

Modéliser l'ionosphère aux latitudes moyennes : évaluation du modèle NeQuick au moyen de données de TEC GPS et d'ionosonde



*Benoît Bidaine
Présentation pour l'obtention
du diplôme d'études approfondies en sciences
13 septembre 2007
ULg, Liège*





GIOVE-B

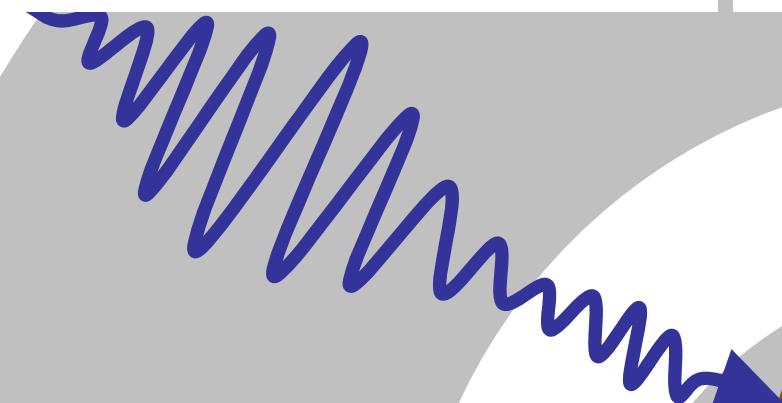
Décembre 2007





Ionosphère

Contenu Total en Electrons = **TEC**



Il faut modéliser le TEC pour les récepteurs simple fréquence.

- Algorithme utilisant le modèle NeQuick pour GALILEO
- Valider et améliorer
 - algorithme
 - NeQuick + évolutions

Première étape : évaluons le comportement de NeQuick aux latitudes moyennes.

NeQuick v2 améliore l'estimation du TEC aux latitudes moyennes.

1. Outils

Modéliser et mesurer l'ionosphère

NeQuick v2 améliore l'estimation du TEC aux latitudes moyennes.

1. Outils

Modéliser et mesurer l'ionosphère

2. Analyse du TEC

NeQuick vs données de TEC GPS

NeQuick v2 améliore l'estimation du TEC aux latitudes moyennes.

1. Outils

Modéliser et mesurer l'ionosphère

2. Analyse du TEC

NeQuick vs données de TEC GPS

3. Analyse de profils

NeQuick vs données d'ionosonde

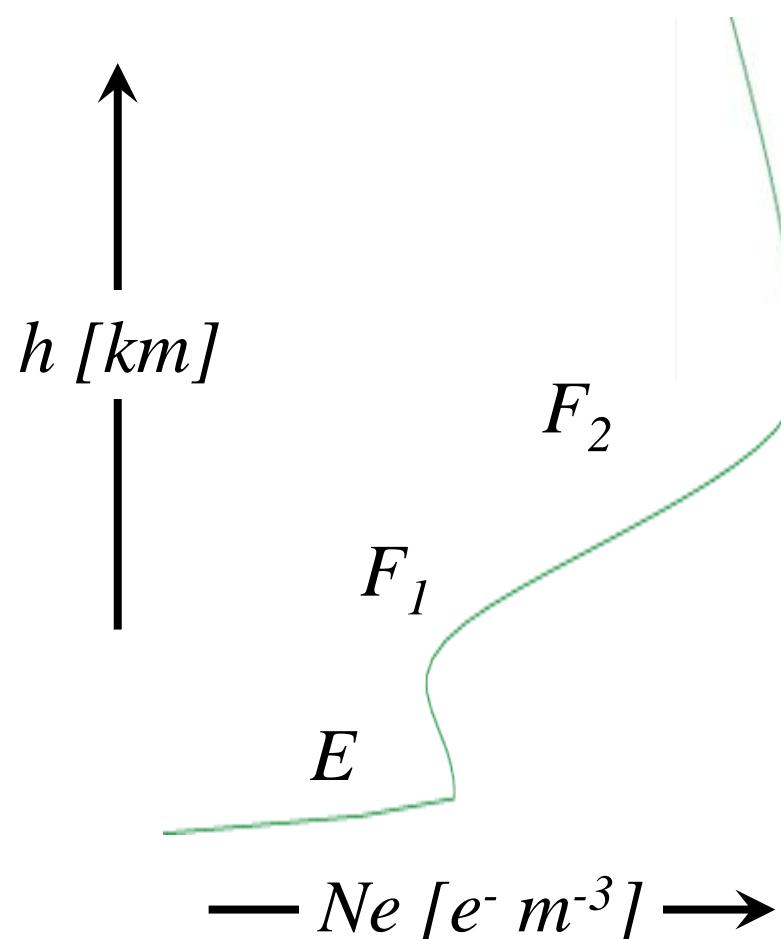
1. Outils

2. Analyse du TEC

3. Analyse de profils

NeQuick est un « profileur » empirique.

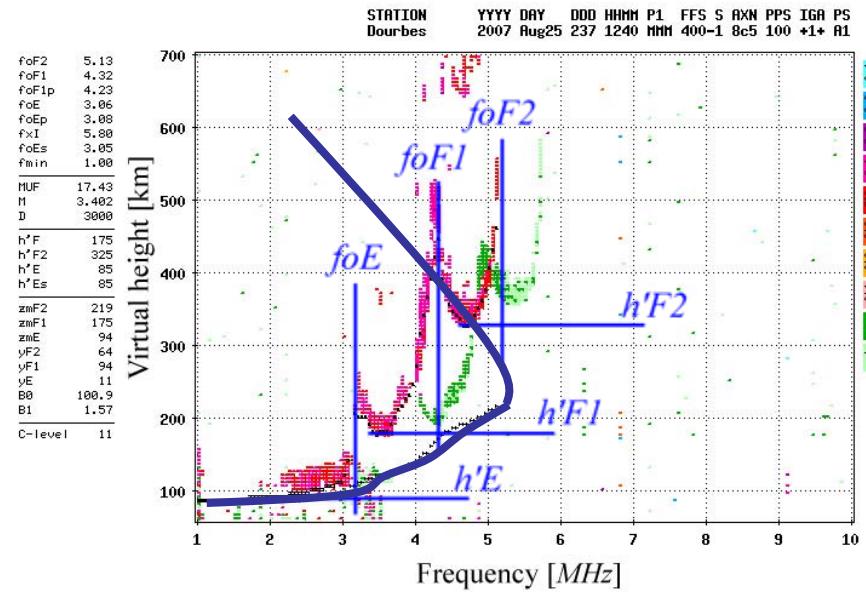
- Produit = Ne
→ TEC avec intégration
- Pics des couches
= points d'ancrage
→ valeurs mesurées



1. Outils

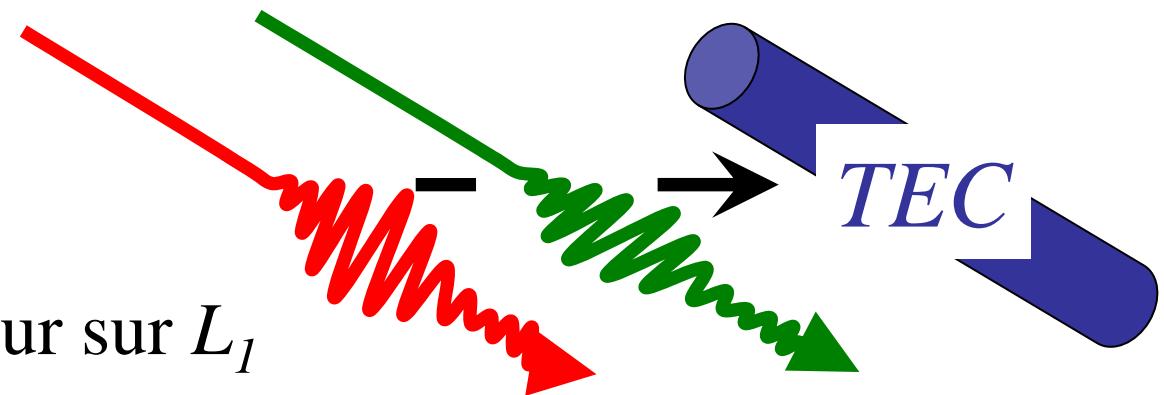
Nous obtenons Ne grâce à une ionosonde et le TEC grâce au GPS.

- Sondages verticaux
→ paramètres (scaling)
→ profils Ne (inversion)



- Combinaisons
GPS « geometric
free »
→ TEC

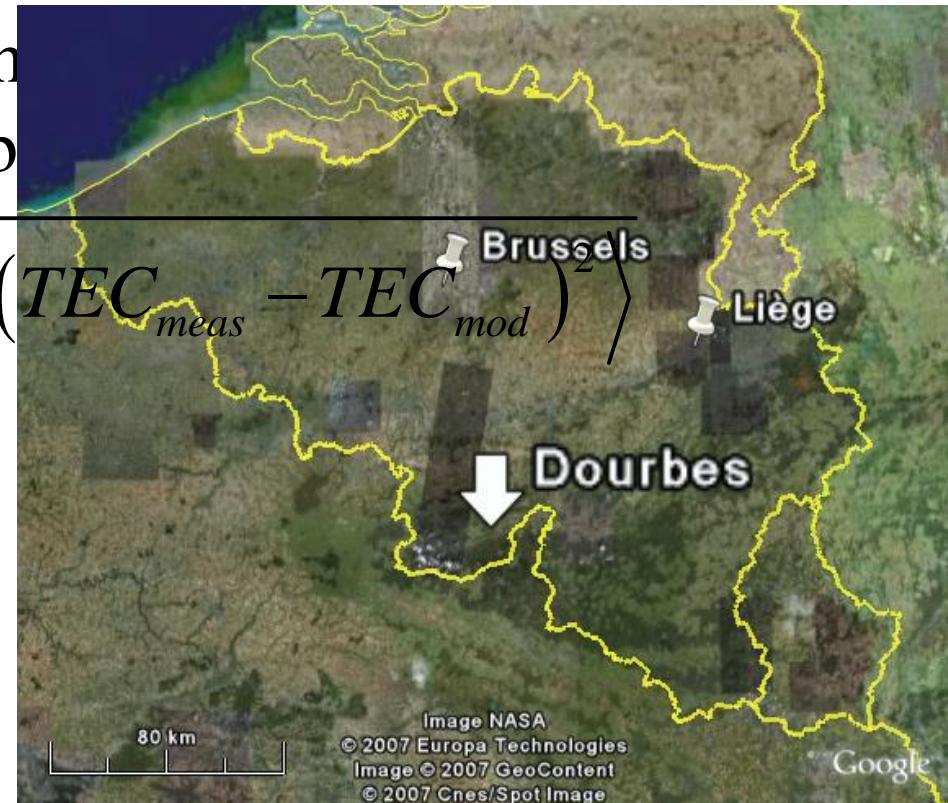
$1TECu \rightarrow 16 \text{ cm d'erreur sur } L_1$



1. Outils

Nous pouvons apprendre beaucoup au moyen de données co-localisées.

- Dourbes : digisonde + station GPS
- Données : 2002 pour la h
2006 pour la b
- Statistiques : $RMS = \sqrt{\langle (TEC_{meas} - TEC_{mod})^2 \rangle}$



1. Outils

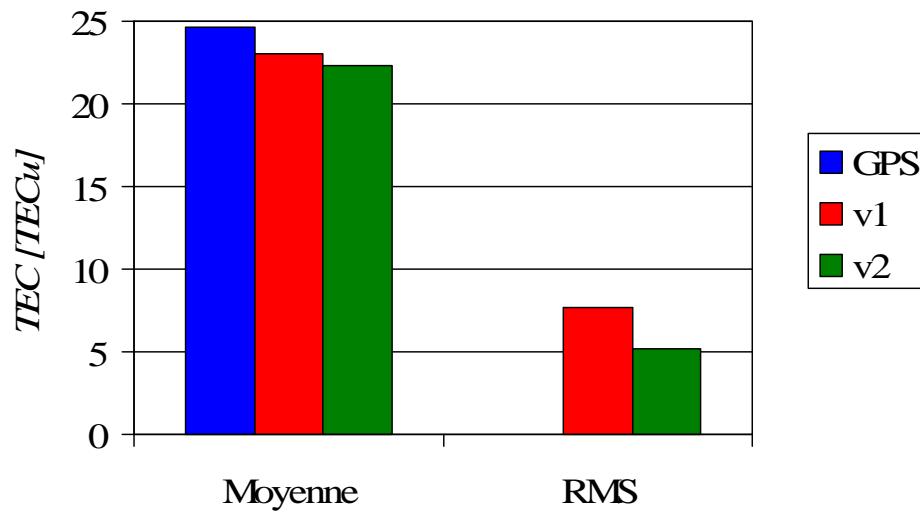
2. Analyse du TEC

3. Analyse de profils

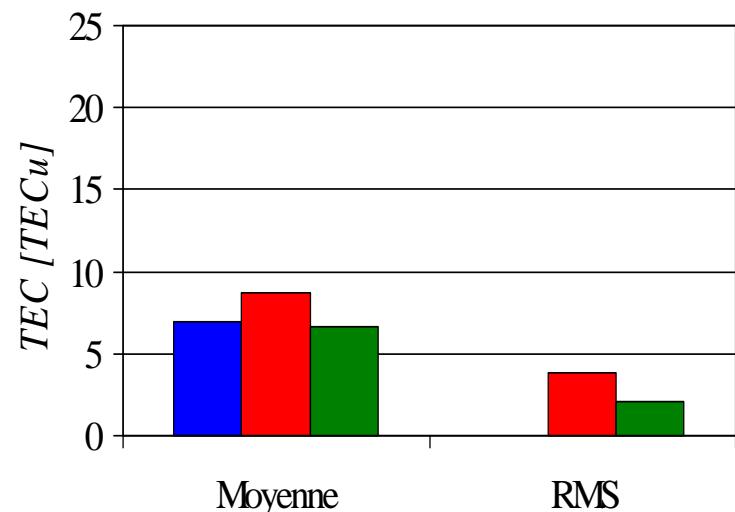
2. Analyse du TEC

La modélisation du TEC s'améliore sur base annuelle.

2002



2006



Evolution RMS : 31.4% \rightarrow 21.1%

\rightarrow diminution d'un tiers

Evolution RMS : 55.1% \rightarrow 31.0%

\rightarrow diminution de moitié

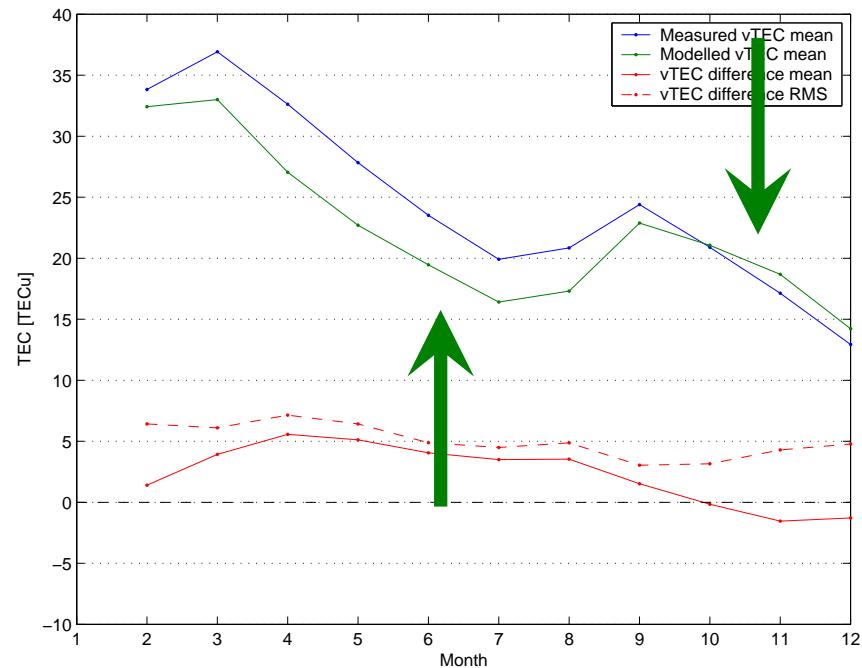
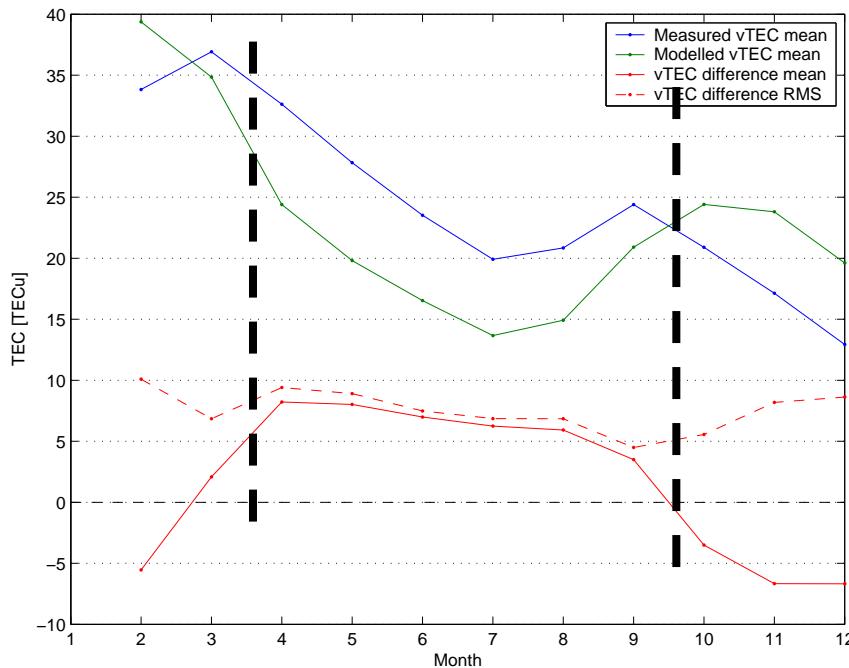
2. Analyse du TEC

Nous observons un comportement double sur base mensuelle.

v1

2002

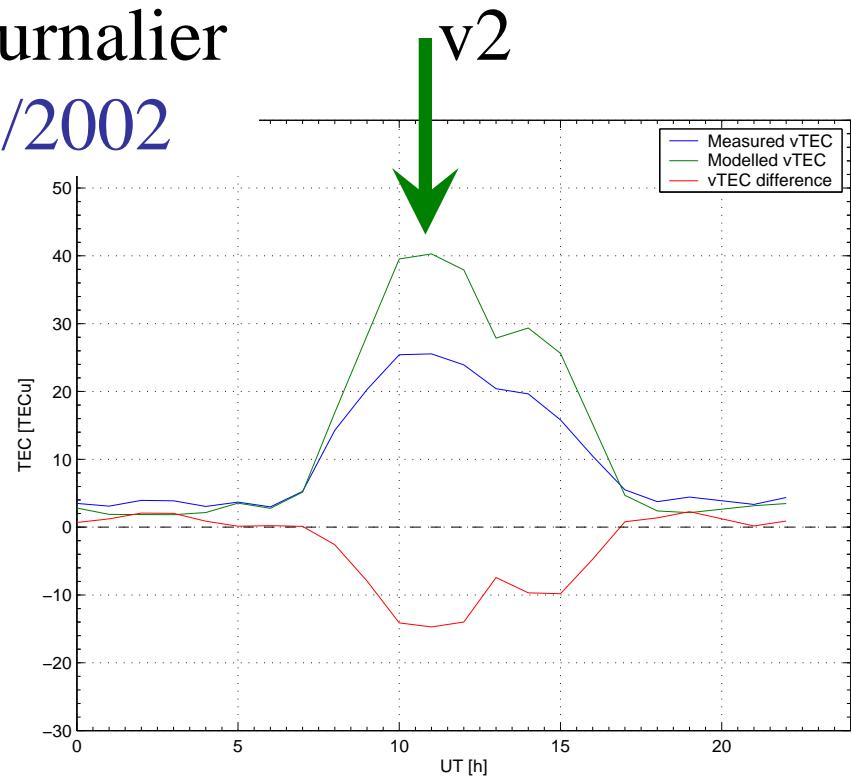
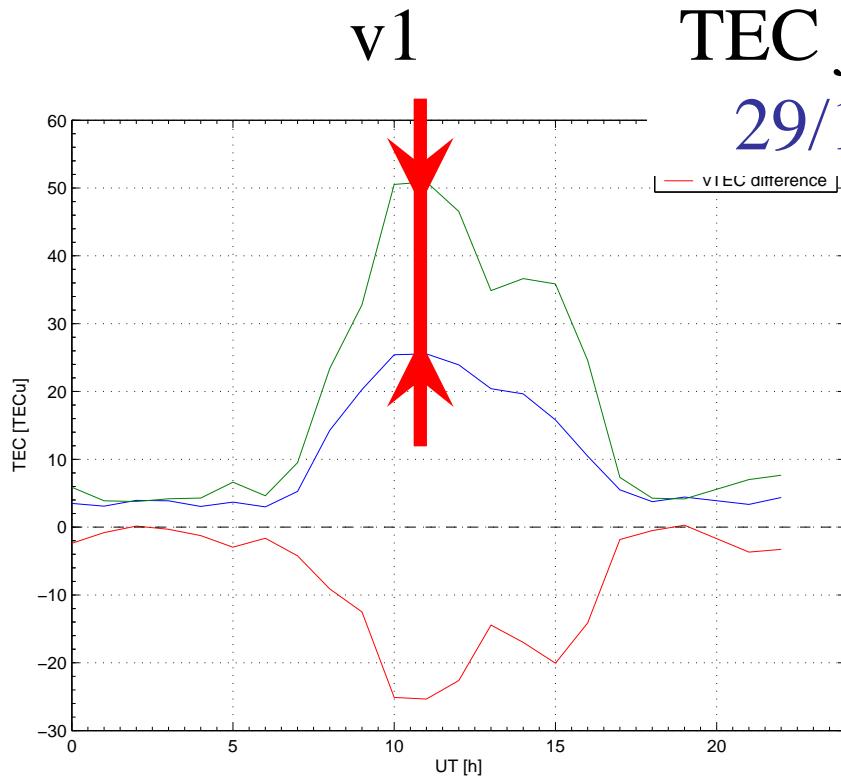
v2



- Comportement **double** avec v1 → disparition avec v2
- Focus : **décembre** 2002 (haute AS, hiver)

2. Analyse du TEC

L'évolution la plus nette est visible pour le maximum du midi local.



11 UT

1. Outils

2. Analyse du TEC

3. Analyse de profils

3. Analyse de profils

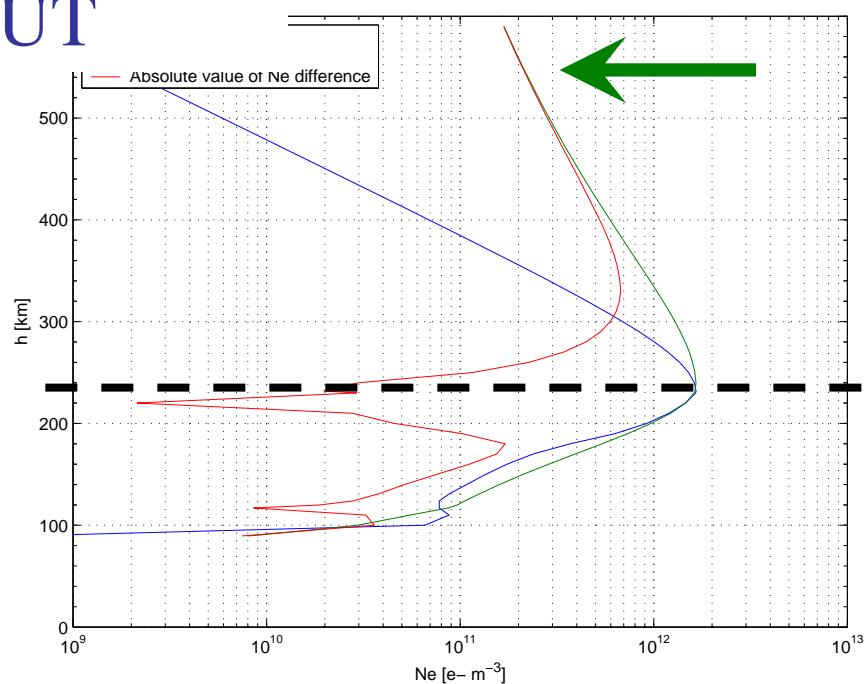
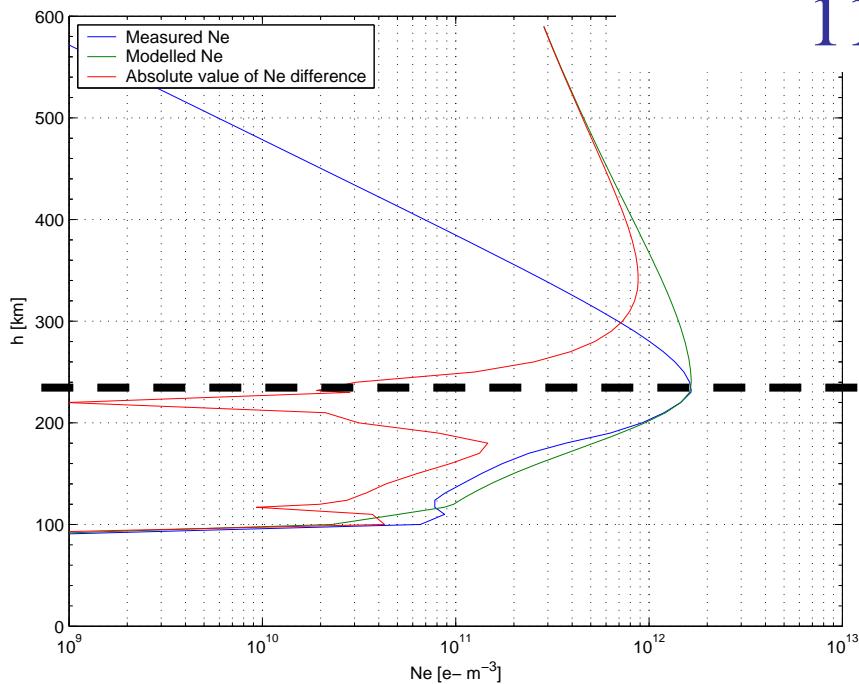
L'amélioration provient de la nouvelle formulation du topside.

v1

Ne(h) 29/12/2002

v2

11 UT



- TEC trop élevé
- Bottomside légèrement trop dense

→ Topside trop dense

NeQuick v2 améliore l'estimation du TEC aux latitudes moyennes.

1. Outils

Modéliser et mesurer l'ionosphère

2. Analyse du TEC

NeQuick vs données de TEC GPS

3. Analyse de profils

NeQuick vs données d'ionosonde

NeQuick v2 améliore l'estimation du TEC aux latitudes moyennes.

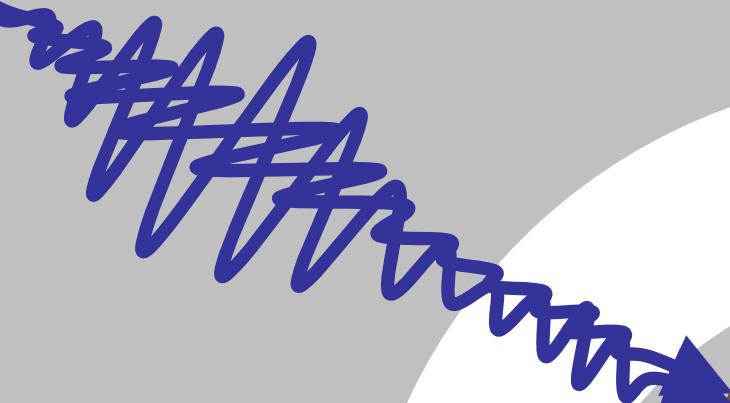
- Mise à profit de données co-localisées
- Statistiques du TEC : diminution du RMS de 36% en 2002 (haute AS) de 44% en 2006 (basse AS)
- Comparaison des profils :
 - amélioration du topside
 - interaction topside/bottomside
 - bottomside à investiguer

Il faut modéliser le TEC pour les récepteurs simple fréquence.

- Evaluation pour d'autres stations/latitudes
- Utilisation de cartes pour le calcul des paramètres du profil
- Algorithme GALILEO



Ionosphère



Modéliser l'ionosphère aux latitudes moyennes : évaluation du modèle NeQuick au moyen de données de TEC GPS et d'ionosonde



*Benoît Bidaine
Présentation pour l'obtention
du diplôme d'études approfondies en sciences
13 septembre 2007
ULg, Liège*

