



# Complémentarité des données altimétriques et radiométriques pour l'étude des propriétés de la neige en Antarctique

Fifi ADODO<sup>1,2</sup>, Ghislain PICARD<sup>2</sup>, Frédérique REMY<sup>1</sup>

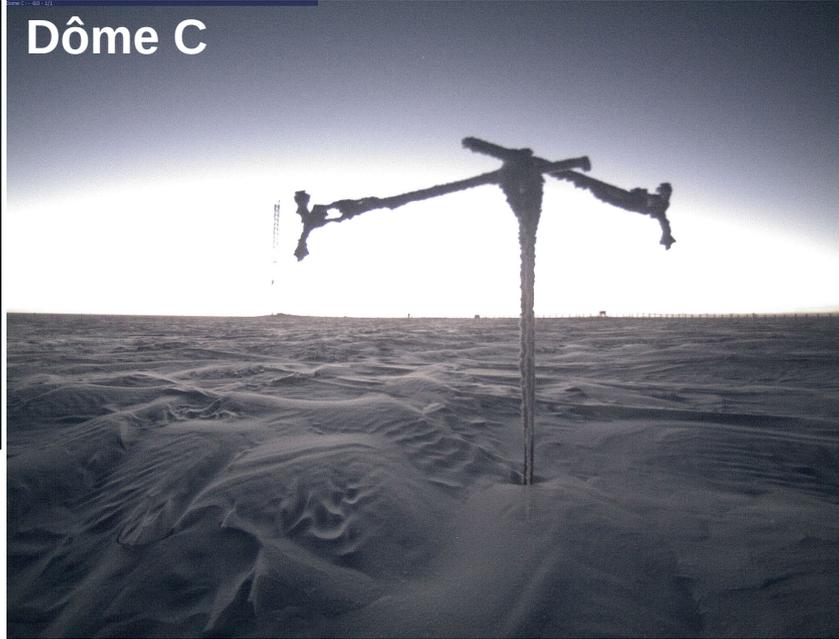
<sup>1</sup> LEGOS/CNRS, 14 av. E. Belin, 31400, Toulouse, France

<sup>2</sup> LGGE, 54 Rue Molière , 38402, St Martin d'Herès Cedex, France

# Plan de la Présentation

- Motivation et objectifs
- Jeux de données
- Résultat de la comparaison du signal saisonnier
  - En bande Ku (13.6GHz, 2.2cm)
  - En bande Ka (36GHz , 0.8cm)
- Premières conclusions
- Perspectives

Dôme C



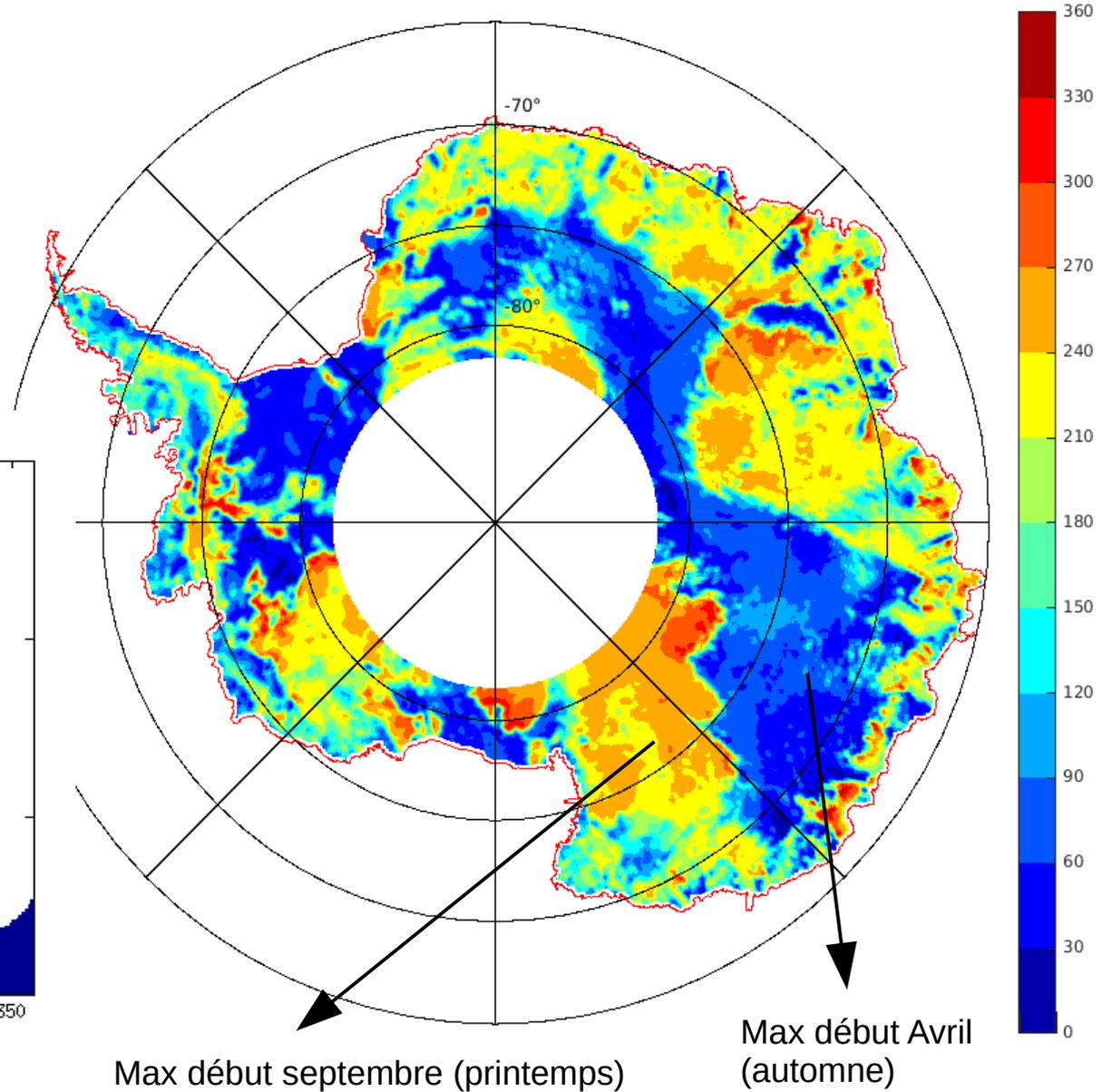
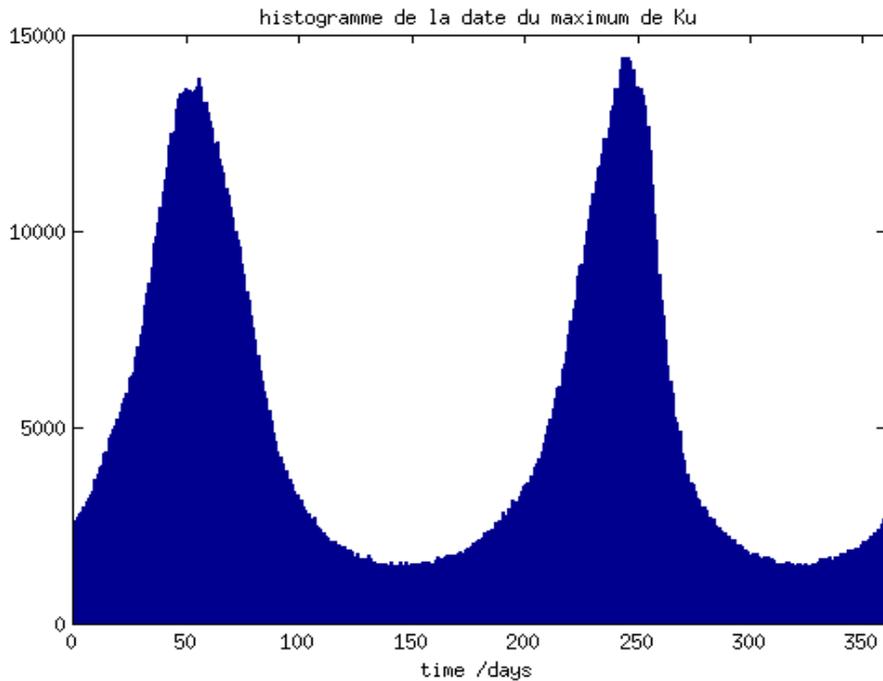
## Motivation :

- Peu d'études ont été consacrées à ces structures et les processus de leurs formations ou disparitions sont globalement mal connus.
- Ces structures et leurs évolutions sont le reflet des changements climatiques et peuvent en être acteurs.
- Ces structures influencent les mesures par télédétection dans le domaine des micro-ondes et plus particulièrement les altimètres (qui servent à mesurer les variations de volume des calottes polaires à l'échelle globale).

Il est donc capital de bien appréhender le lien entre le signal micro-onde et ces structures de surface afin d'améliorer la précision du bilan de masse des calottes polaires, en particulier celui de l'Antarctique.

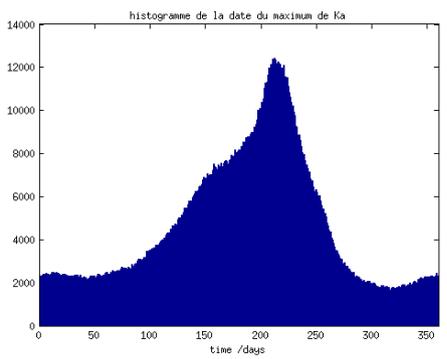
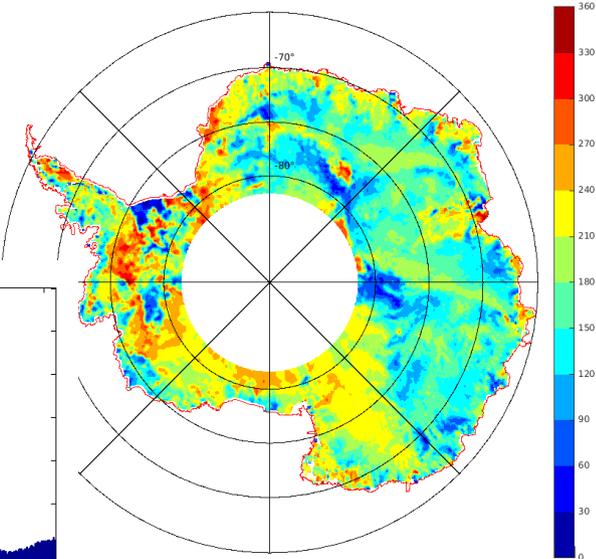
# Objectifs :

Carte de la date du maximum du coefficient de rétrodiffusion Ku

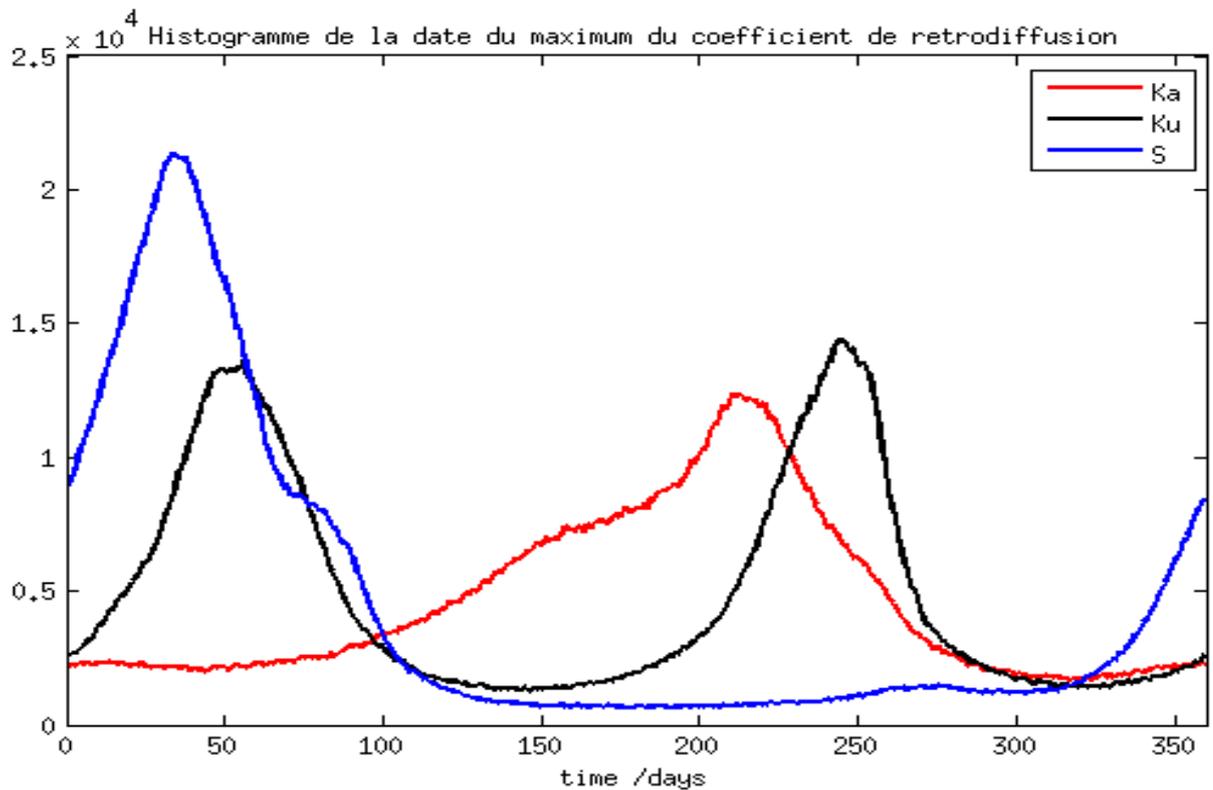
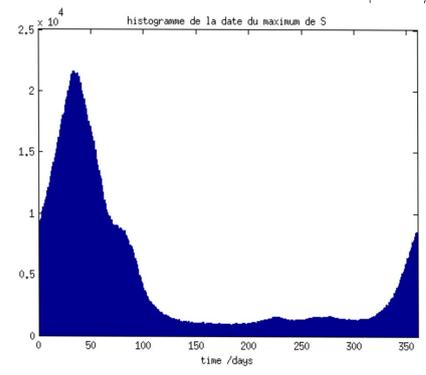
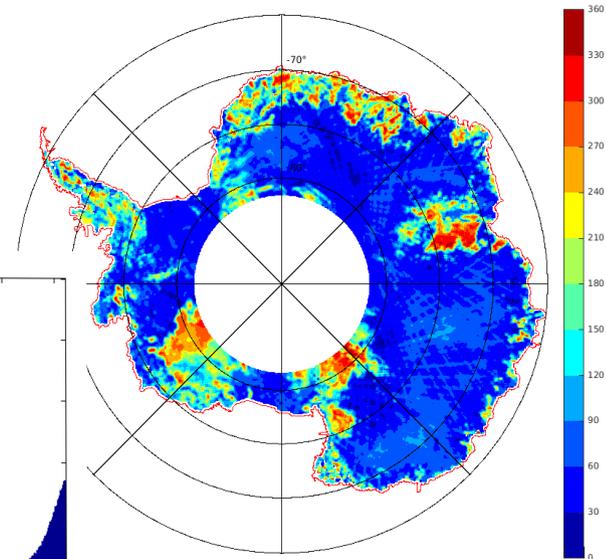


- Comprendre et décrire le lien entre signal saisonnier de l'altimètre micro-onde et rugosité de surface.

Carte de la date du maximum du coefficient de rétrodiffusion Ka



Carte de la date du maximum du coefficient de rétrodiffusion S



# Données

Capteurs et caractéristiques	Fréquence (GHz)	Résolution temporelle (jrs)	Résolution spatiale(km*km)	Polarisation	Couverture temporelle
<b>AMSU-B</b>	<b>89 / 150</b>	<b>1</b>	<b>25*25</b>	<b>circulaire</b>	<b>1998 - 2016</b>
<b>AMSR-E</b>	<b>37 / 89</b>	<b>1</b>	<b>25*25</b>	<b>Horizontale / Verticale</b>	<b>2002- 2011</b>
<b>ENVISAT</b>	<b>3.2 / 13.6</b>	<b>35</b>	<b>5*5</b>	<b>Visée verticale</b>	<b>2002 -2010</b>
<b>SARAL/Altika</b>	<b>35.75</b>	<b>35</b>	<b>5*5</b>	<b>Visée verticale</b>	<b>2013 - 2016</b>

En Antarctique (neige froide et sèche), l'onde radar pénètre dans la neige environ 100-200 fois la longueur d'onde.

## Altimètre

Forme d'onde altimétrique

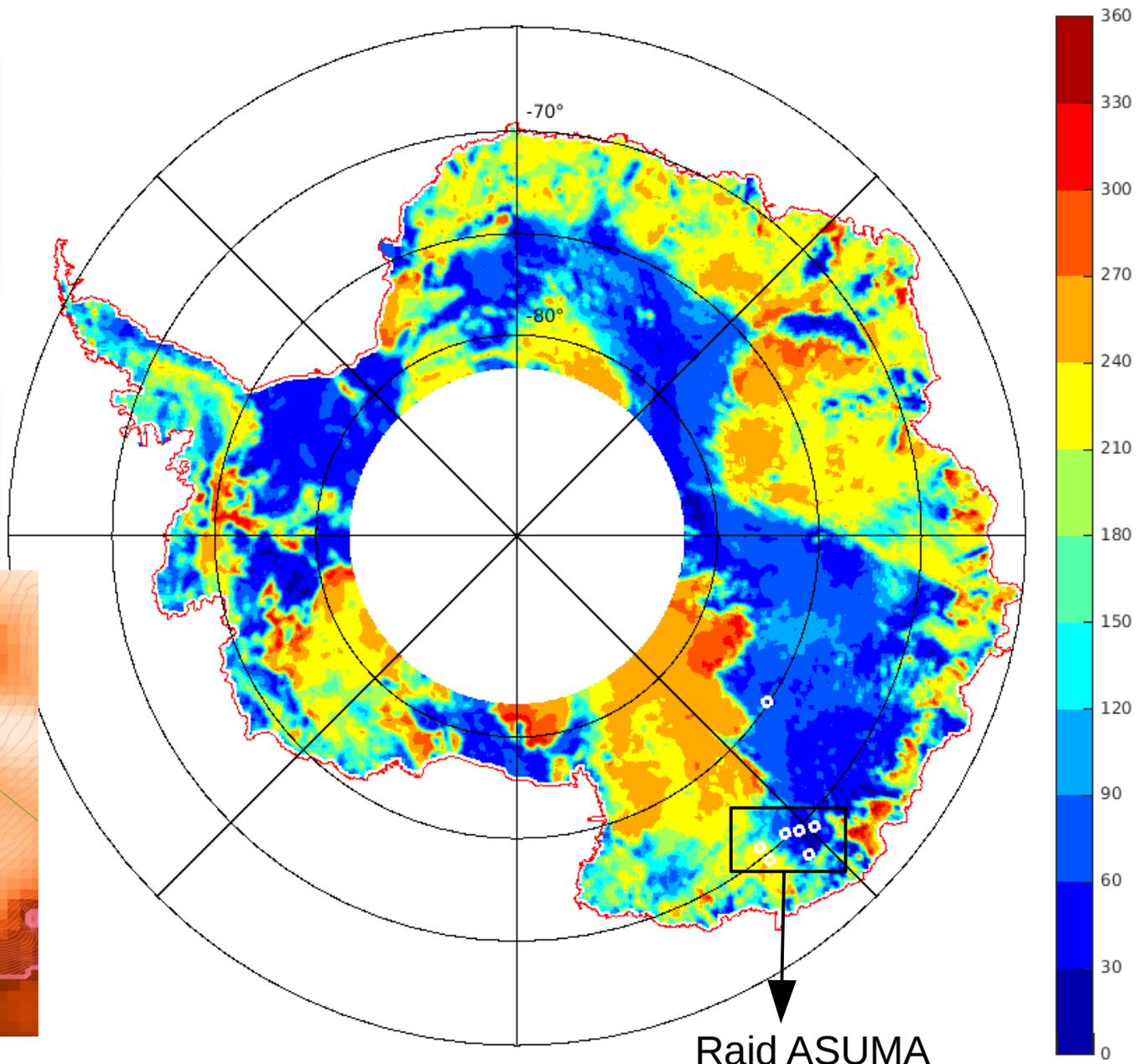
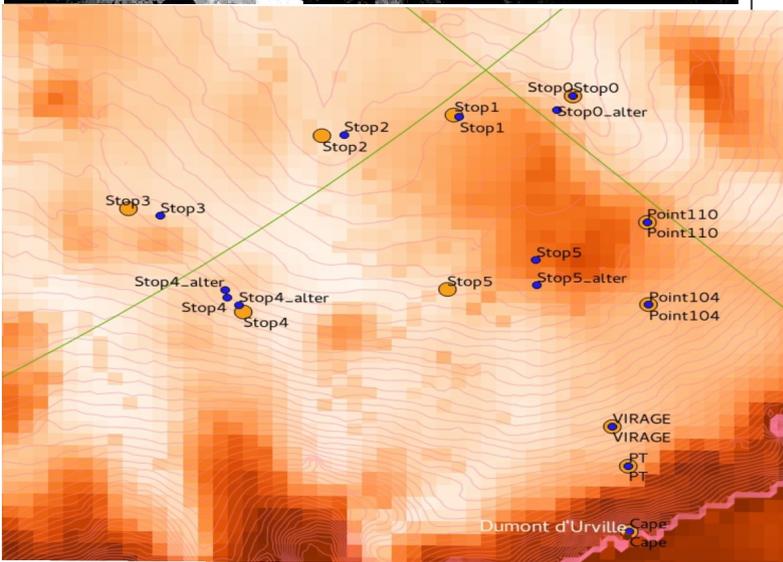
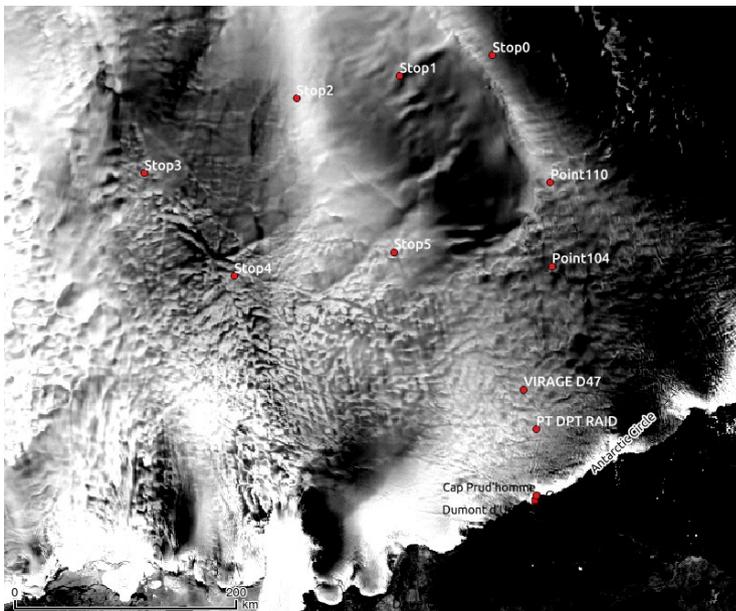
- Range
- Front de montée (LeW)
- Flanc de descente (TeS)
- **Coefficient de rétrodiffusion (dB)**

## Radiomètre

- $TB = \epsilon \cdot T_m$   
TB : température de brillance  
V : polarisation verticale  
H : polarisation horizontale
- **GI** =  $1 - TBV_{150} / TBV_{89}$  (Grain\_index)
- **PR** =  $TBV_{37} / TBH_{37}$  (Polarization Ratio)

# Résultats

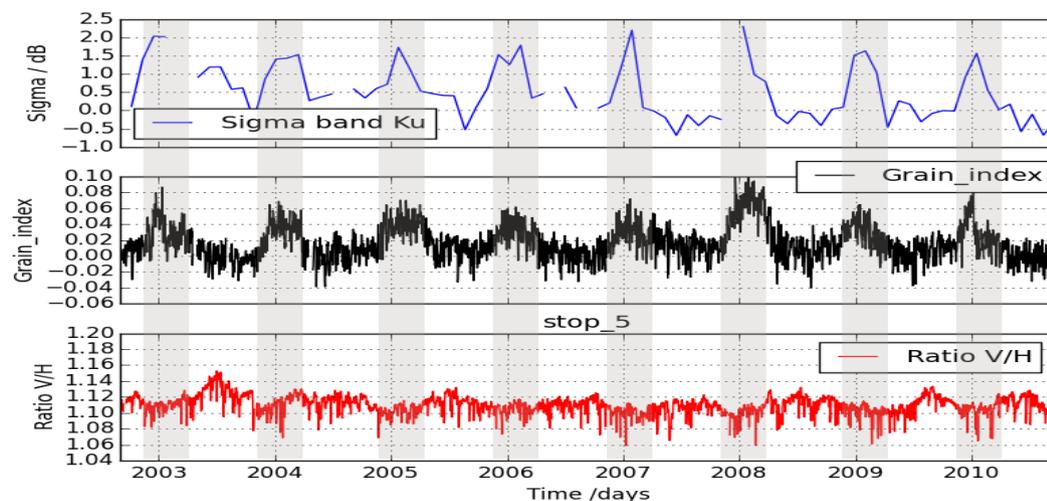
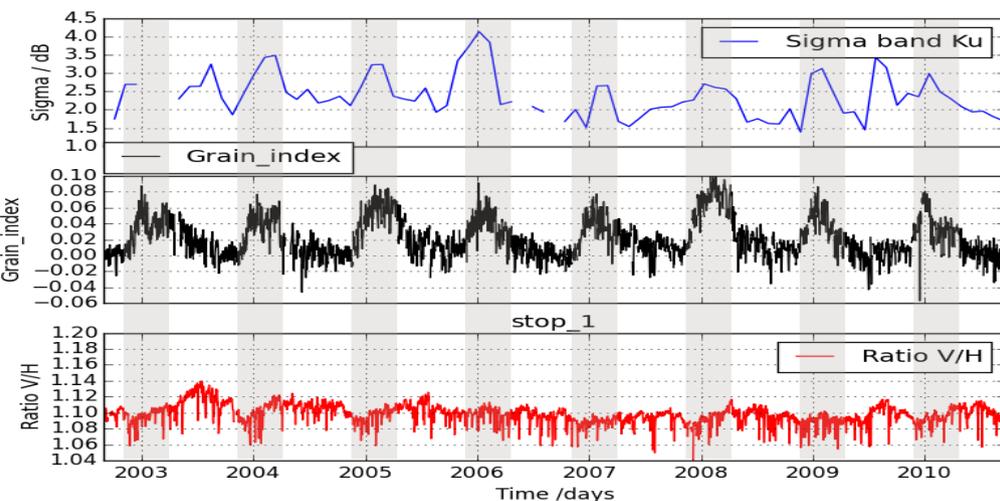
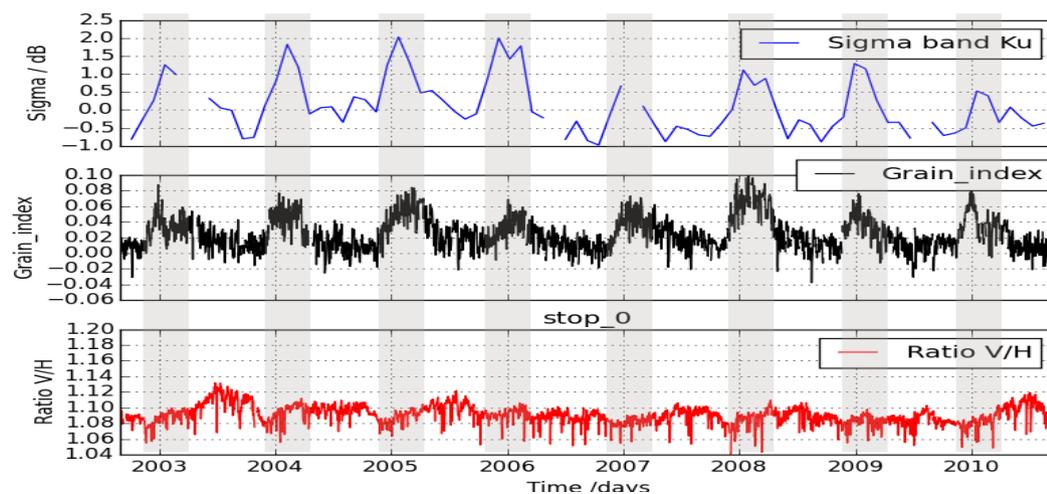
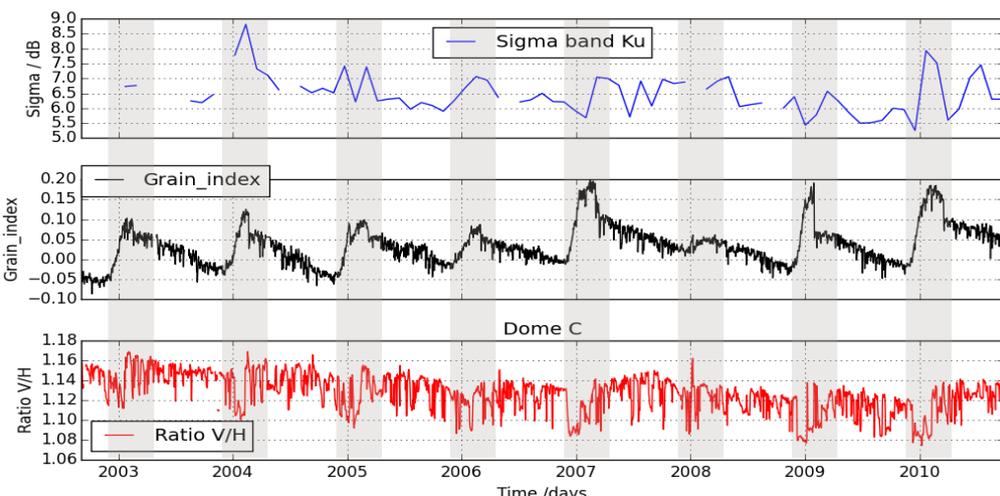
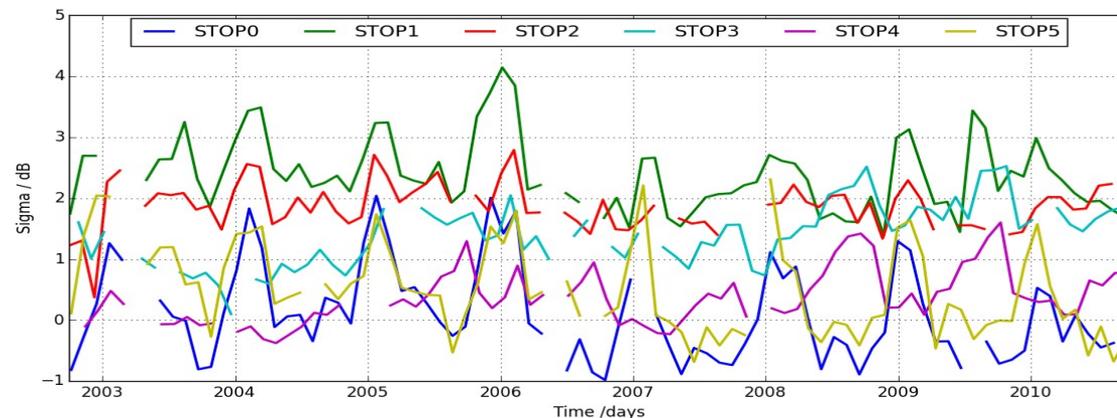
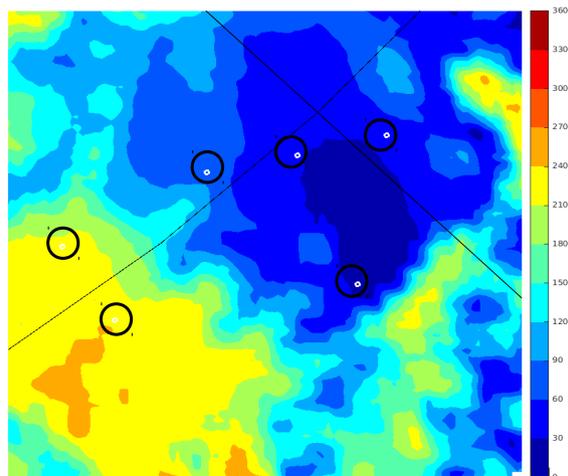
Radarsat

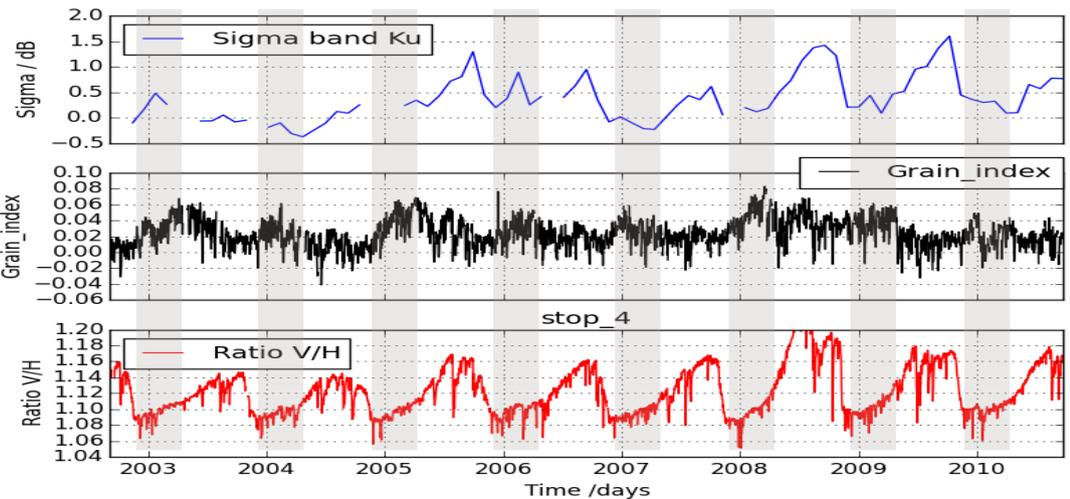
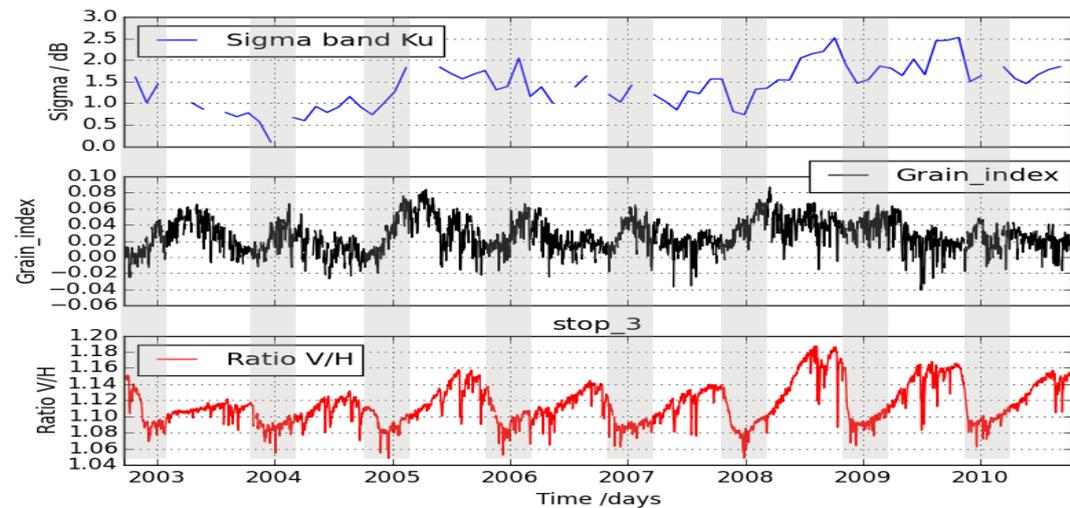
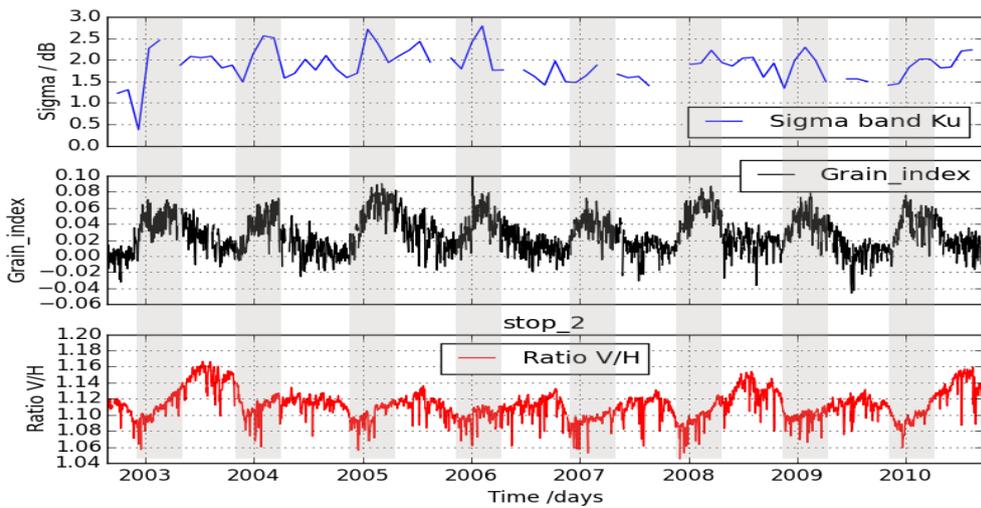


Raid ASUMA

Scatteromètre (Alexandre Fraser)

- Coefficient de rétrodiffusion en bande Ku (13,6GHz) et le paramètre GI  $= (1 - TB_{150} / TB_{89})$  et le ratio de polarisation PR (37GHz)



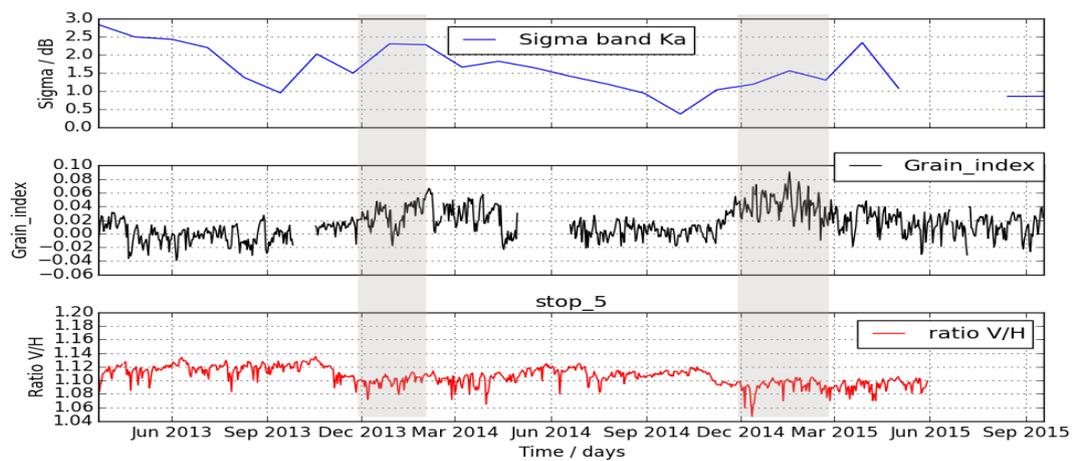
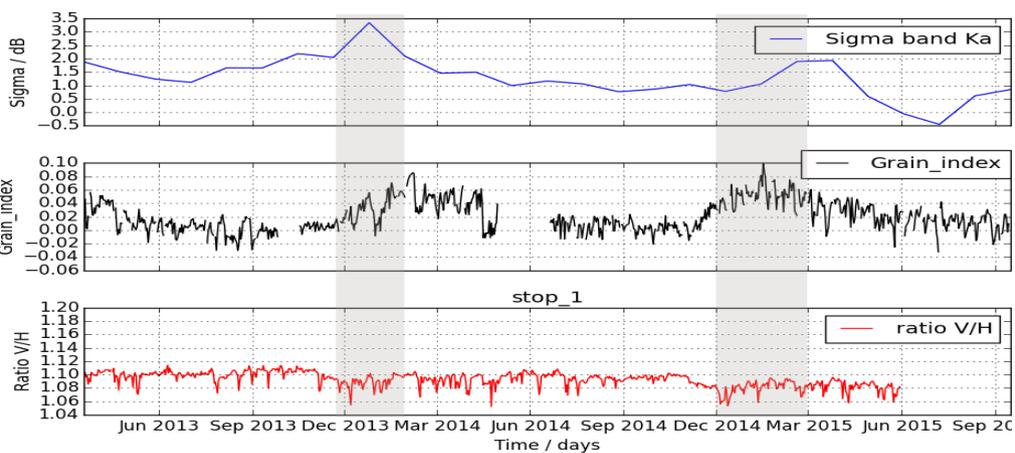
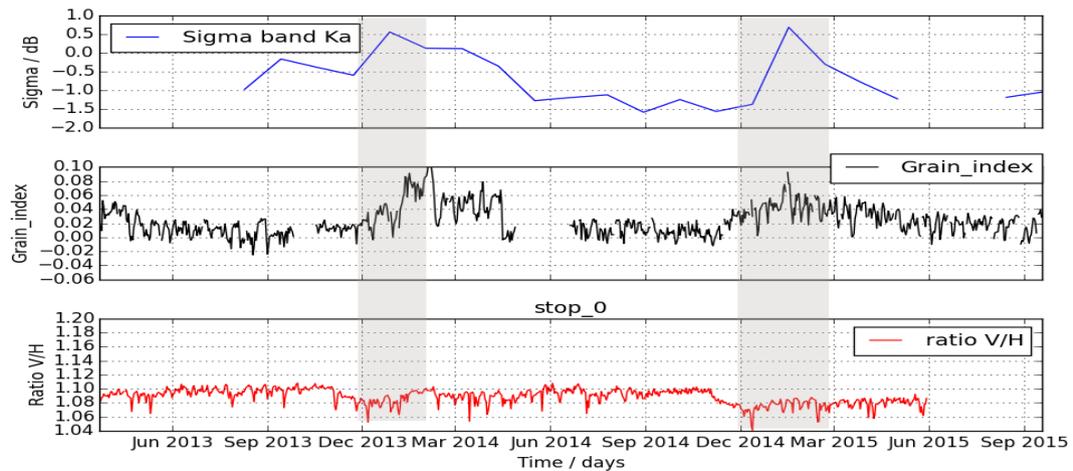
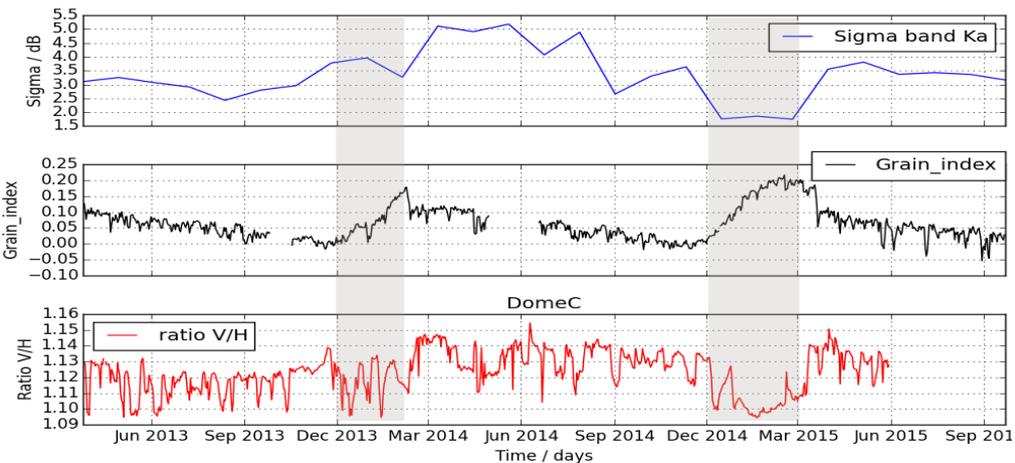
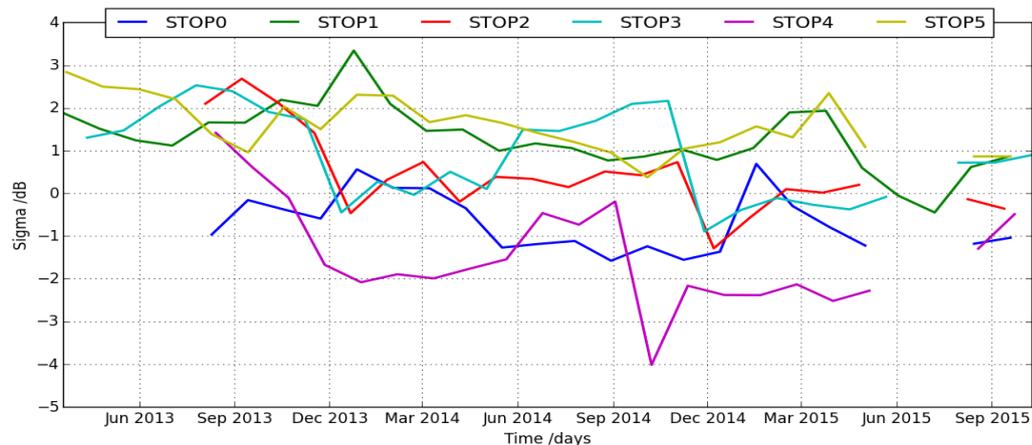
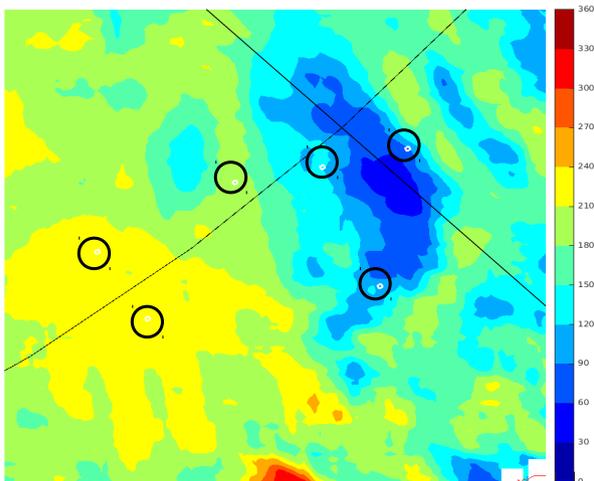


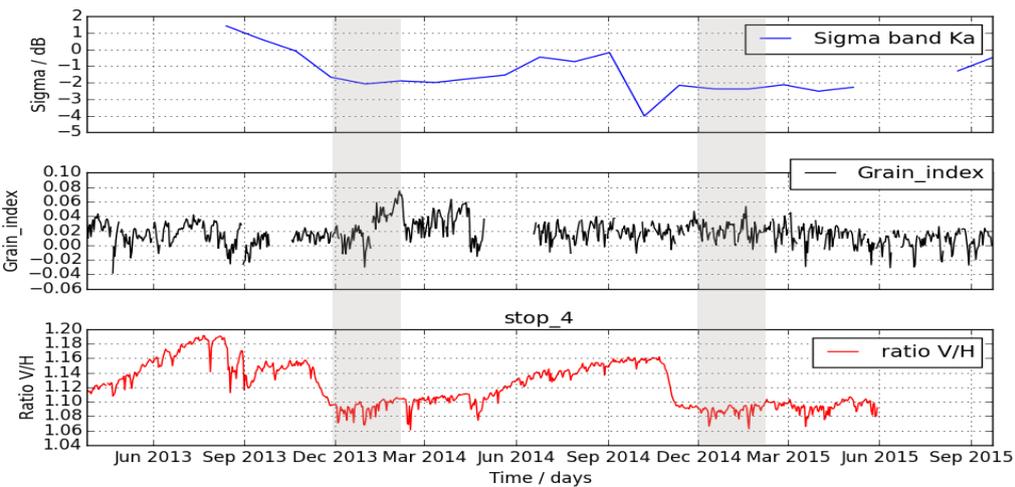
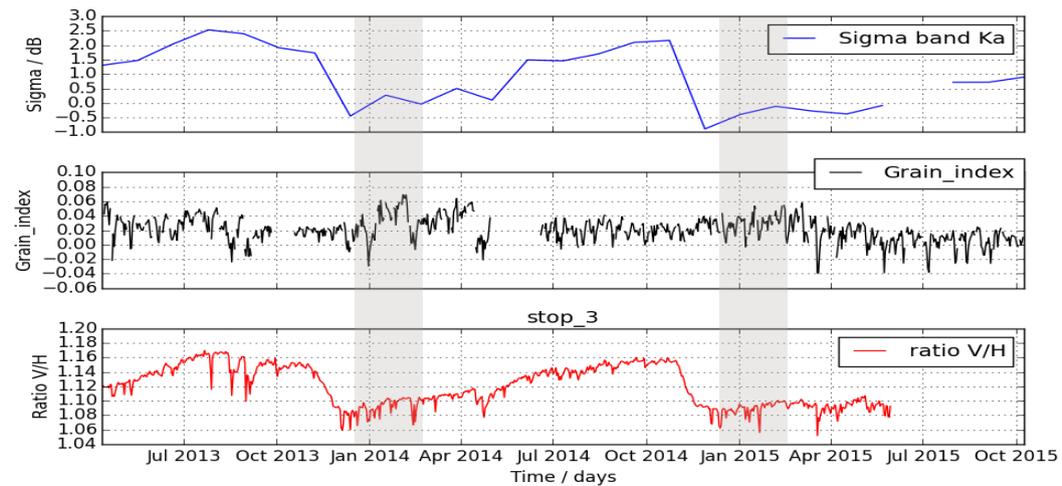
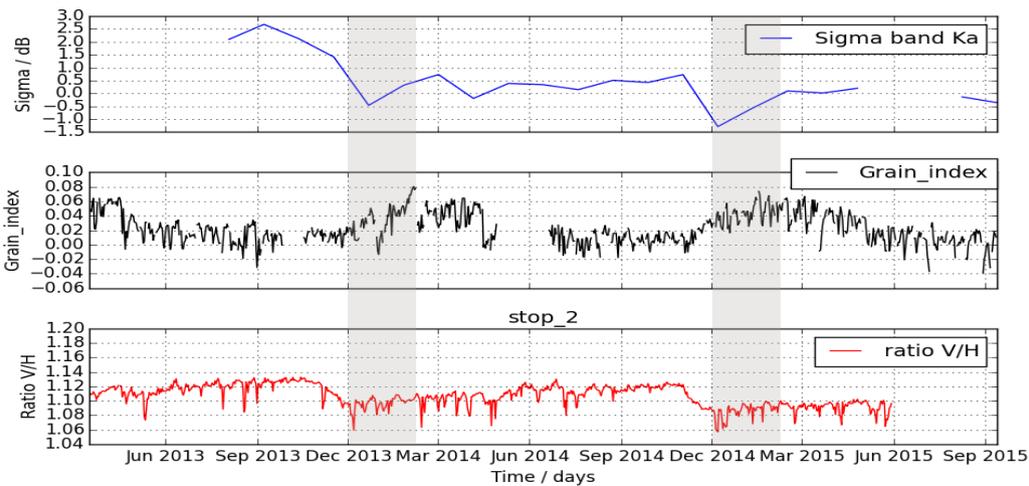
Les séries temporelles des coefficients de rétrodiffusion en bande Ku montrent deux catégories de signal.

Le signal saisonnier du coefficient de rétrodiffusion aux stops 0, 1, 2 et 5 est maximal en fin-début d'année (été) tandis qu'il est maximal en hiver aux stops 3,4.

- × Les stops 0 et 5 observés comme des surfaces "très lisses" montrent donc un signal saisonnier du coefficient de rétrodiffusion maximal en été tandis que le stop 2 observé comme une surface "très rugueuse" est maximal durant l'automne-hiver.
- × Ce résultat semble montrer que le comportement du signal saisonnier de l'altimètre dépend donc de l'état de la surface.

- Coefficient de rétrodiffusion en bande Ka (36GHz) et le paramètre GI  $= (1 - TB_{150} / TB_{89})$



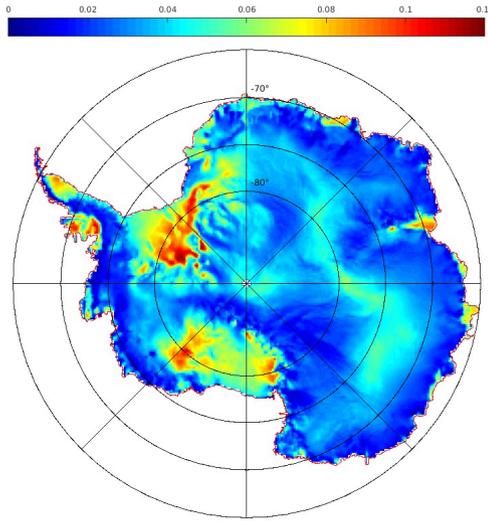


Les séries temporelles des coefficients de rétrodiffusion en bande Ka montrent deux catégories de signal.

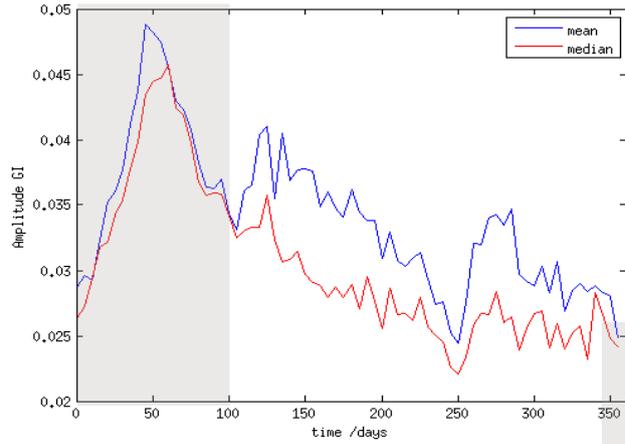
Le signal saisonnier du coefficient de rétrodiffusion aux stops 0, 1 et 5 est maximal en fin-début d'année (été) tandis qu'il est maximal en hiver aux stops 2,3,4.

- En bande Ku comme en bande Ka le comportement du signal saisonnier du coefficient de rétrodiffusion dépend de l'état de la surface.

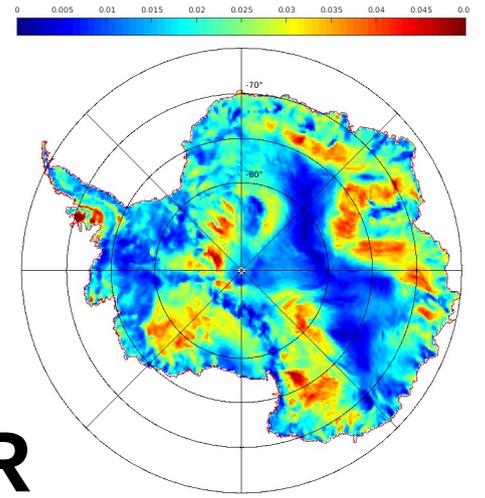
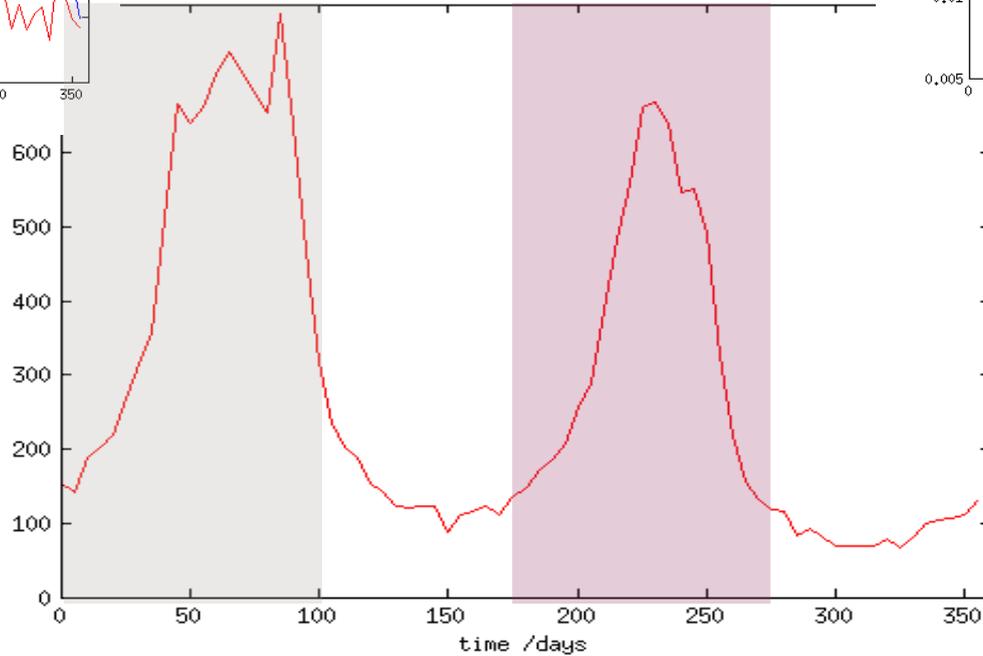
# Résumé



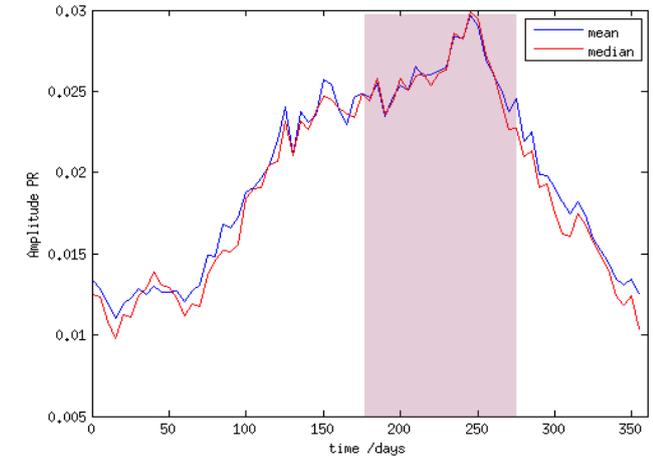
**GI**



Histogramme du maxres de Ku 25km



**PR**



# Conclusion

- La bande Ka est particulièrement sensible à la taille des grains de surface et aux très faibles précipitations (l'exemple de Dôme C).
- La comparaison du coefficient de rétrodiffusion avec les paramètres des données radiomètres (GI et PR) semblent indiquer que :
  - ✓ sur les surfaces lisses, on observe une très faible variabilité saisonnière de la densité par conséquent le signal saisonnier du coefficient de rétrodiffusion est contrôlé par la taille des grains
  - ✓ sur les surfaces rugueuses, on observe une forte variabilité saisonnière de la densité et cette dernière contrôle le signal saisonnier du coefficient de rétrodiffusion.
- Le comportement du signal saisonnier du coefficient de rétrodiffusion dépend de la rugosité de la surface.

# Perspectives

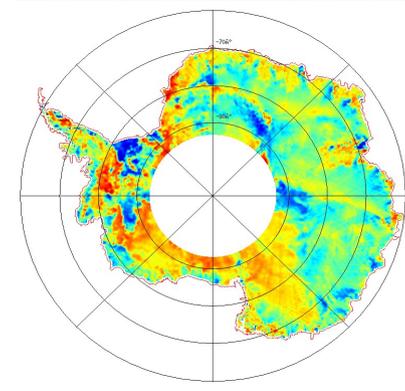
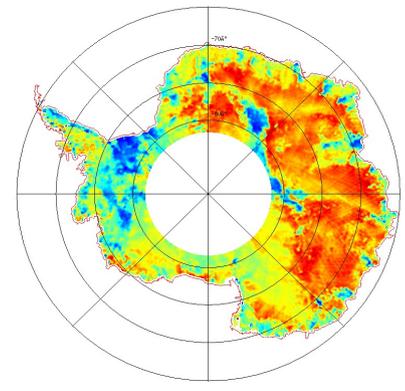
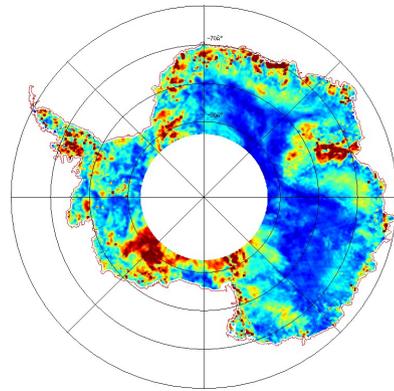
- A court terme :
  - Comprendre et décrire les mécanismes ou processus responsables du déphasage du signal saisonnier du coefficient de rétrodiffusion sur les différents états de surface de la neige. (aboutira à une publication)
  - Refaire le même exercice avec les radiomètres à viser verticale aux bords des satellites ENVISat et SARAL.
- A long terme :
  - Développer un modèle d'inversion en couplant les modèles DMRT-ML et EASI.
  - Inverser les propriétés géophysique du manteau neigeux de l'Antarctique

**MERCI**

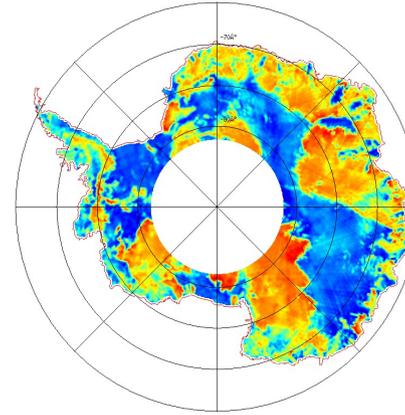
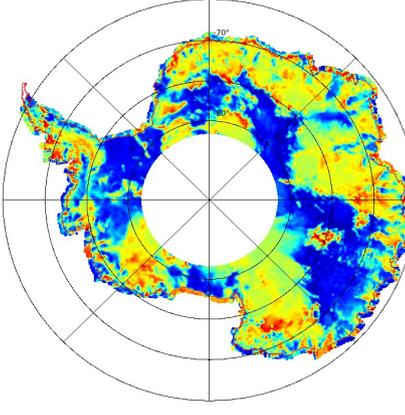
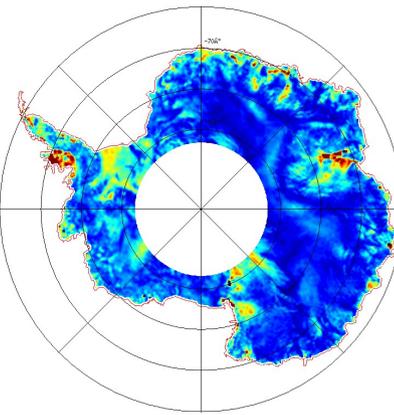
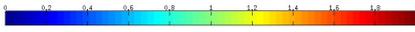
Amplitude

Phase

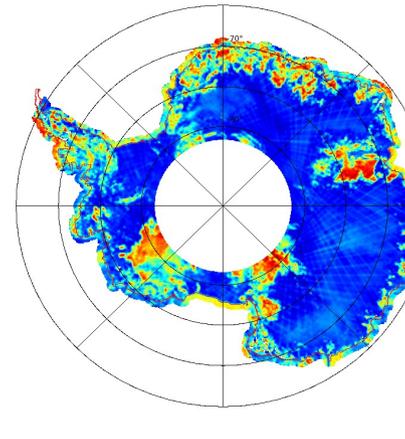
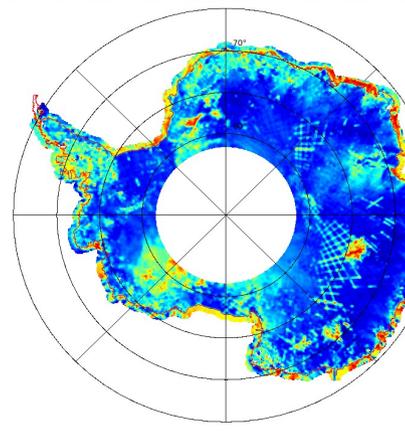
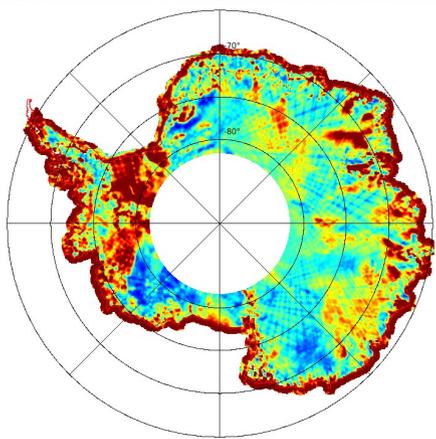
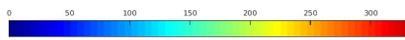
Maxres



Ka

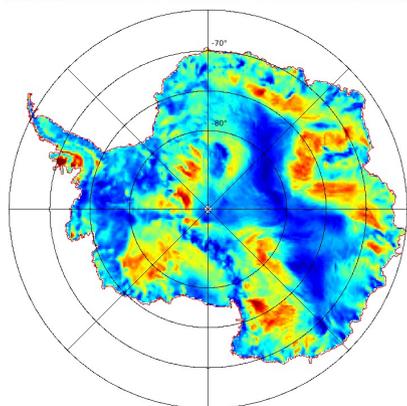
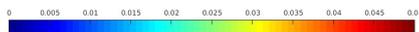


Ku

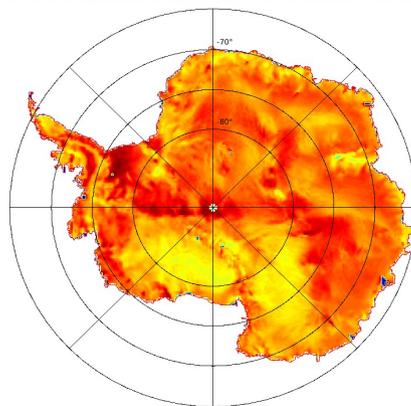


S

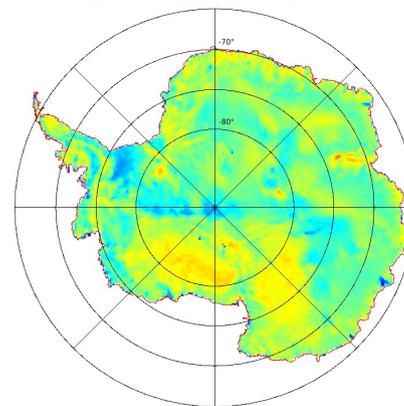
### Amplitude



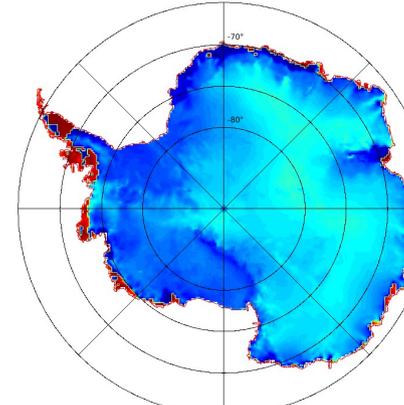
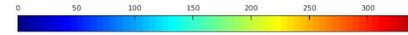
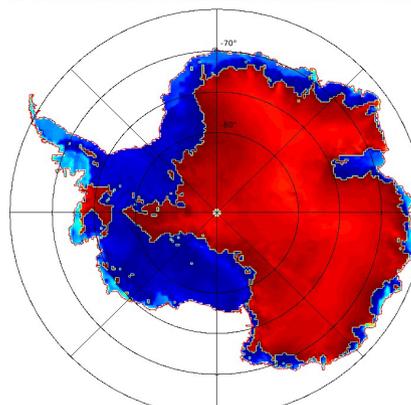
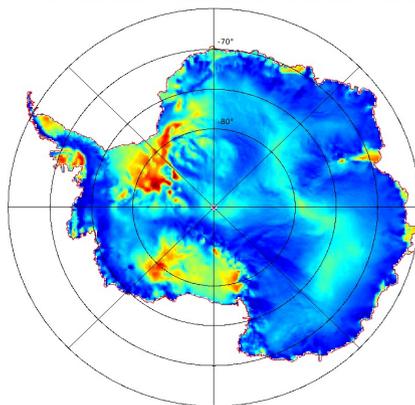
### Phase



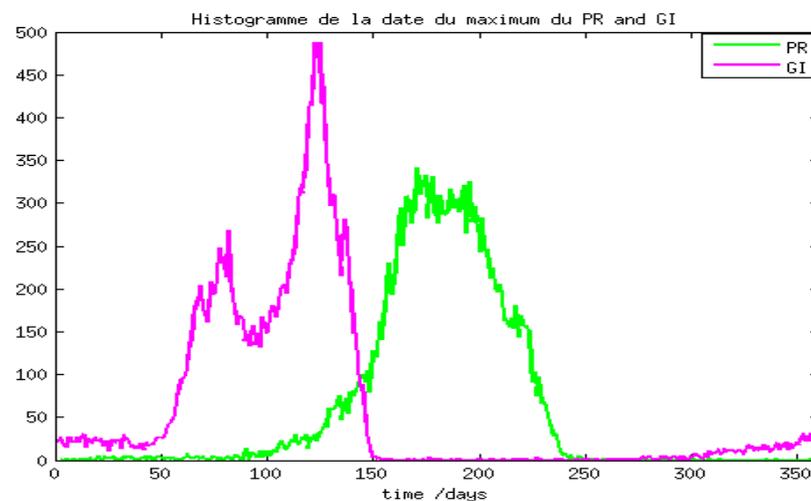
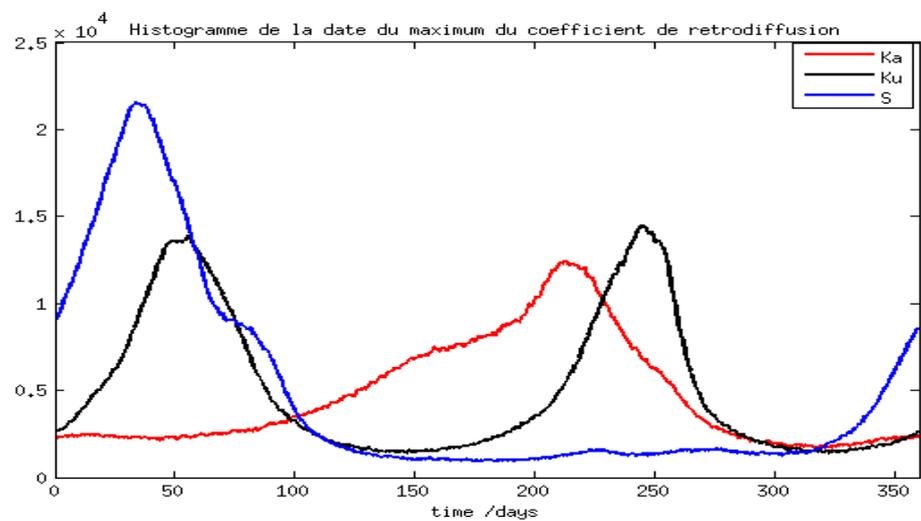
### Maxres

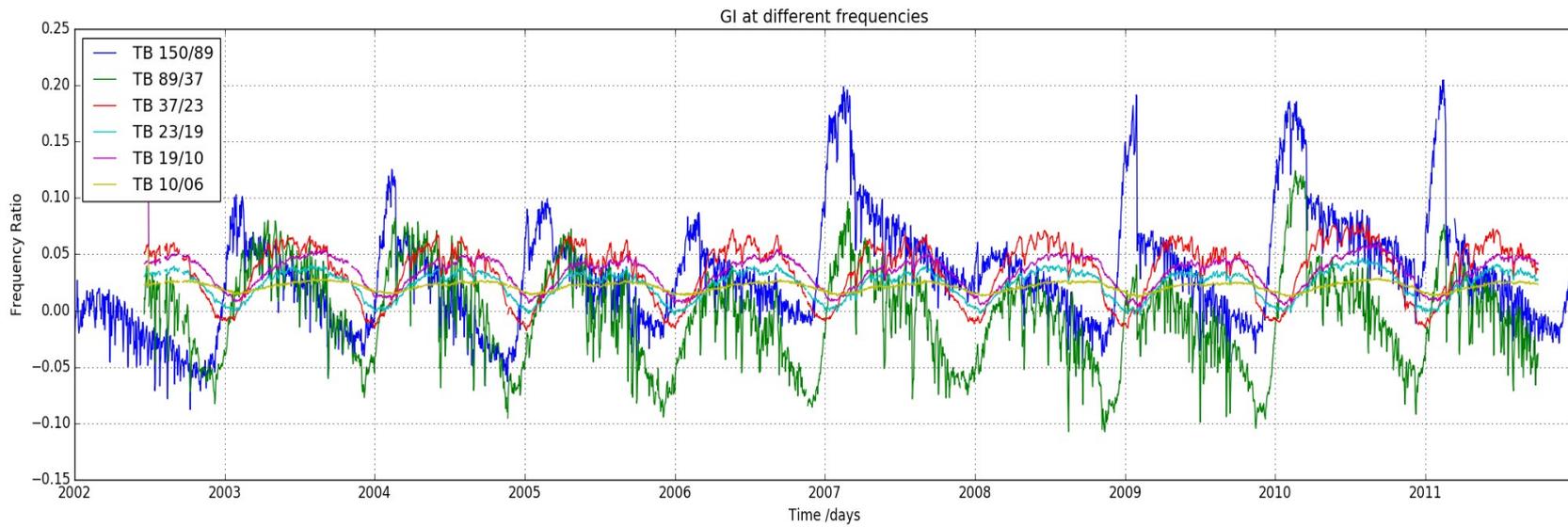


PR

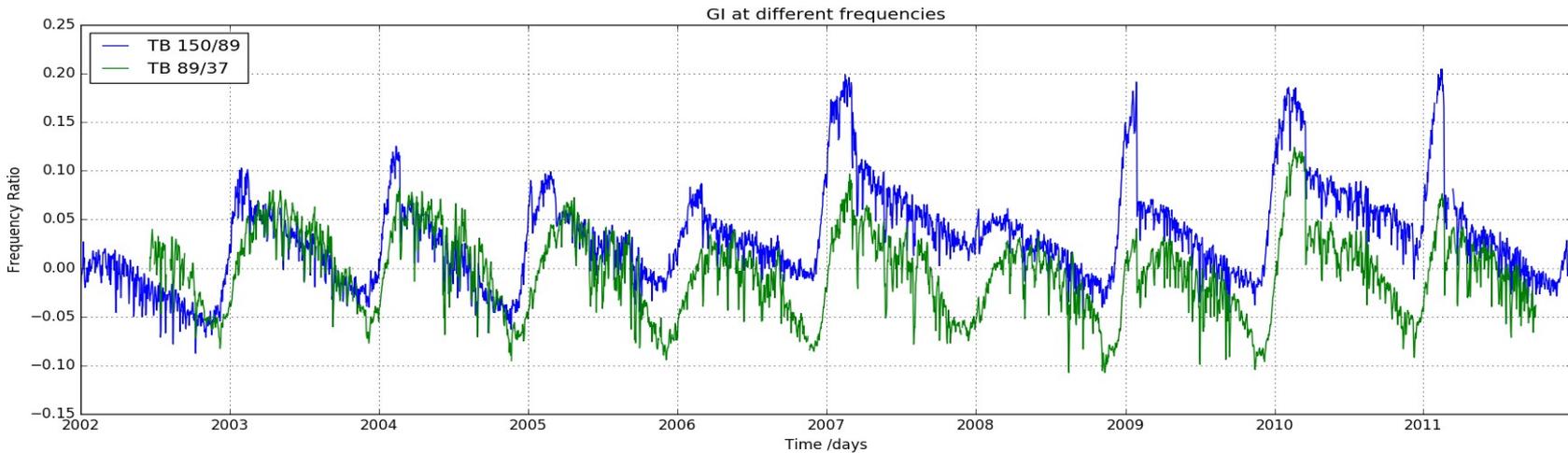


GI





Evolution saisonnière du paramètre GI calculé pour différentes fréquences (AMSU-B et AMSRE)



L'objectif de ce graphe est de montrer qu'il n'y a pas de déphasage notable entre les paramètres GI défini entre les fréquences 150 et 89GHz et les fréquences 89 et 37GHz