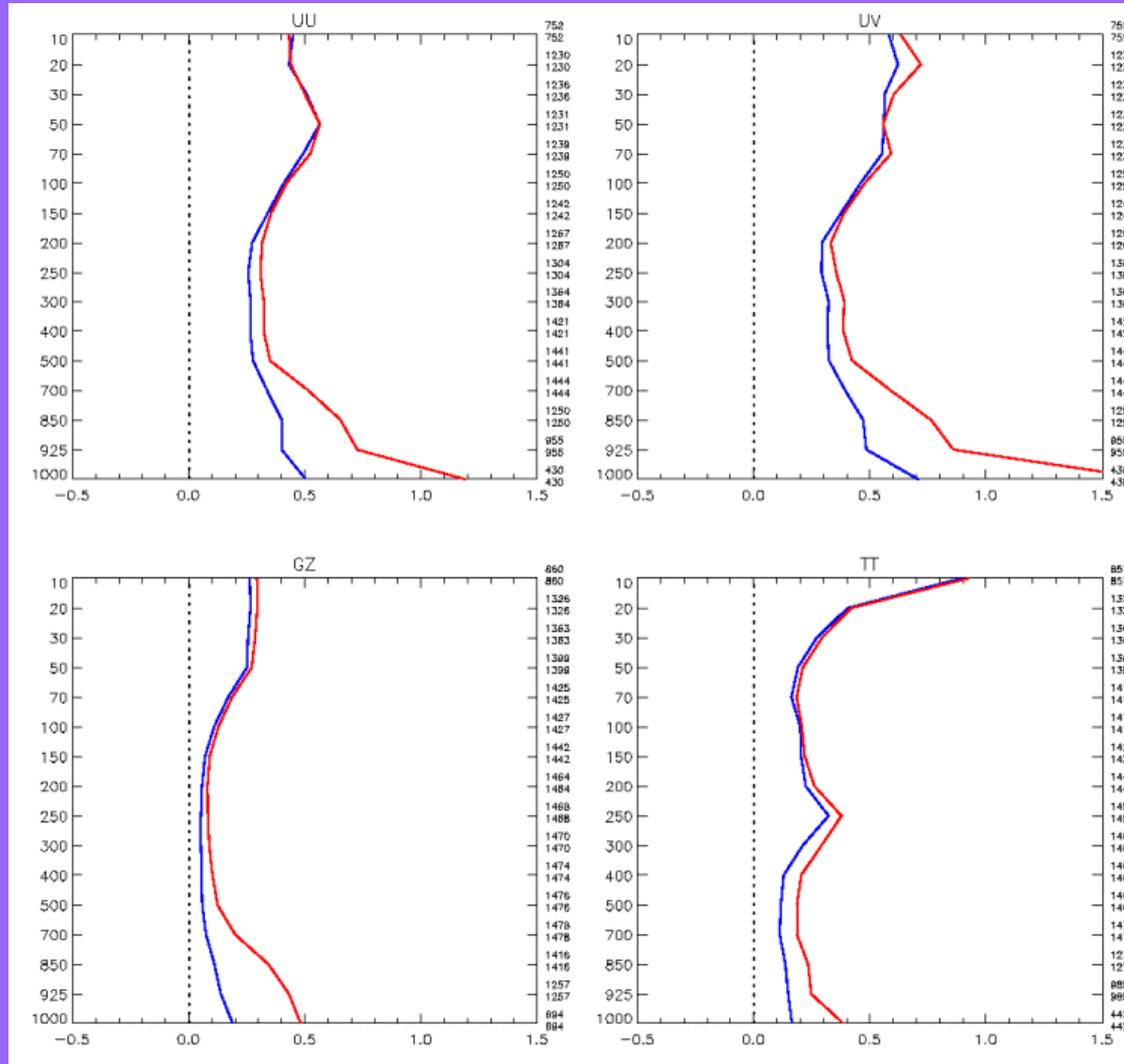
Modèle opérationnel vs modèle sans paramétrisation

Prévisions de 12h - vérification Amérique du Nord



Modèle opérationnel vs modèle sans paramétrisation

Prévisions de 24h - vérification Amérique du Nord



Paramétrisation de la couche limite

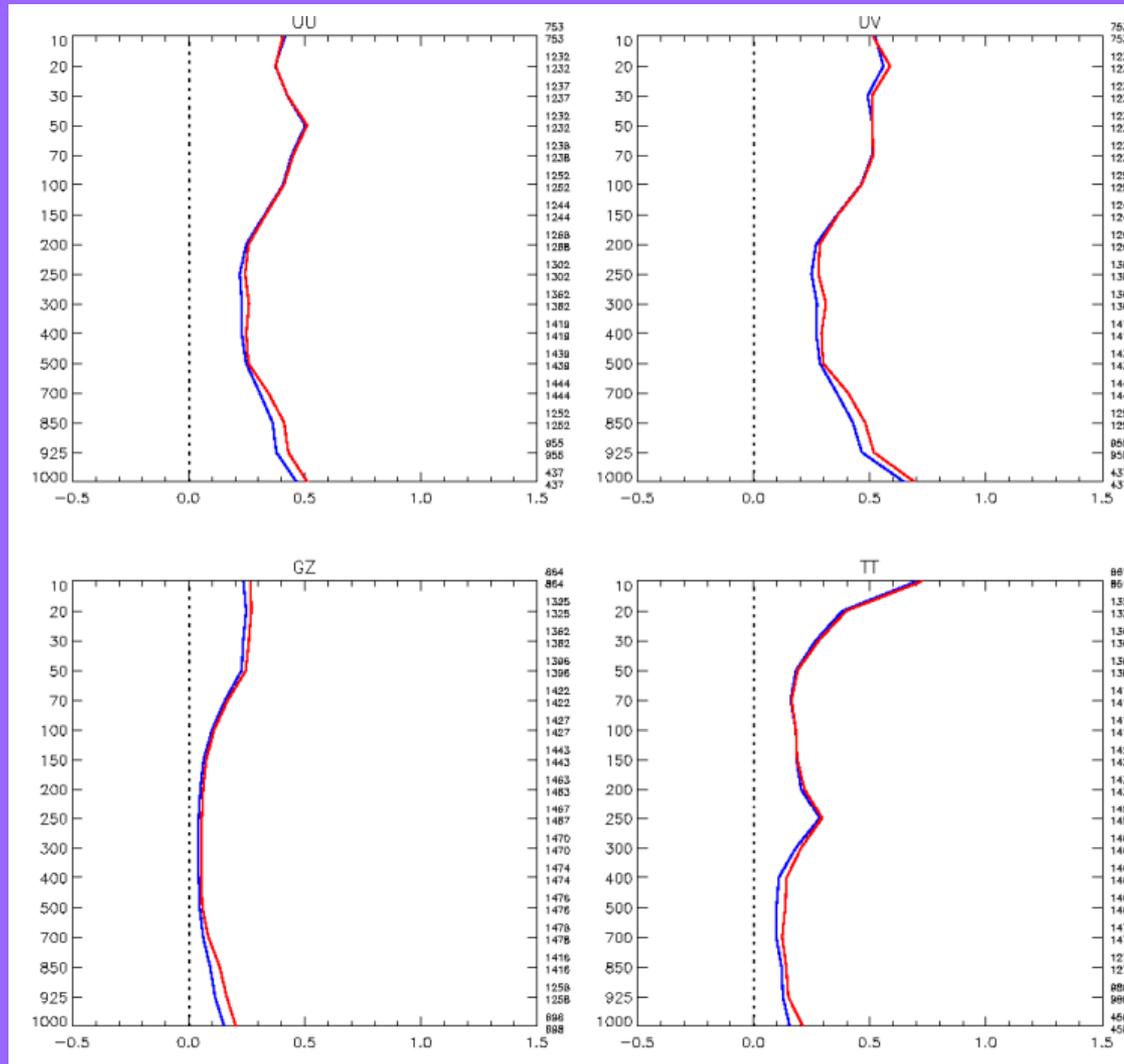
Dans le modèle opérationnel, les transferts verticaux dus à la turbulence sont paramétrisés sous la forme d'une diffusion verticale,.

$$\frac{\partial G}{\partial t} = \frac{1}{\rho} \frac{\partial}{\partial z} \left[\rho K_G \left(\frac{\partial G}{\partial z} - \gamma_G \right) \right]$$

où G tient lieu pour u , v , l'humidité relative, ou la température potentielle. Le coefficient de diffusion K est variable et reflète l'intensité des échanges turbulents (équation prognostique). γ est un terme contre-gradient.

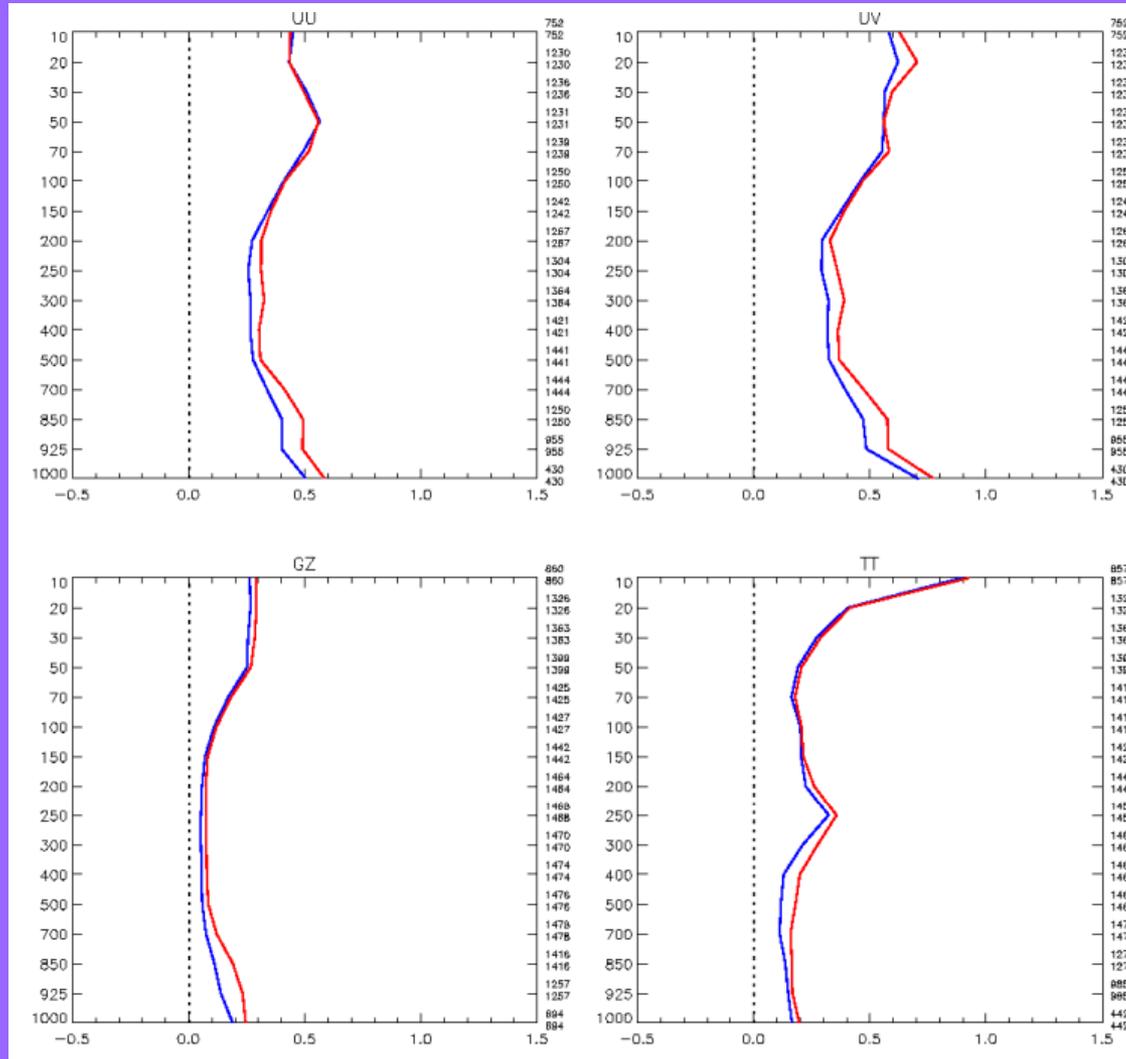
Modèle opérationnel vs modèle avec seulement CL ECT

Prévisions de 12h - vérification Amérique du Nord



Modèle opérationnel vs modèle avec seulement CL ECT

Prévisions de 24h - vérification Amérique du Nord



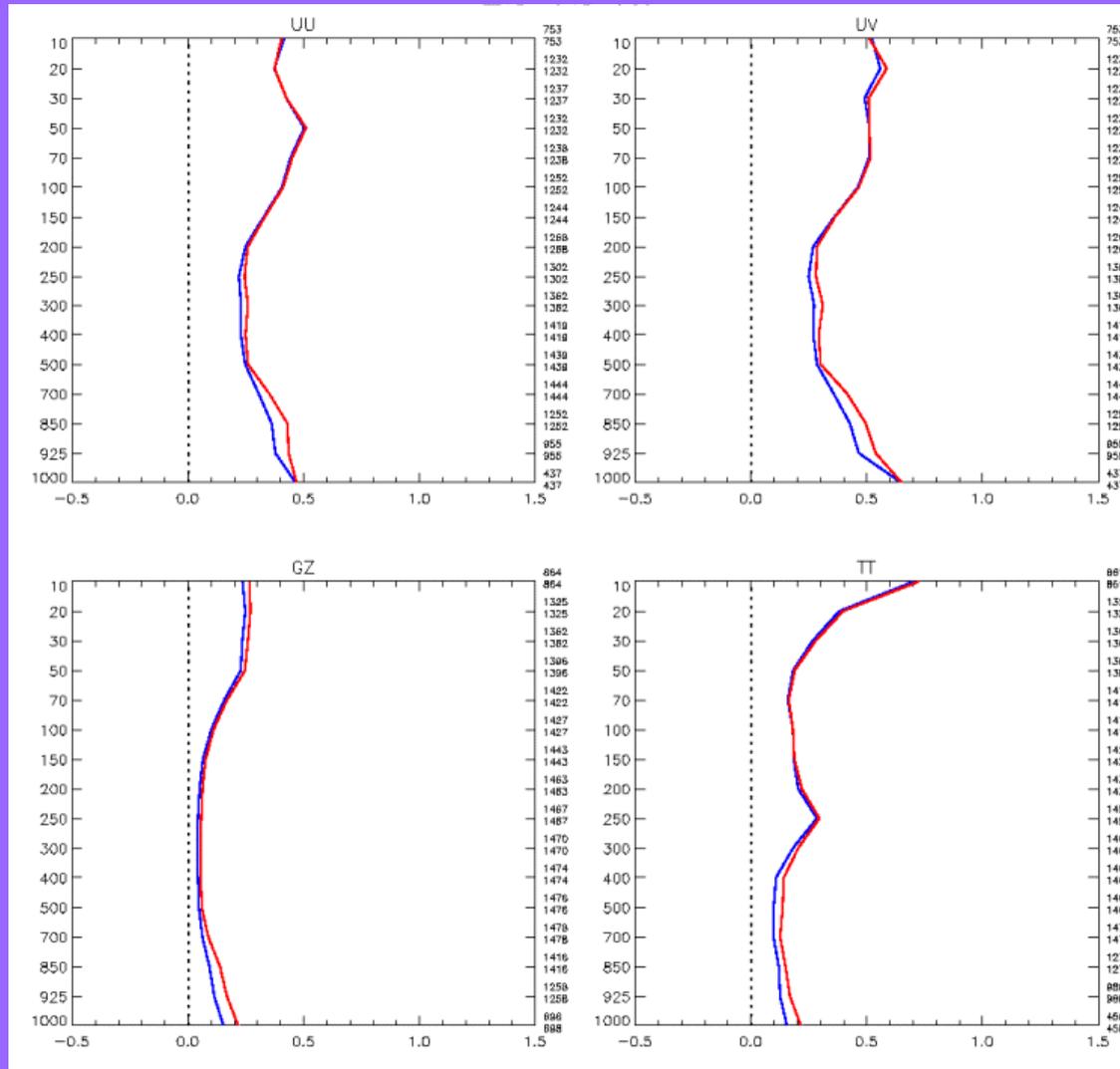
Une paramétrisation plus simple de la couche limite

Un paramétrisation plus simple où:

- le terme contre-gradient est négligé, et
- le coefficient de diffusion vertical est constant dans le temps et varie selon un profil vertical prescrit, est testé.

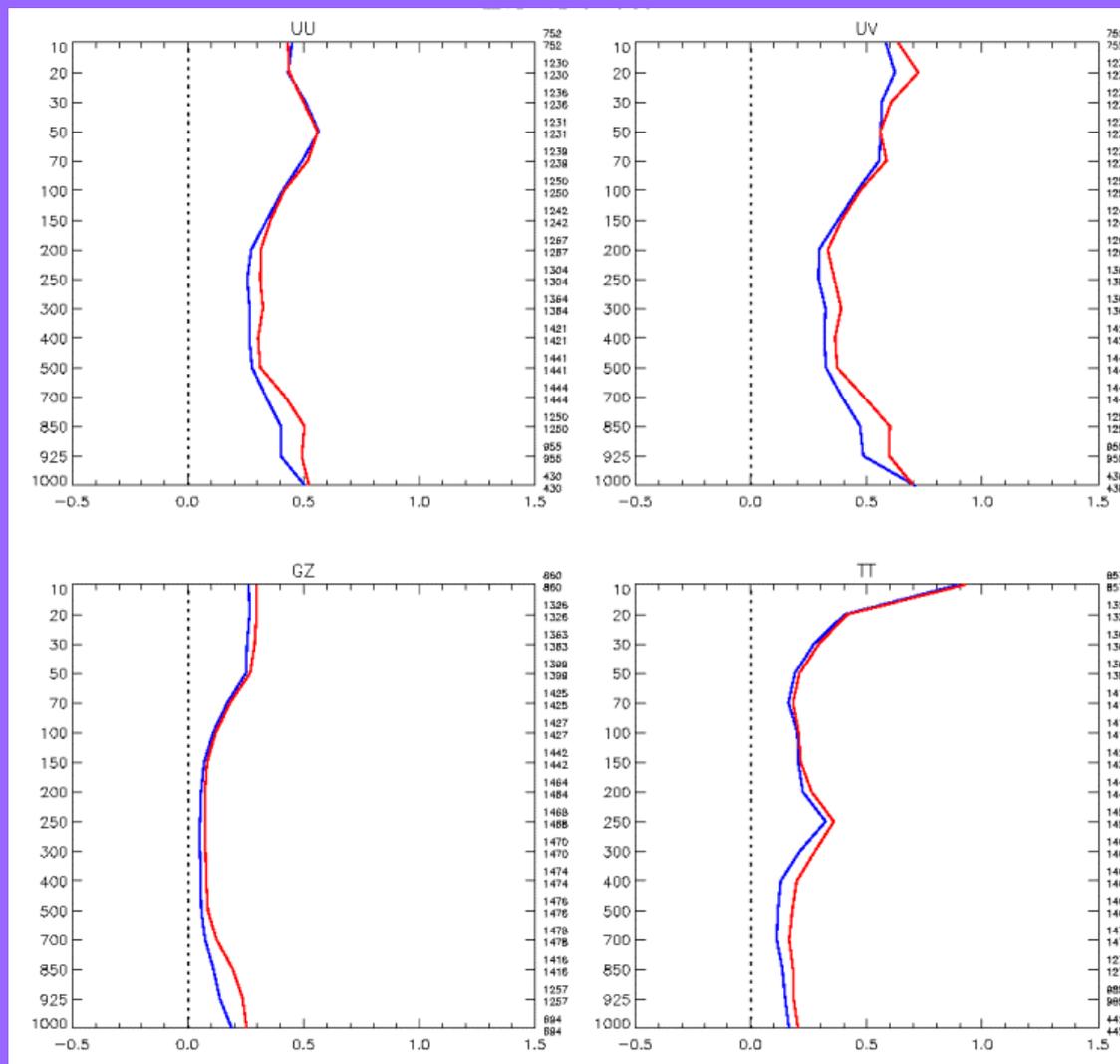
Modèle opérationnel vs modèle avec “PHYSIMP”

Prévisions de 12h - vérification Amérique du Nord

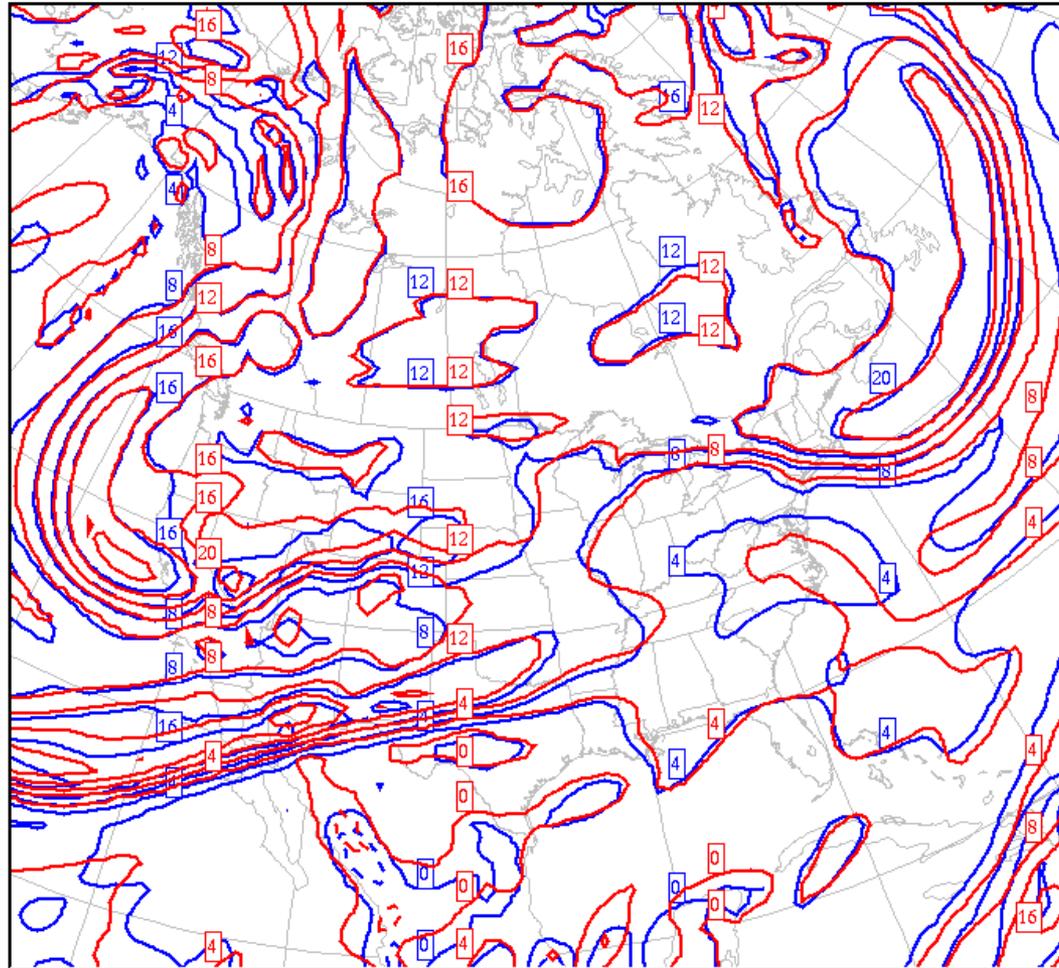


Modèle opérationnel vs modèle avec “PHYSIMP”

Prévision de 24h - vérification Amérique du Nord



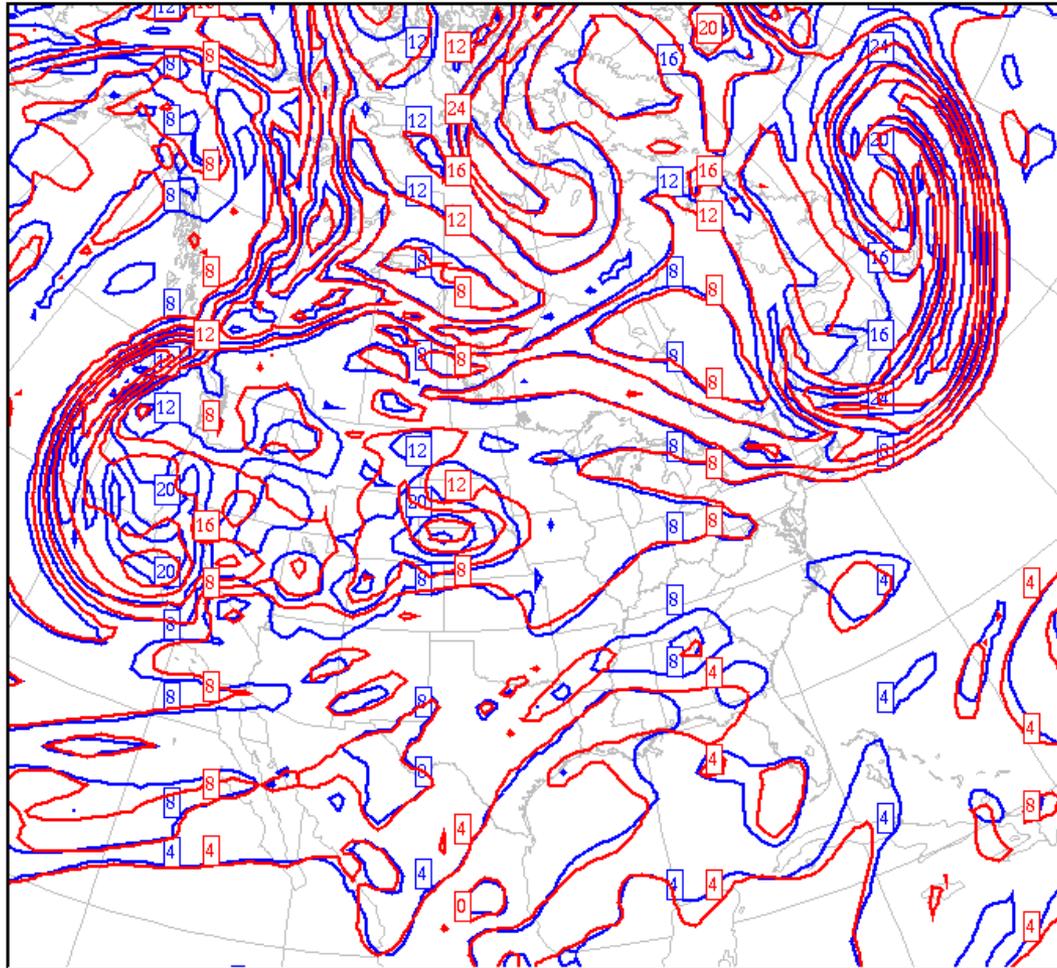
Prévision de 24h valide le 2001/02/12- Tourbillon potentiel à 250 hPa - control vs “PHYSIMP”



QQ-P- 250 mb-24- 0-V20010212.000000-H01CONTR

QQ-P- 250 mb-24- 0-V20010212.000000-H01PHSCT

Prévision de 24h valide le 2001/02/12- Tourbillon potentiel à 500 hPa - control vs “PHYSIMP”



QQ-P- 500 mb- 24- 0-V20010212.000000-H01CONTR

QQ-P- 500 mb- 24- 0-V20010212.000000-H01PHSCT

- Une simple paramétrisation de la couche limite semble suffisante pour obtenir une prévision de 24 heures des grandes échelles de qualité comparable à celle obtenue par le modèle opérationnel.

Importance des différentes sources de données

Le système 3D-Var du CMC assimile les données suivantes:

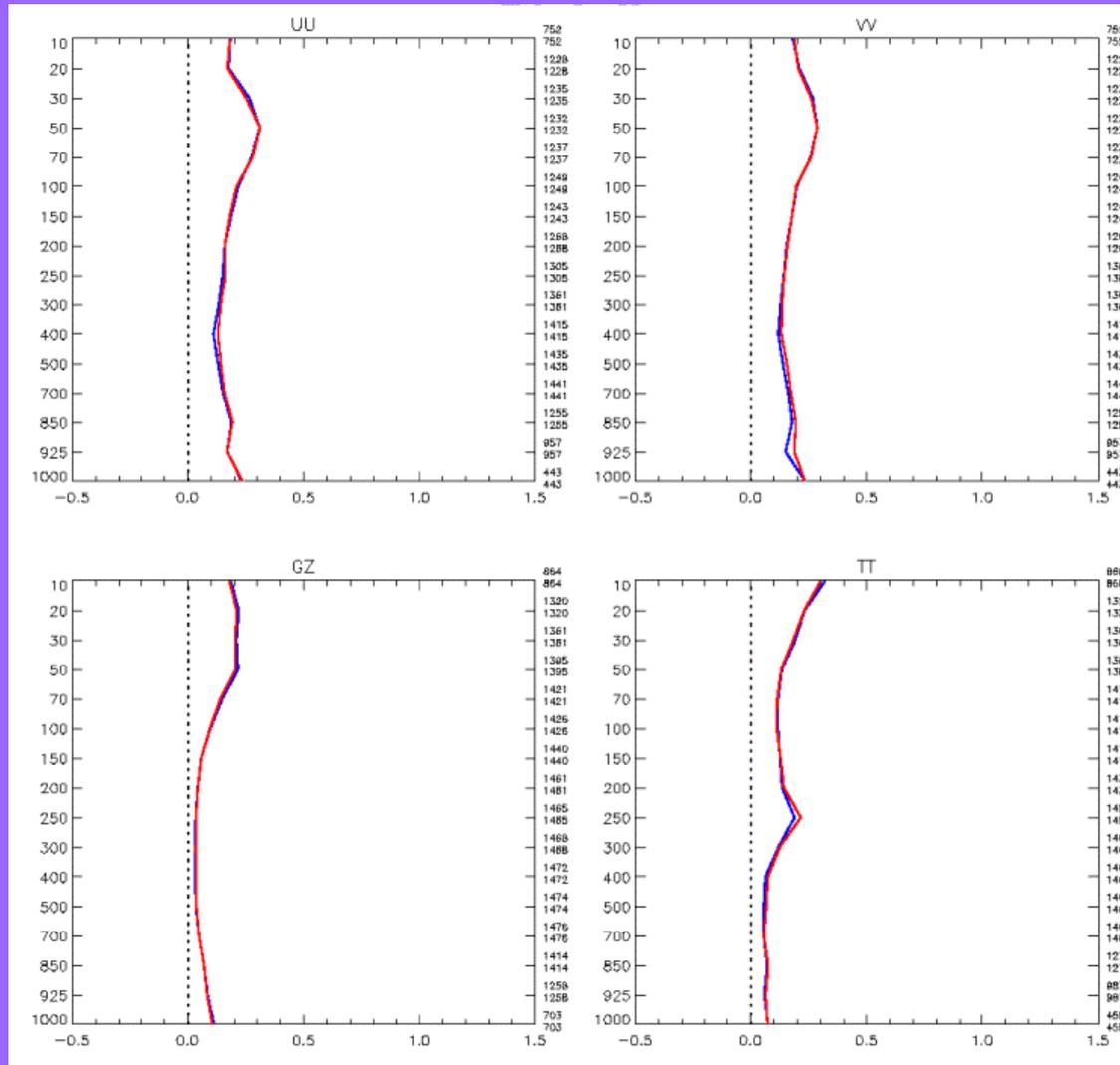
- Radiosondages (RAOBS);
- Dropsondes;
- AMDAR & ACARS;
- radiances ATOVS;
- SATWINDS de GOES-8 et 10.

Procédure d'évaluation:

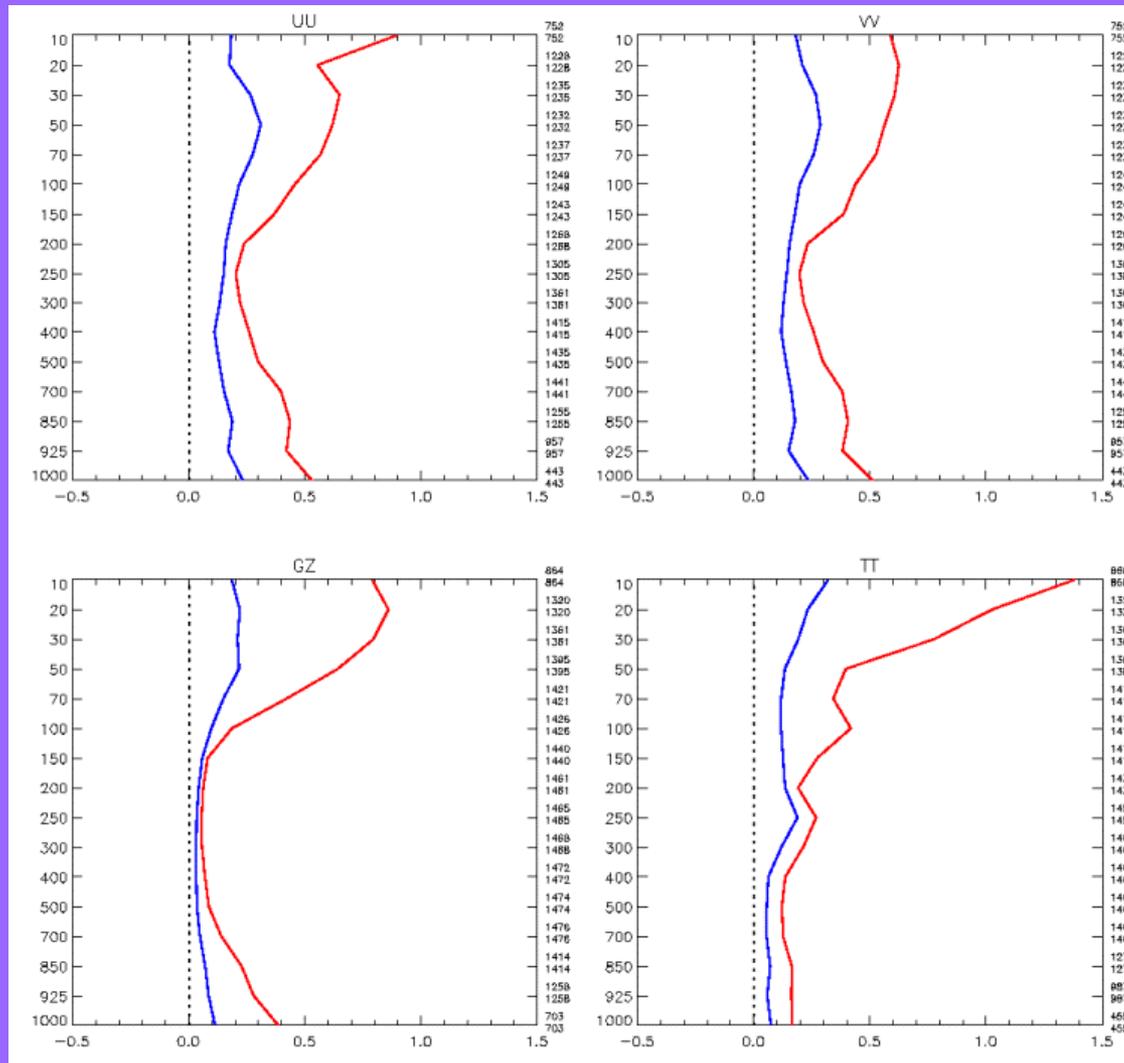
Une série de cycles d'analyse de 15 jours débutants le 1er février 2001 a été faite. Pour chaque cycle, les 4 premiers jours (ou 16 analyses) sont ignorés, et les 21 analyses valides à 0 et 12Z sont utilisées pour initialiser des prévisions globales.

Pour chaque série, un sous-ensemble différent des données d'observations utilisées opérationnellement est examiné.

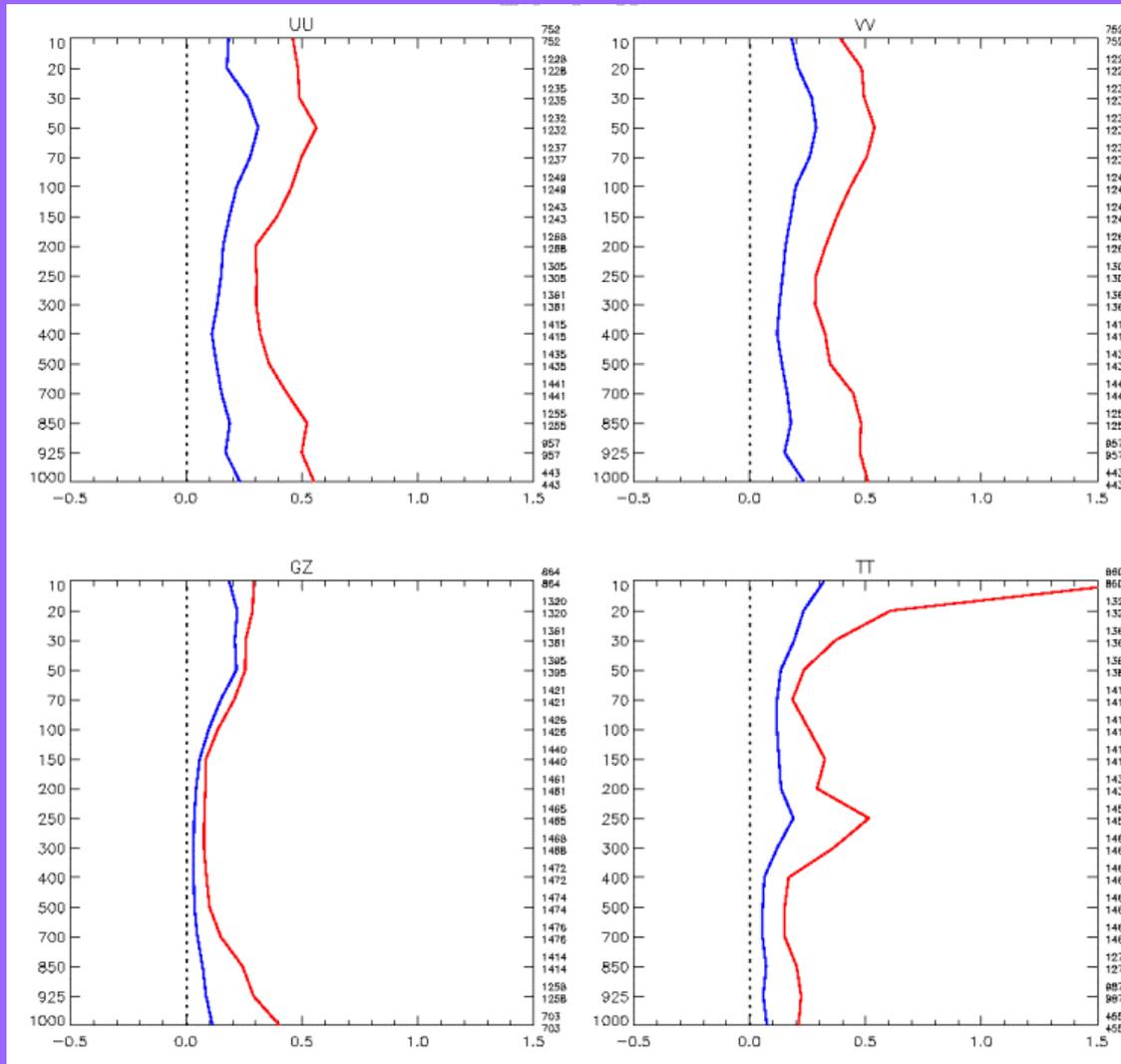
Analyses de contrôle vs analyses avec radiosondages seulement - vérification Amérique du Nord



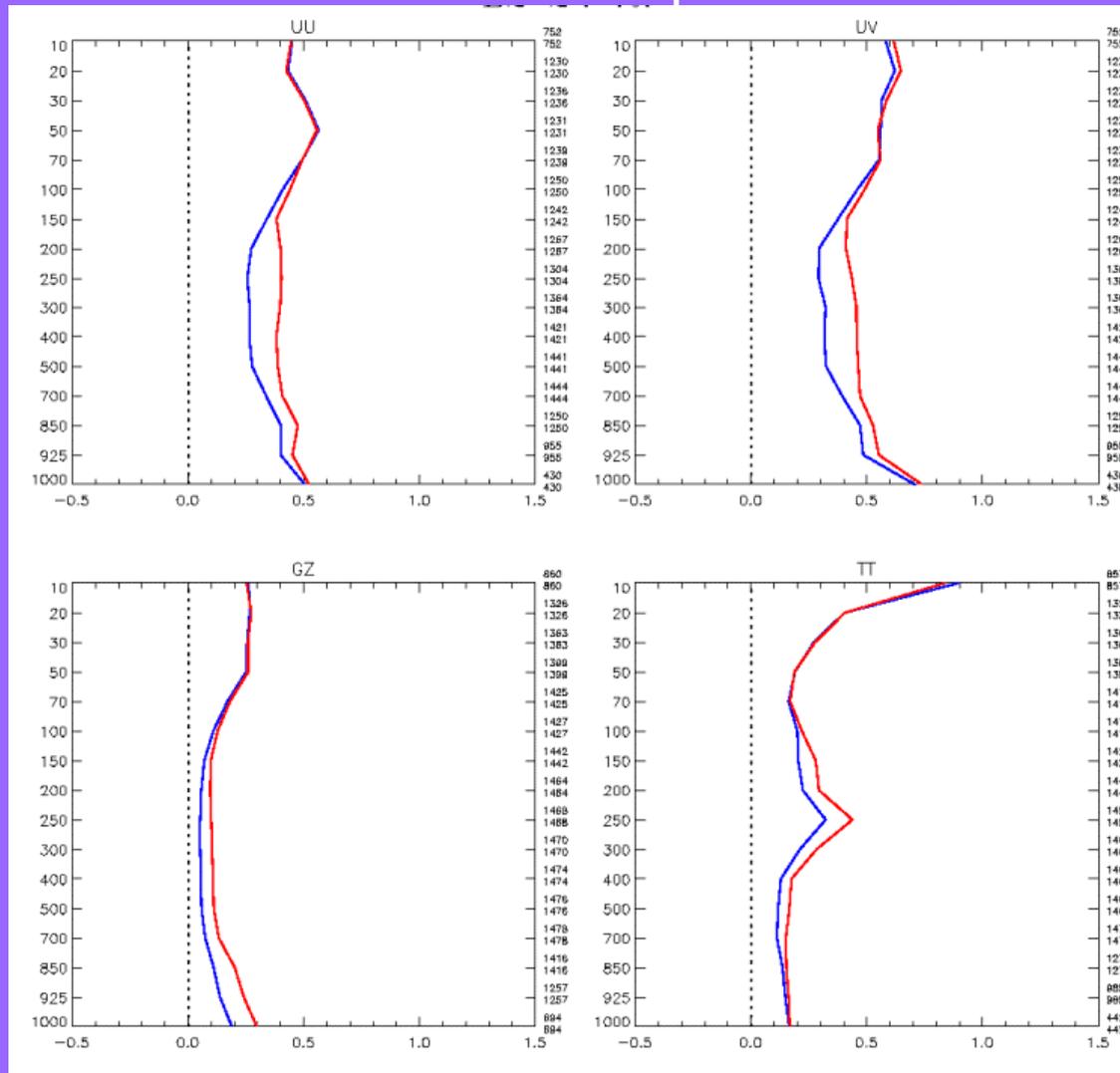
Analyses de contrôle vs analyses avec AMDAR & ACARS seulement - vérification Amérique du Nord



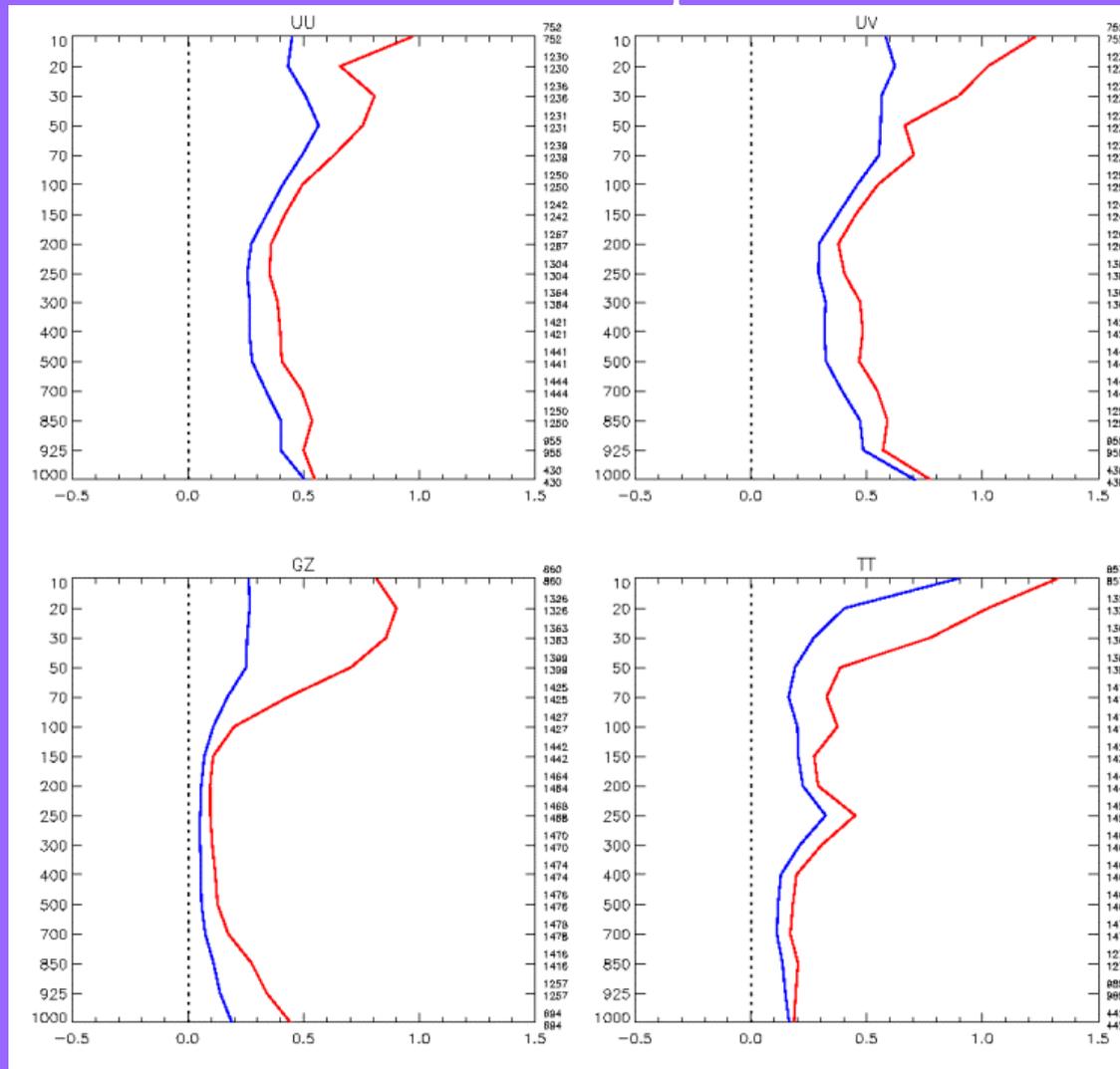
Analyses de contrôle vs analyses avec ATOVS seulement vérification Amérique du Nord



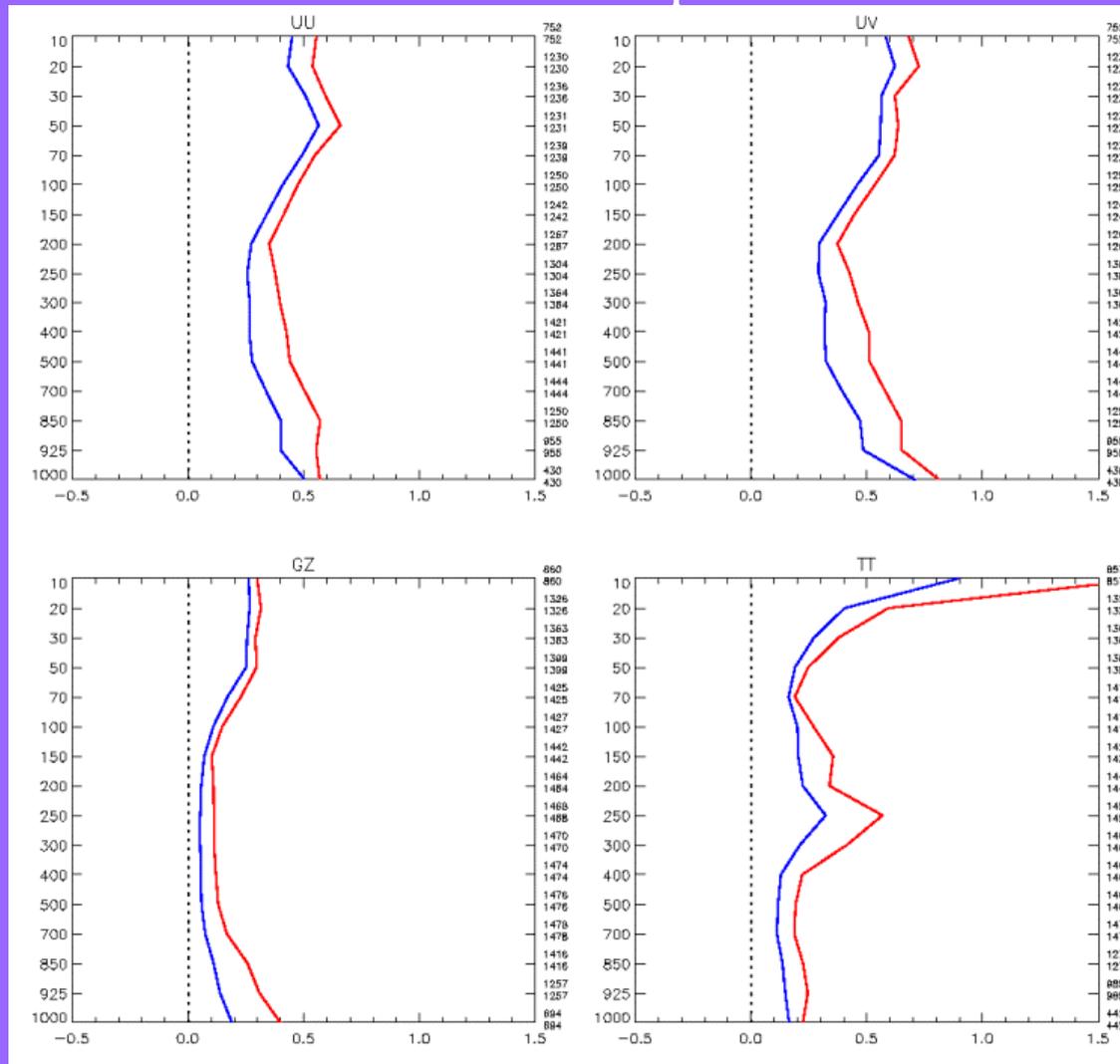
Prévisions de 24h initialisées avec les analyses de contrôle et avec les analyses radiosondages seulement vérification Amérique du Nord



Prévisions de 24h initialisées avec les analyses de contrôle et avec les analyses AMDAR & ACARS seulement vérification Amérique du Nord



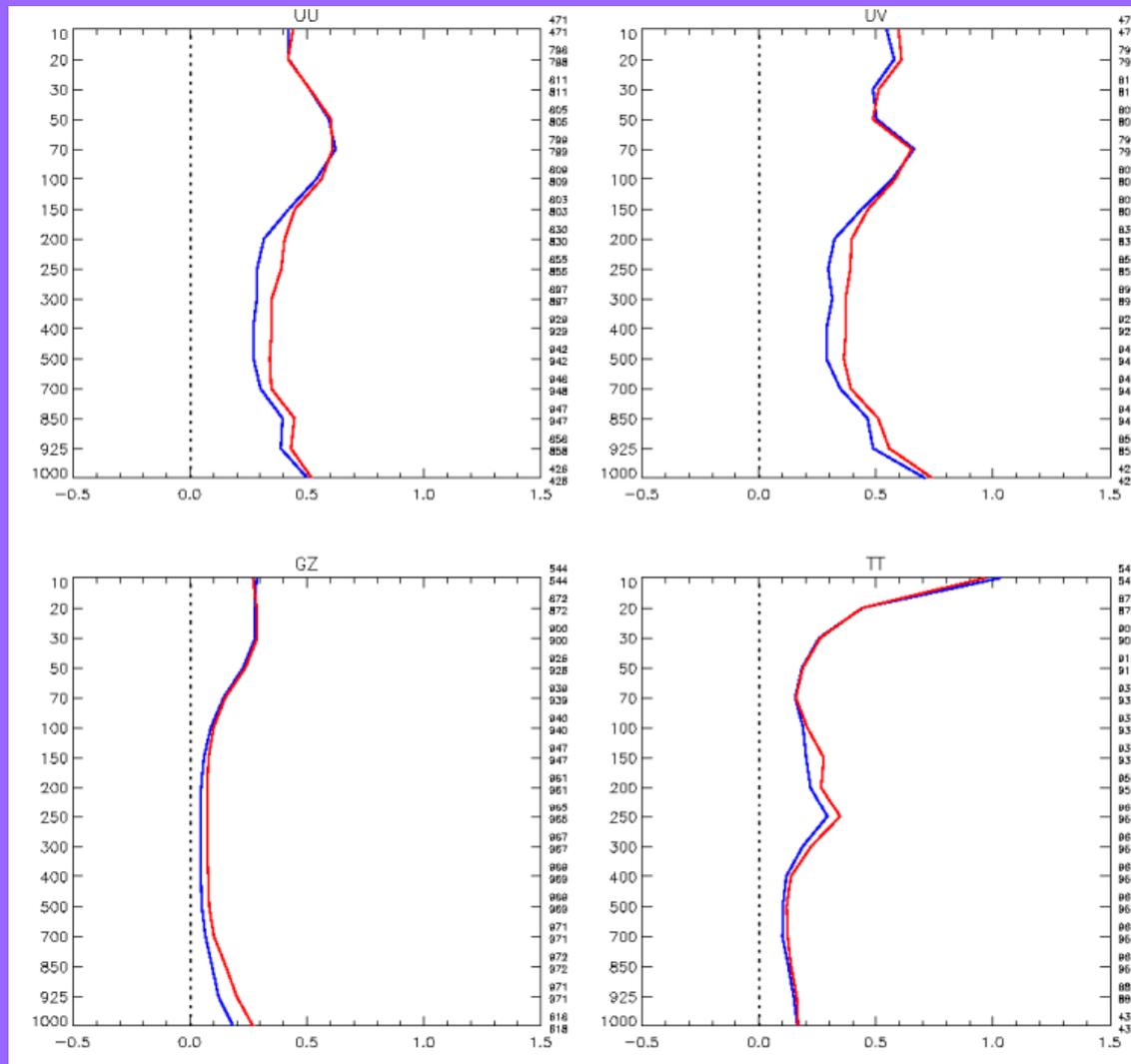
Prévisions de 24h initialisées avec les analyses de contrôle et avec les analyses ATOVS seulement vérification Amérique du Nord



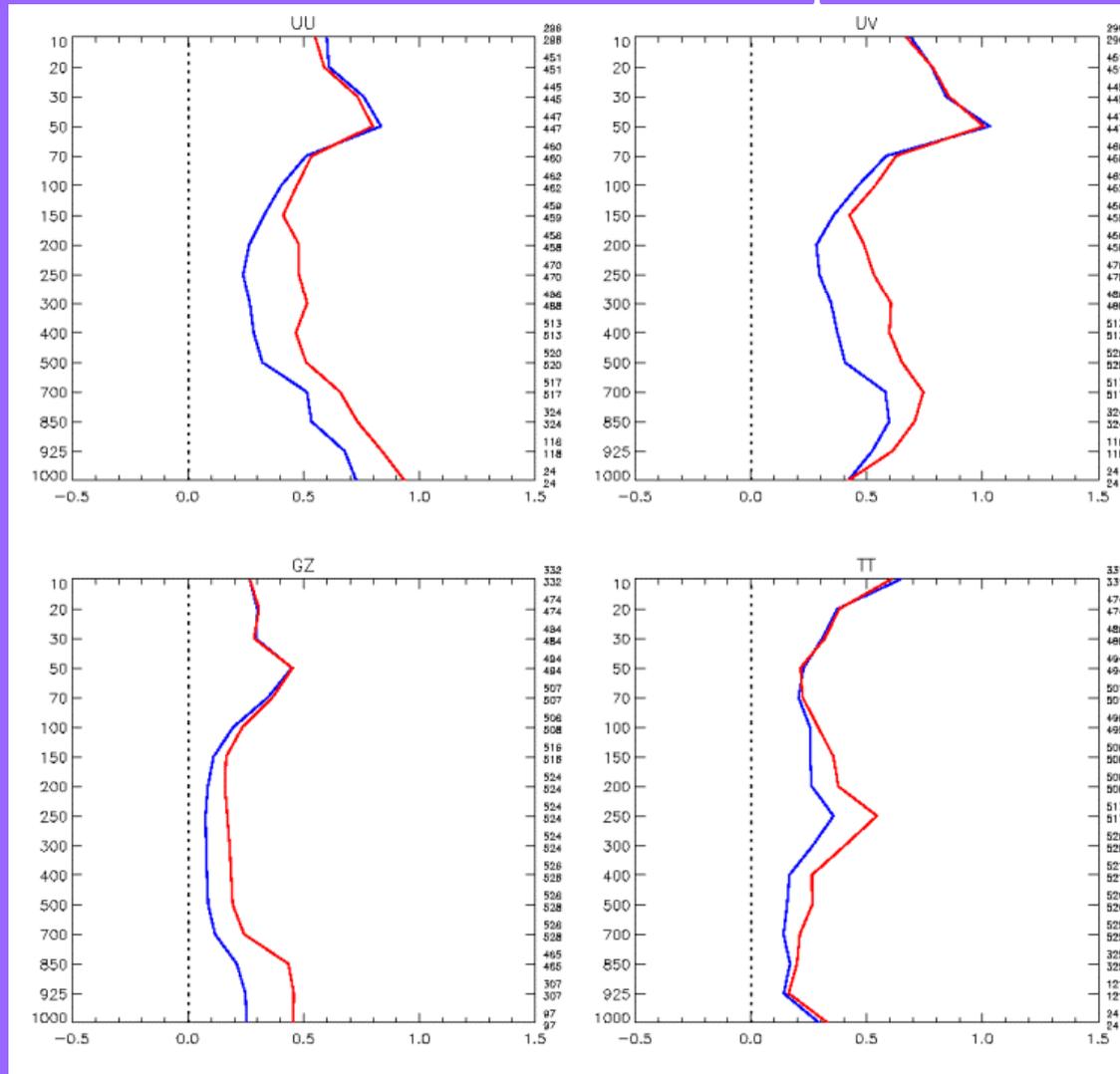
- Les analyses avec radiosondages seulement fournissent de meilleures conditions initiales que celles utilisant les 2 autres sources de données testées.
- Elles donnent néanmoins de moins bons résultats que les analyses de contrôle.
- Etant donné que les profils d'erreur des analyses radiosondages seulement et des analyses de contrôle sont presque identiques, les différences dans la qualité des prévisions doivent être dues à des différences dans les analyses qui ne peuvent être percues par le réseau de radiosondages nord-américain.

- Une explication possible est que les différences entre les analyses sont à l'extérieur de l'Amérique du Nord, entr' autre dans la région amont de région de vérification, soit au-dessus de l'océan Pacifique. En cours de prévision, ces différences seraient advectées au-dessus de la région d'intérêt, menant à des vérifications différentes.

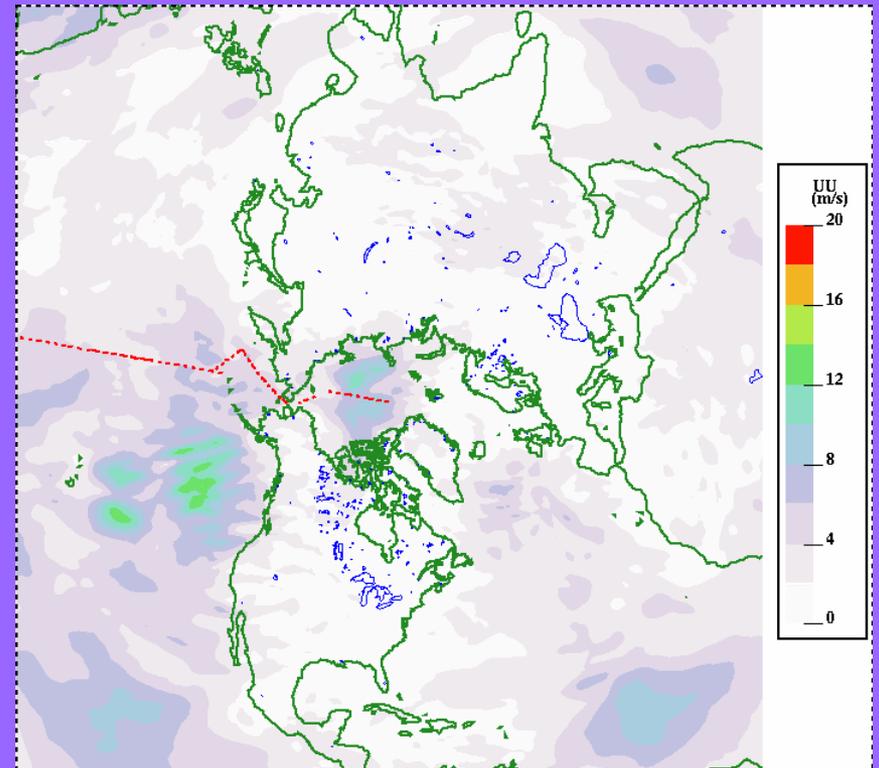
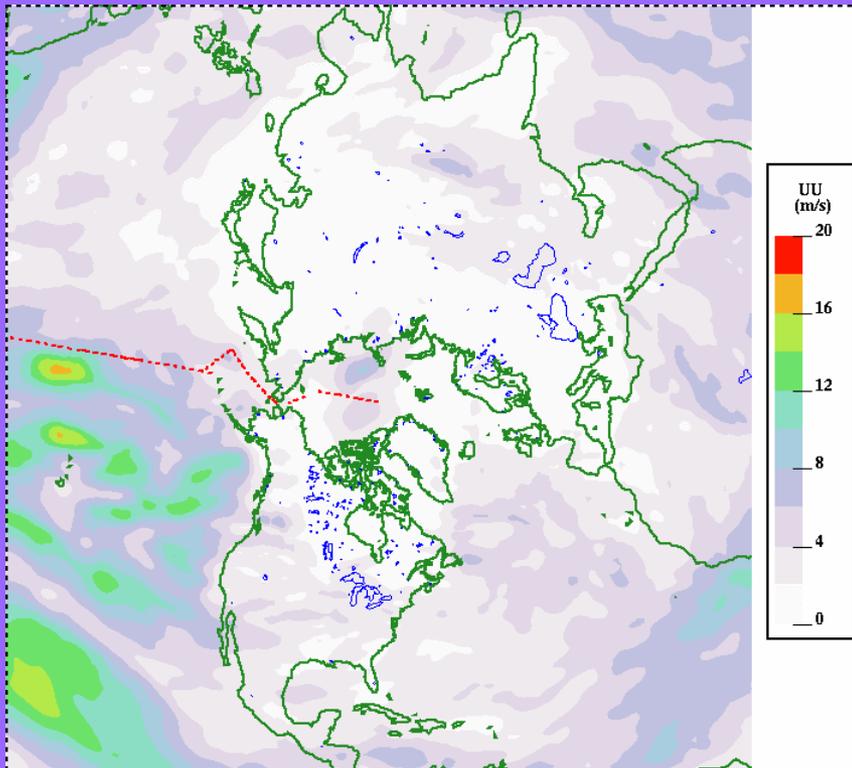
Prévisions de 24h initialisées avec les analyses de contrôle et avec les analyses radiosondages seulement vérification Est de l'Amérique du Nord



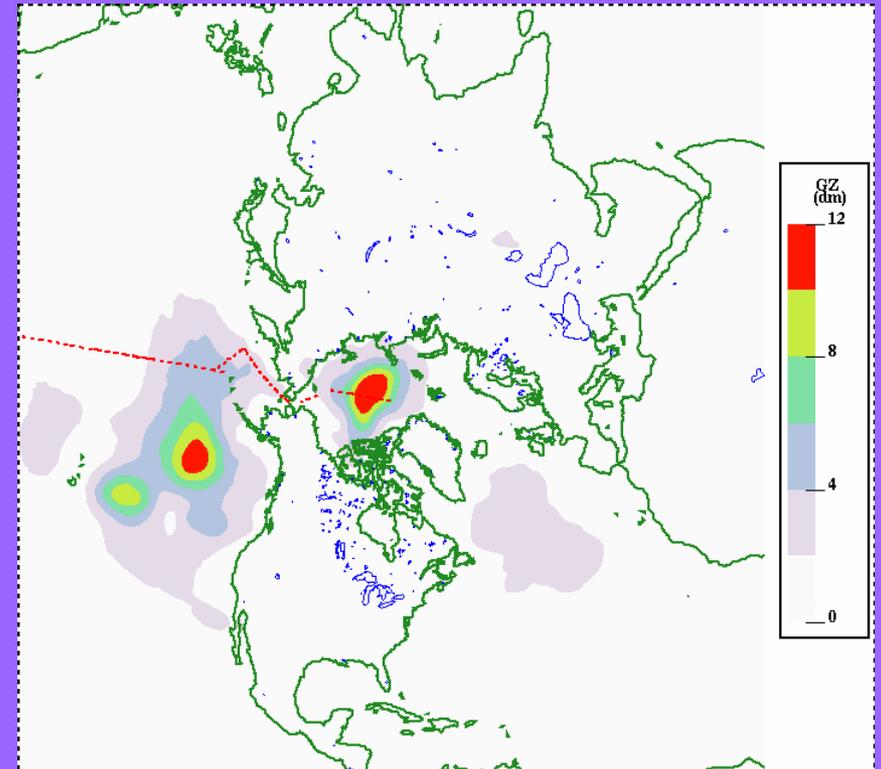
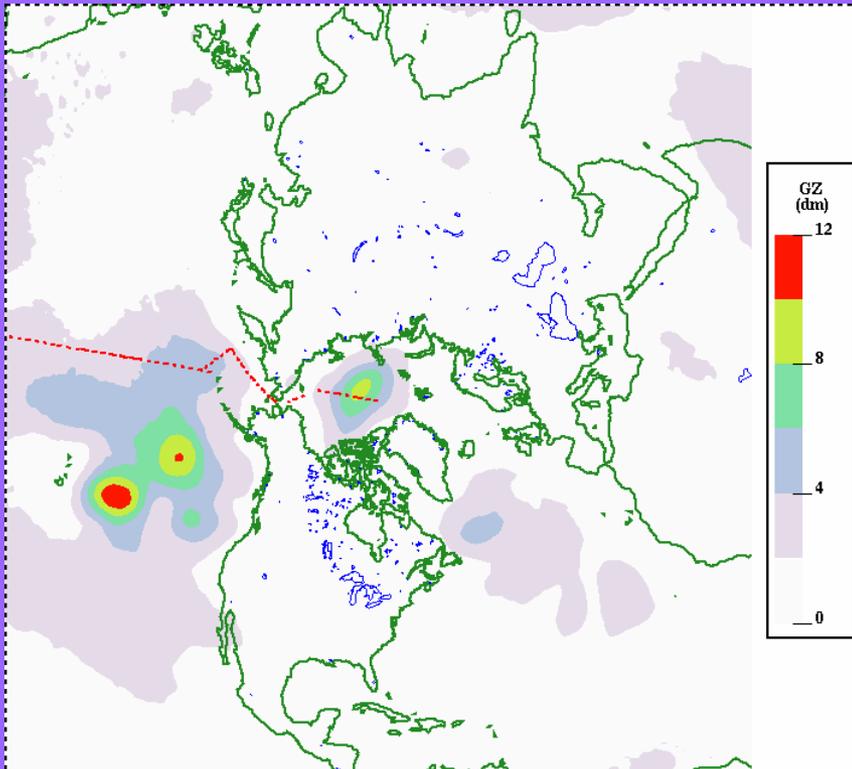
Prévisions de 24h initialisées avec les analyses de contrôle et avec les analyses radiosondages seulement vérification Ouest de l'Amérique du Nord



EQM entre les analyses de contrôle et les analyses radiosondages seulement pour la composante zonale du vent à 250 et 500 hPa

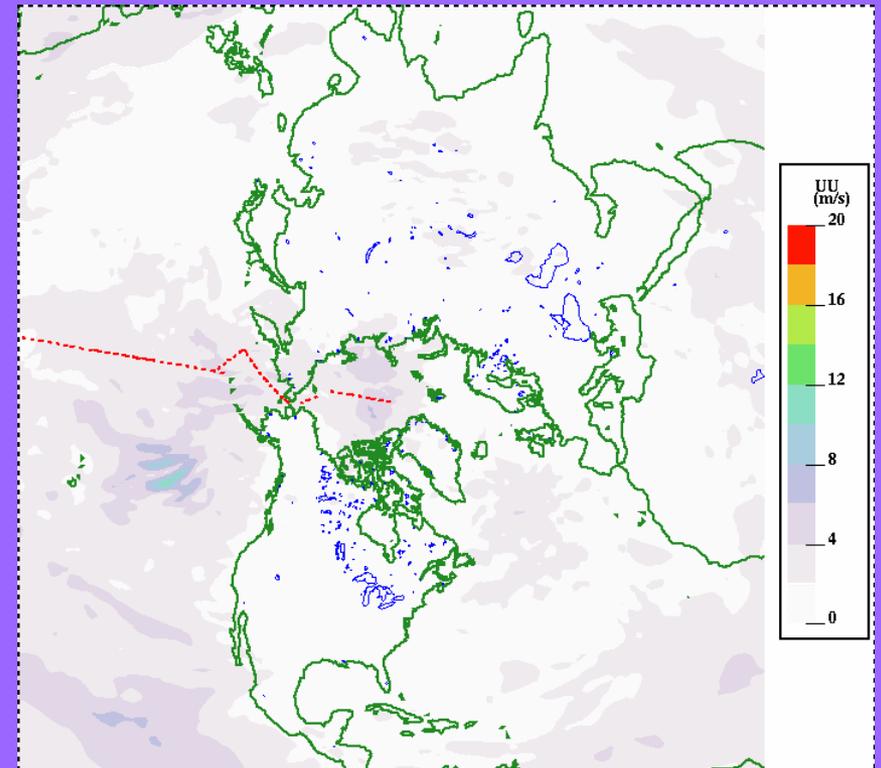
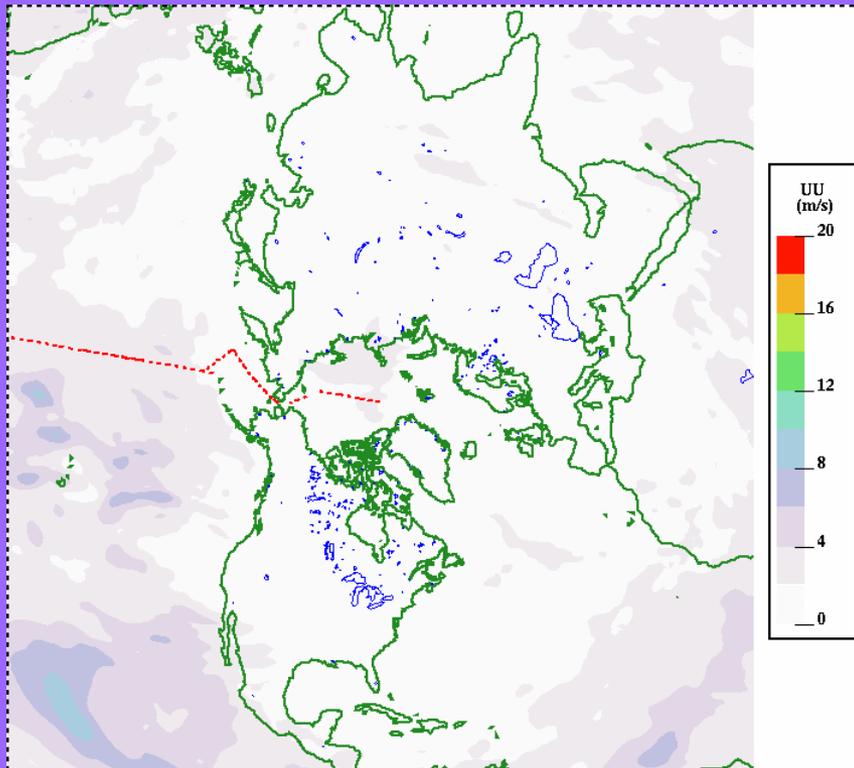


EQM entre les analyses de contrôle et les analyses radiosondages seulement pour le géopotentiel à 250 et 500 hPa

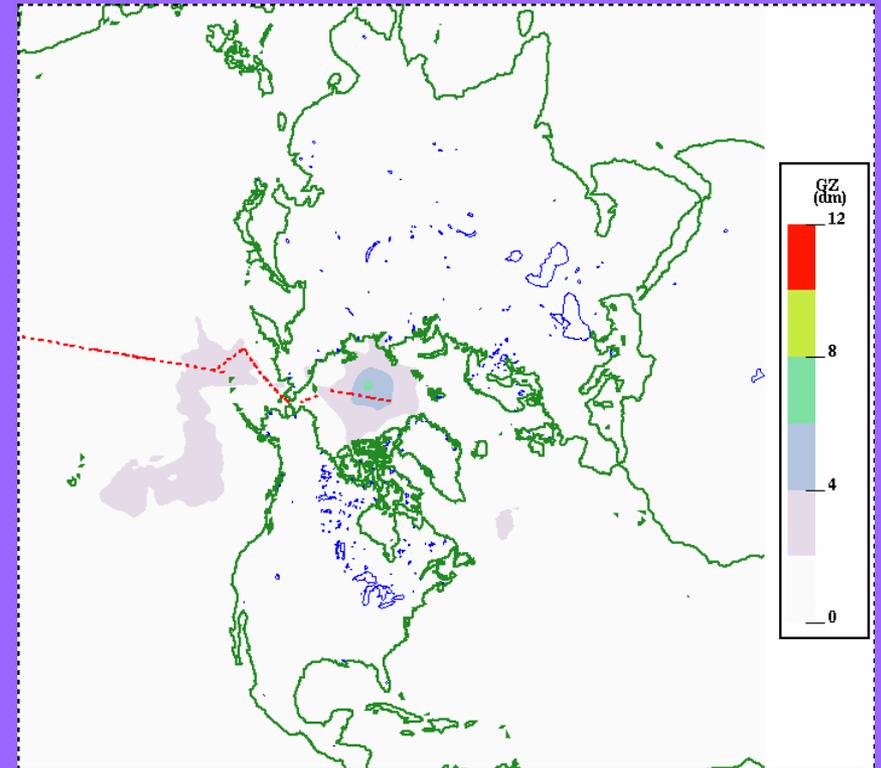
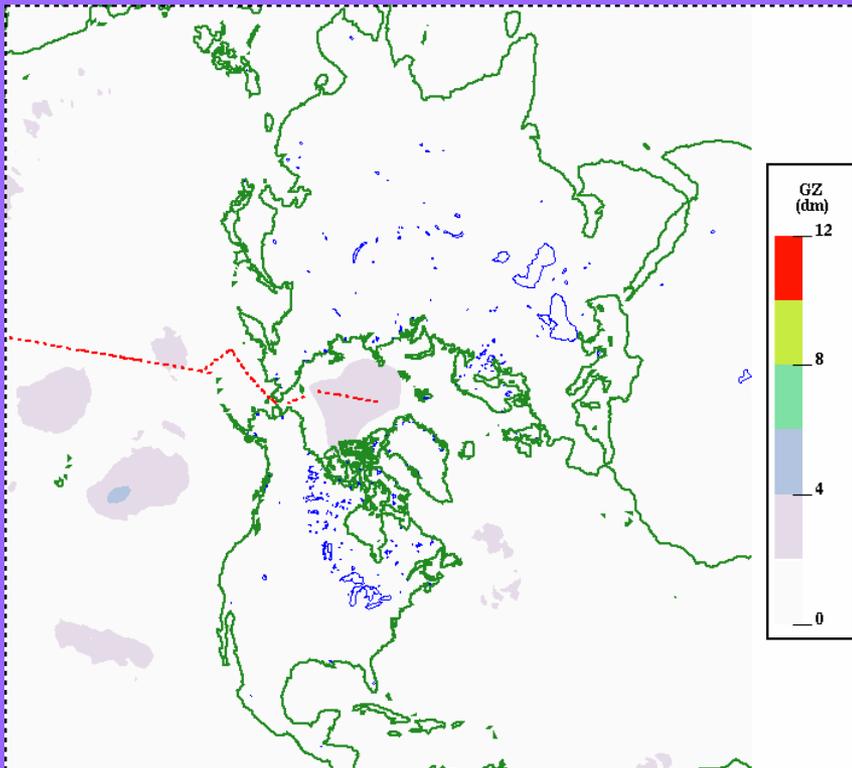


- Il est clair d'après ces résultats qu'il est essentiel d'inclure dans le processus d'analyse une famille d'observations offrant une couverture sur les océans.
- Les données AMDAR et ACARS, de même que les données ATOVS offrent une telle couverture.

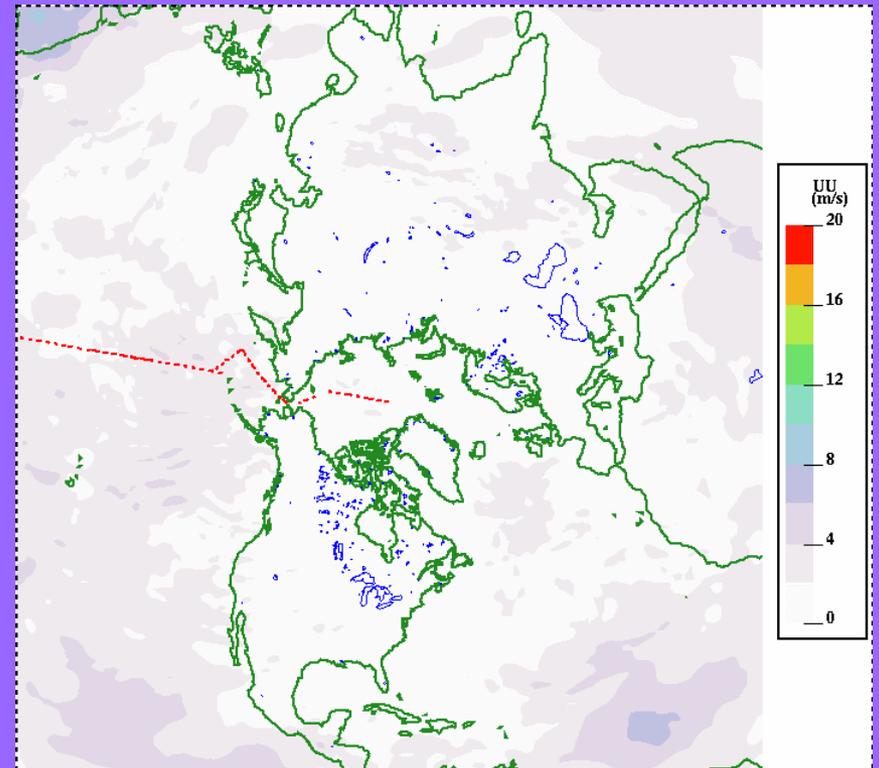
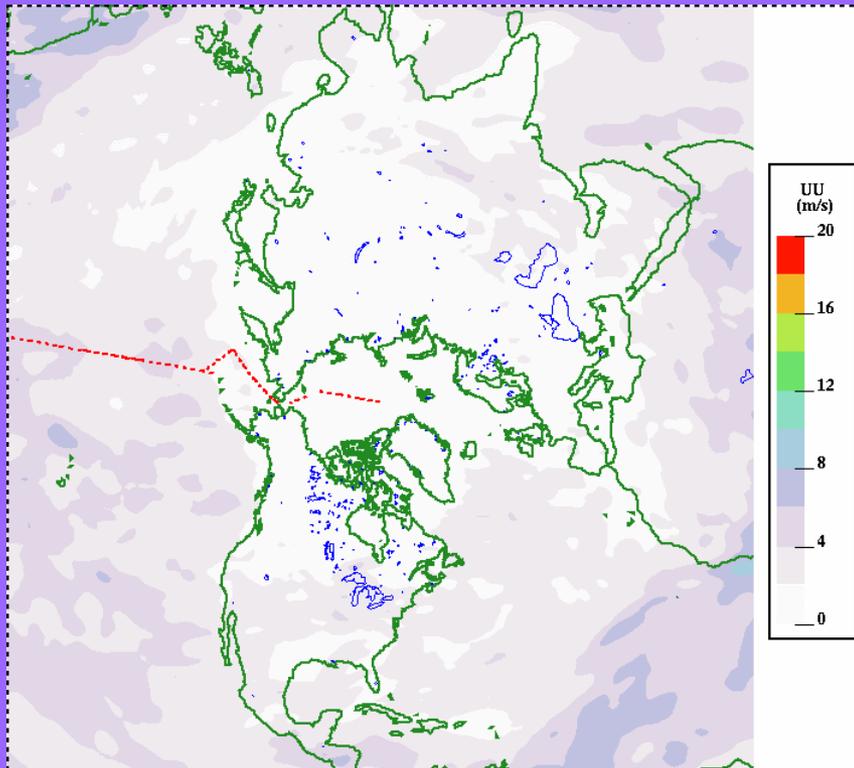
EQM entre les analyses de contrôle et les analyses radiosondages, AMDAR et ACARS pour la composante zonale du vent à 250 et 500 hPa



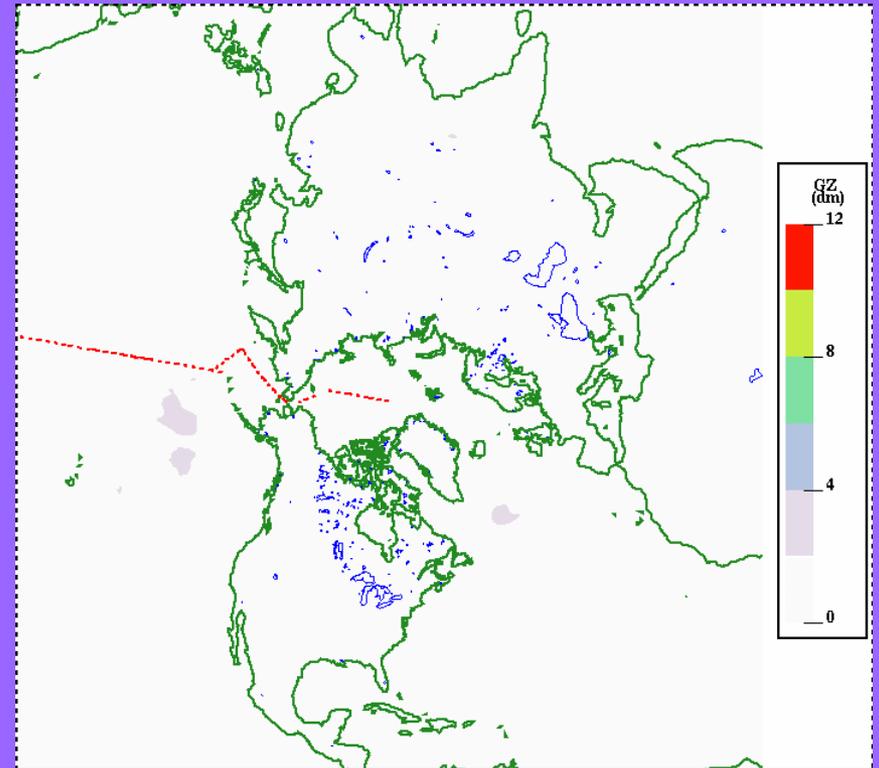
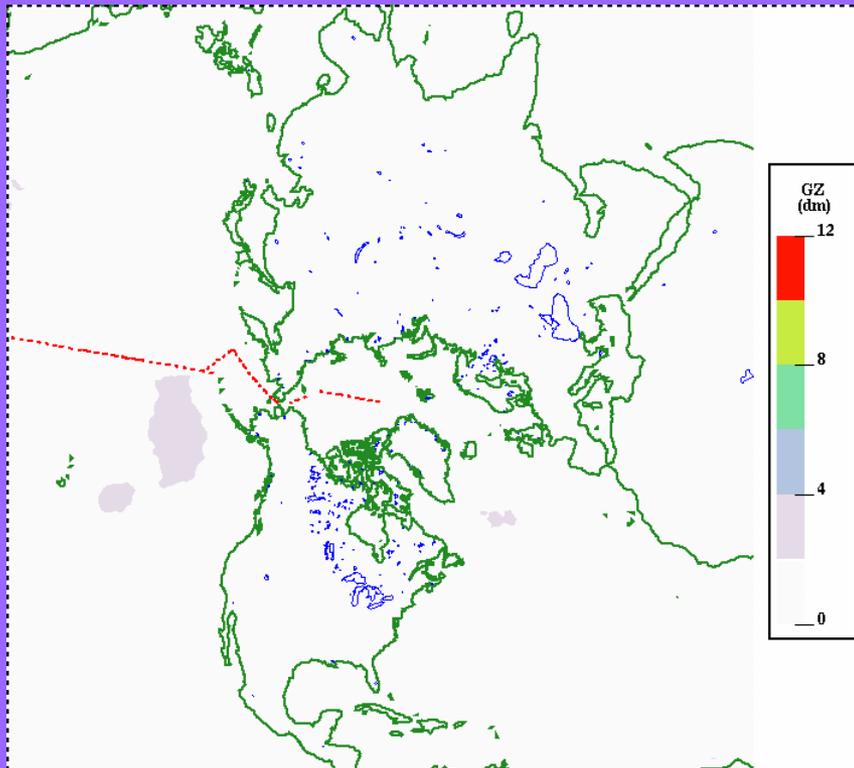
EQM entre les analyses de contrôle et les analyses radiosondages, AMDAR et ACARS seulement pour le géopotentiel à 250 et 500 hPa



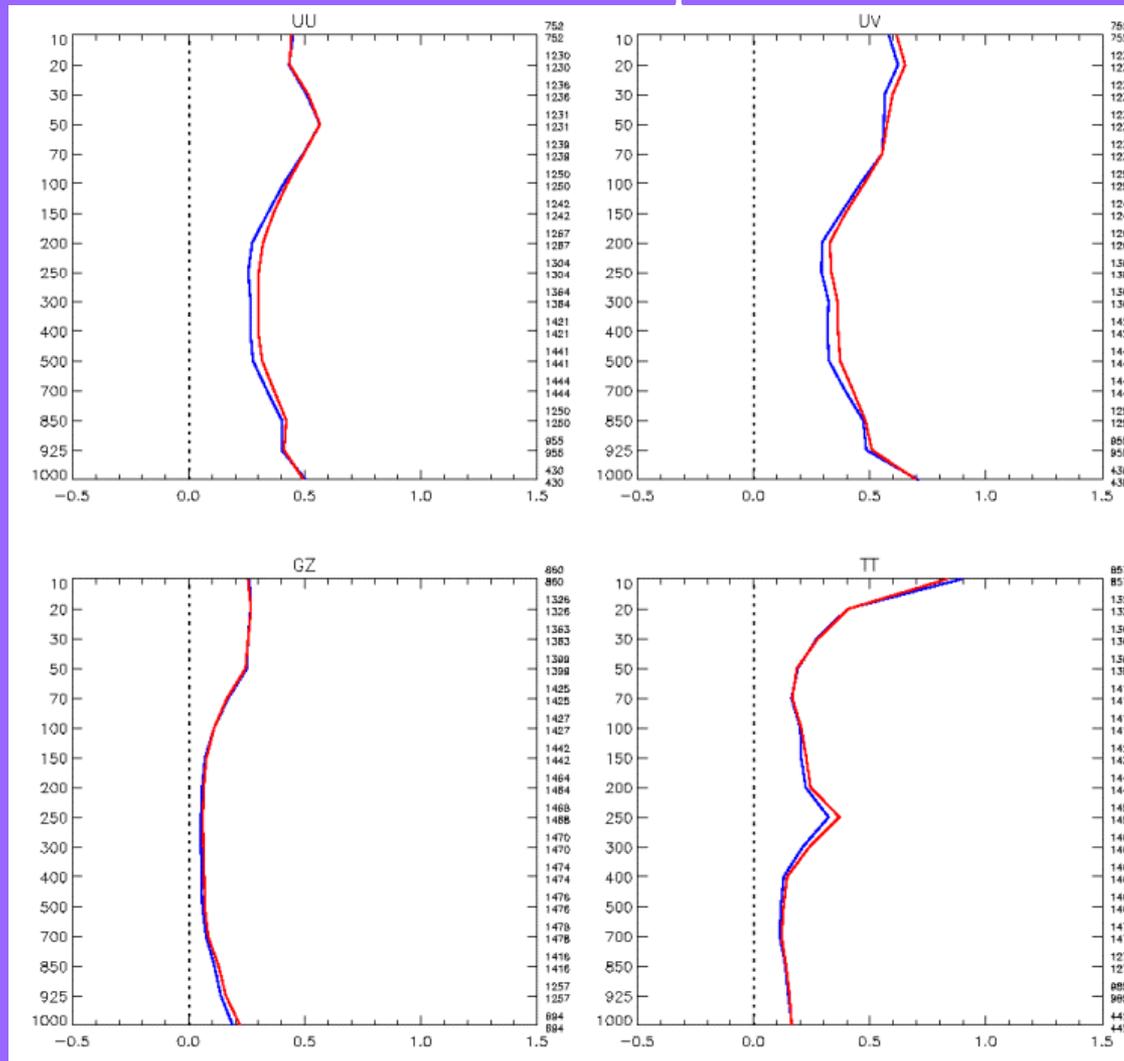
EQM entre les analyses de contrôle et les analyses radiosondages et ATOVS pour la composante zonale du vent à 250 et 500 hPa



EQM entre les analyses de contrôle et les analyses radiosondages et ATOVS pour le géopotentiel à 250 et 500 hPa

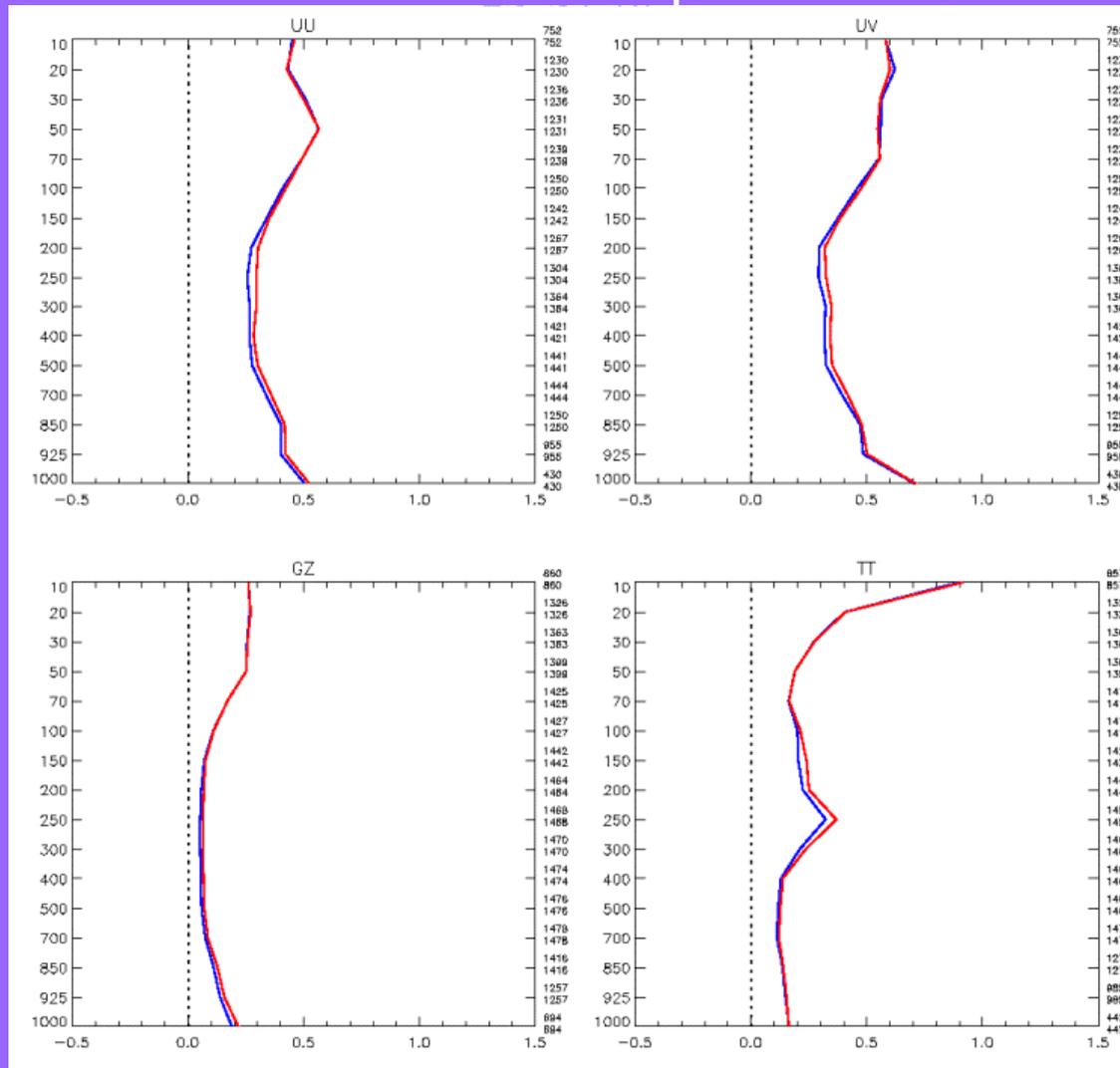


Prévisions de 24h initialisées avec les analyses de contrôle et avec les analyses radiosondages, AMDAR et ACARS vérification Amérique du Nord



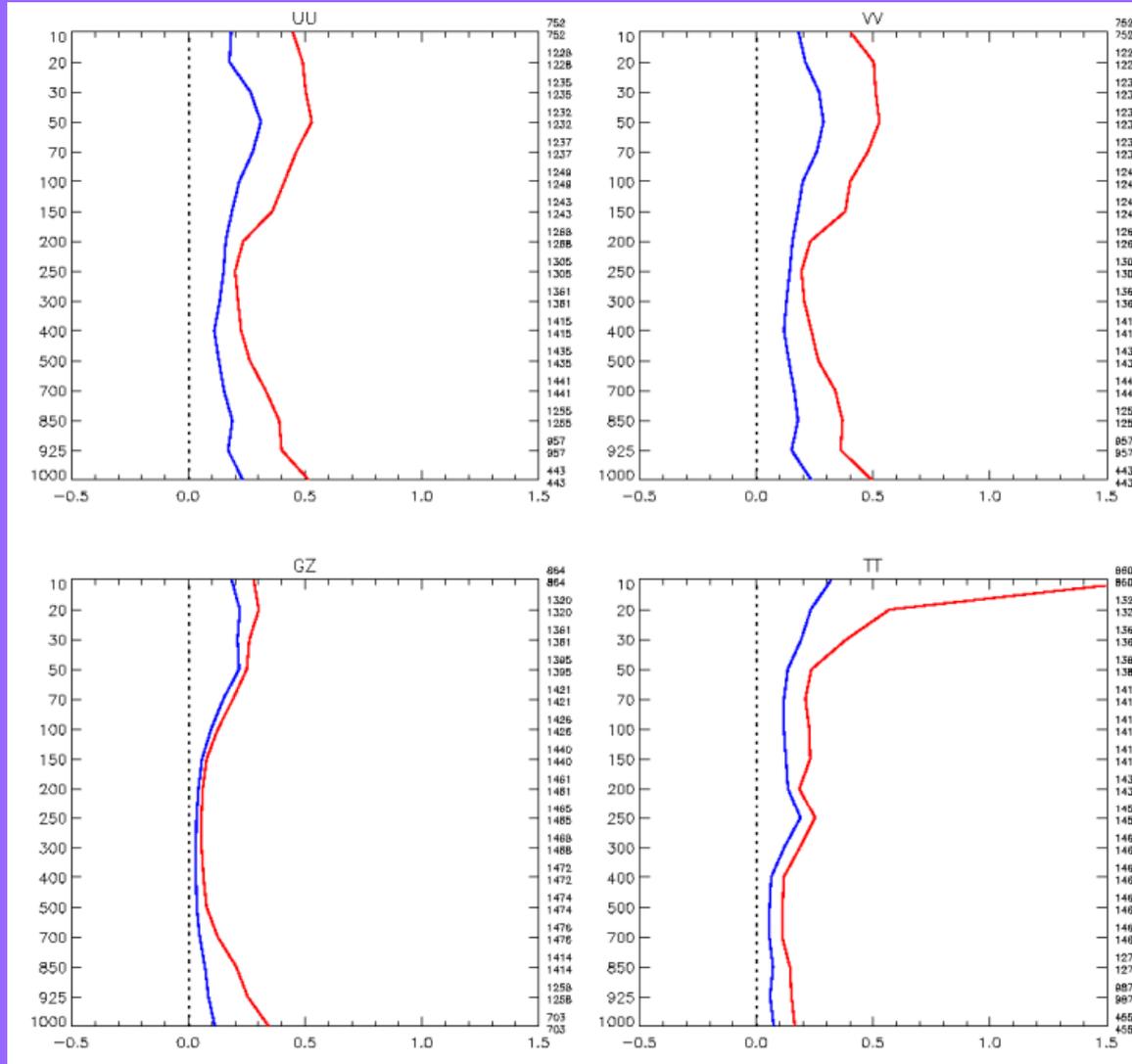
Prévisions de 24h initialisées avec les analyses de contrôle et avec les analyses radiosondages et ATOVS

vérification Amérique du Nord

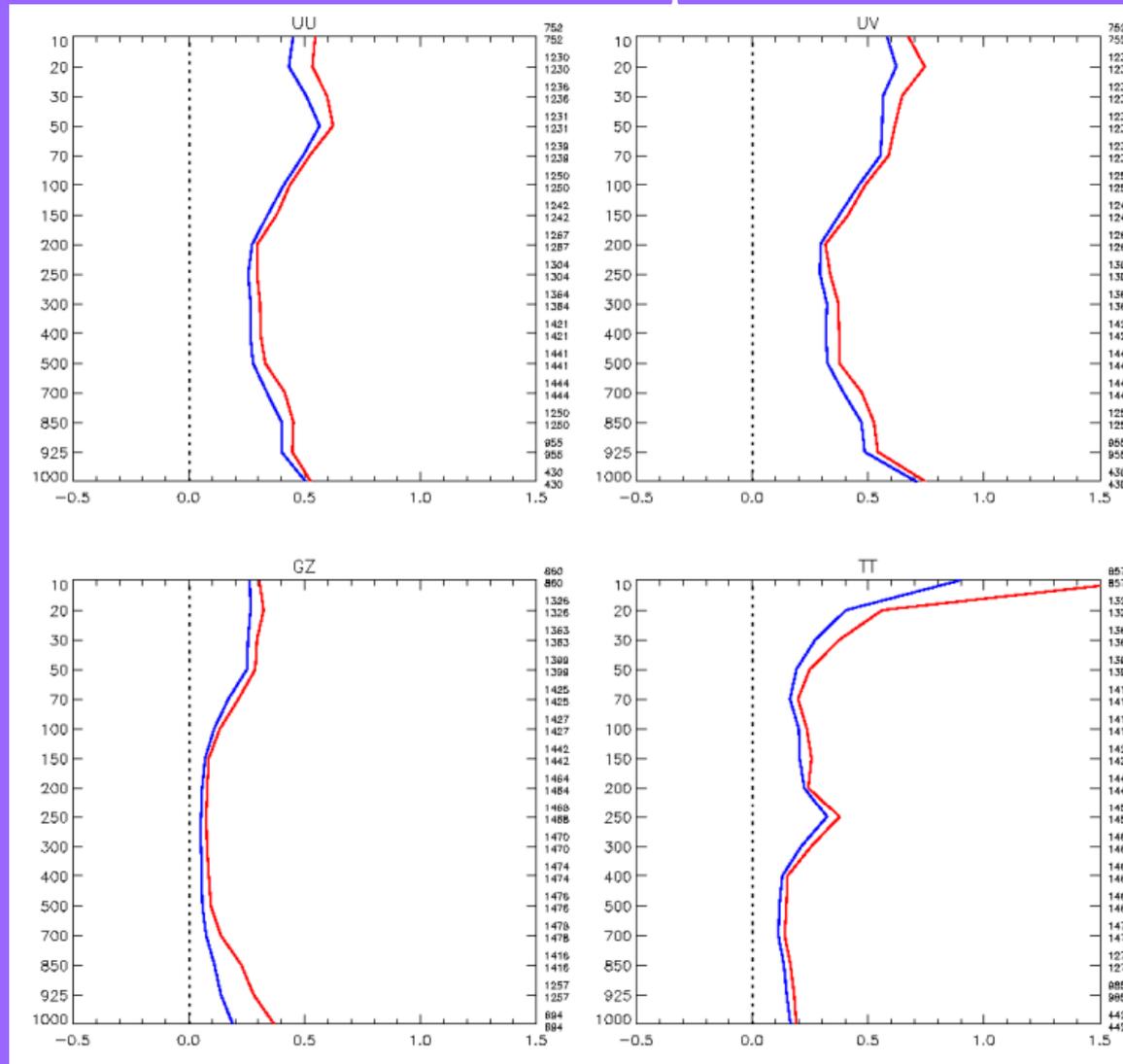


- Nous avons ici fait l'hypothèse que les données des radiosondes doivent être utilisées puisqu'elles semblent être les données de la meilleur qualité.
- Quand est-il d'un cycle qui n'utiliserait que les données AMDAR, ACARS et ATOVS...

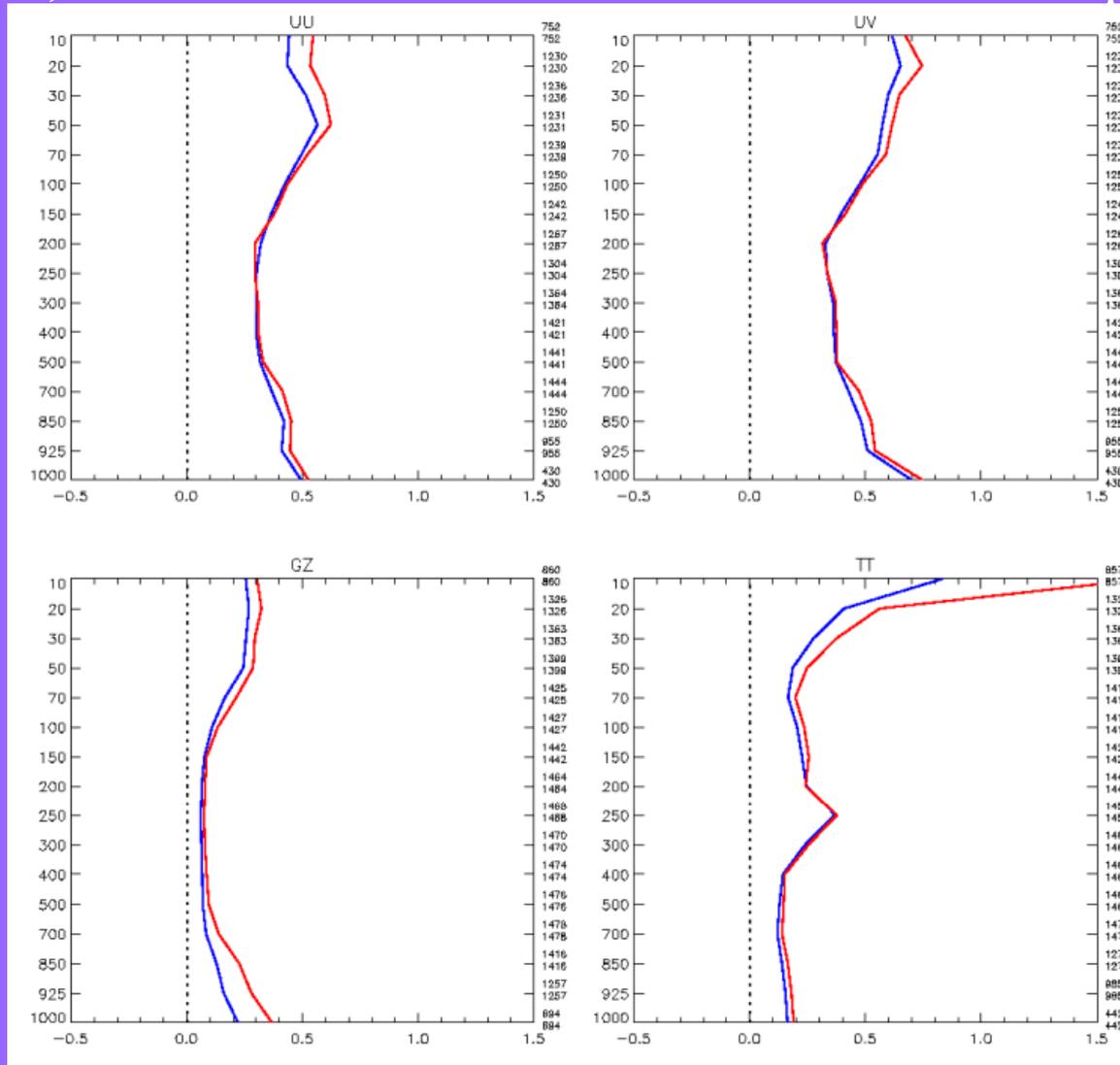
Analyses de contrôle vs analyses avec AMDAR, ACARS, et ATOVS - vérification Amérique du Nord



Prévisions de 24h initialisées avec les analyses de contrôle et avec les analyses AMDAR, ACARS et ATOVS vérification Amérique du Nord



Prévisions de 24h initialisées avec les analyses radiosondages, AMDAR et ACARS, et avec les analyses AMDAR, ACARS et ATOVS - vérification Amérique du N.



Conclusion

- L'utilisation d'une simple paramétrisation de la couche limite semble suffisante pour obtenir des prévisions à grande échelle de 24 heures de qualité comparable à celles obtenues avec un modèle opérationnel utilisant une gamme étendue de paramètres.

Conclusion

- Les résultats confirment l'importance des données de radiosondages pour la qualité des prévisions. Ils démontrent également la nécessité d'obtenir des données afin de modifier le champ d'essai dans la région amont de la région d'intérêt de la prévision. Ceci peut être fait en incluant dans le cycle d'analyse soit les données AMDAR/ACARS, soit les données ATOVS.
- Parce que les données ATOVS sont plus difficiles à assimiler que les données AMDAR/ACARS, ces dernières seraient probablement à préférer dans la mise en place d'un système global MINIMAL.