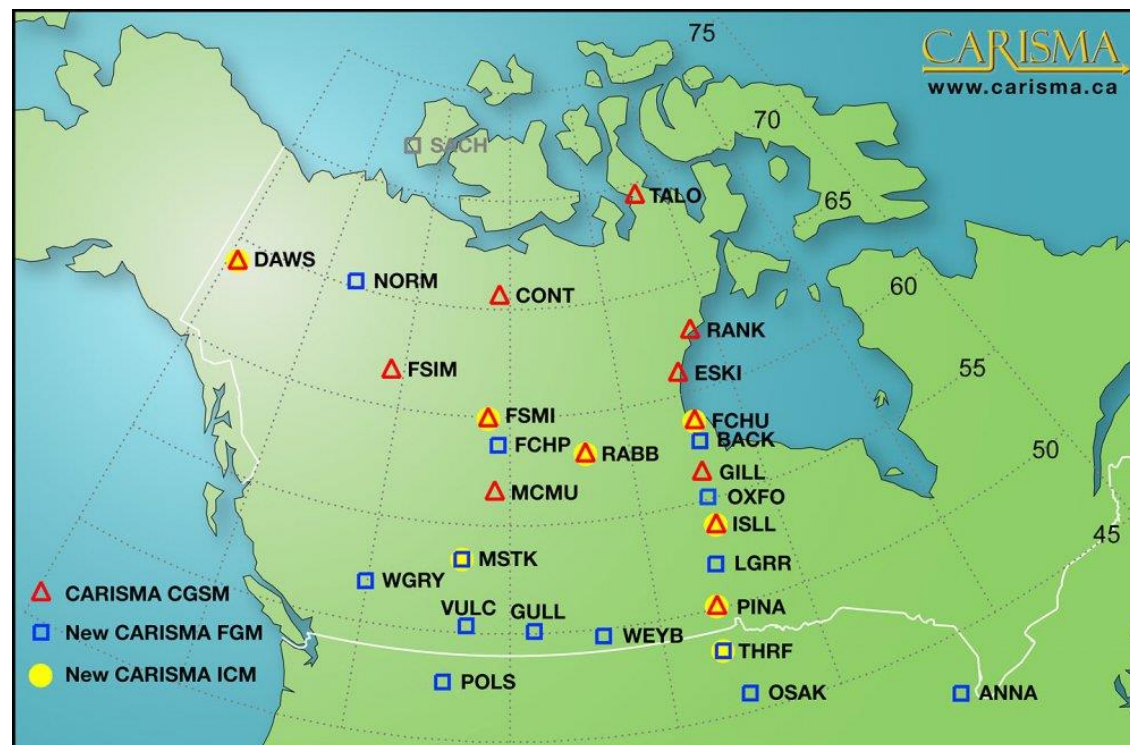
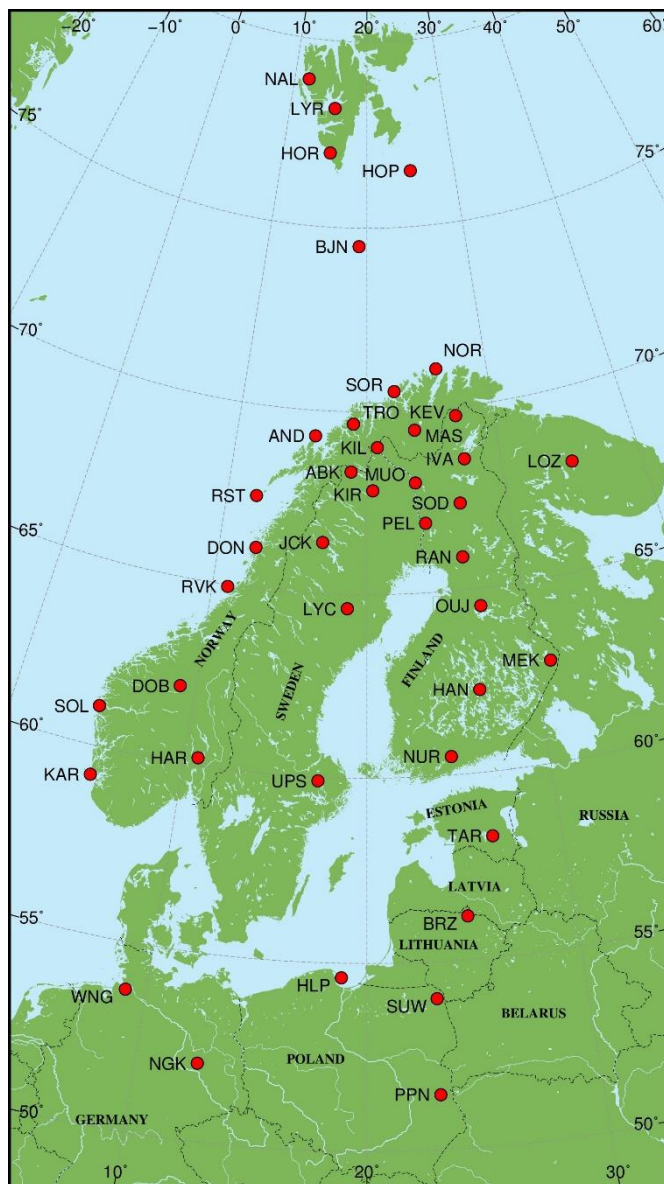


# Observation de l'ionosphère

Moyens instrumentaux au sol

# Réseaux de magnétomètres au sol



<https://www.carisma.ca/>


<https://space.fmi.fi/image/>

# Réseaux de magnétomètres au sol

INTERNET

Accueil > Observatoires Magnétiques (IMOs) > Observatoires participants (Carte)

Observatoires participants (Carte)



Un grand nombre d'observatoires magnétiques dans le monde sont membres d'INTERNET. Tous ces observatoires envoient leurs données aux Centres de données géomagnétiques (GIN). Afin de devenir un observatoire INTERNET (IMO) des conditions doivent être respectées. Ces conditions sont décrites dans le Manuel Technique d'INTERNET. Visitez la Liste des IMOs pour atteindre les

<http://www.intermagnet.org>

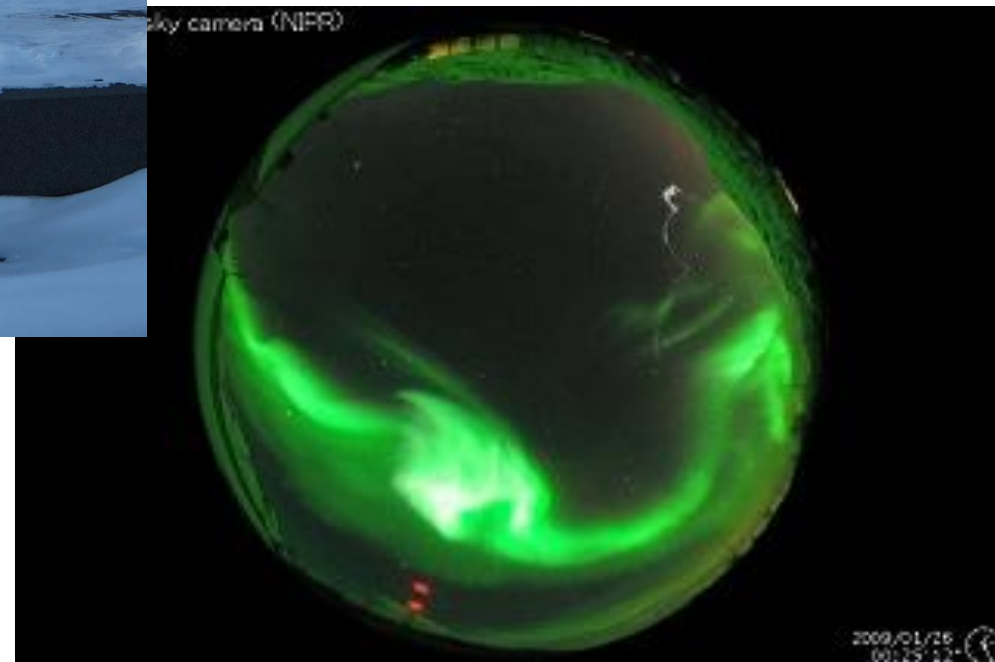
# Réseaux de magnétomètres au sol



<http://supermag.jhuapl.edu/>

# Mesure des émissions lumineuses

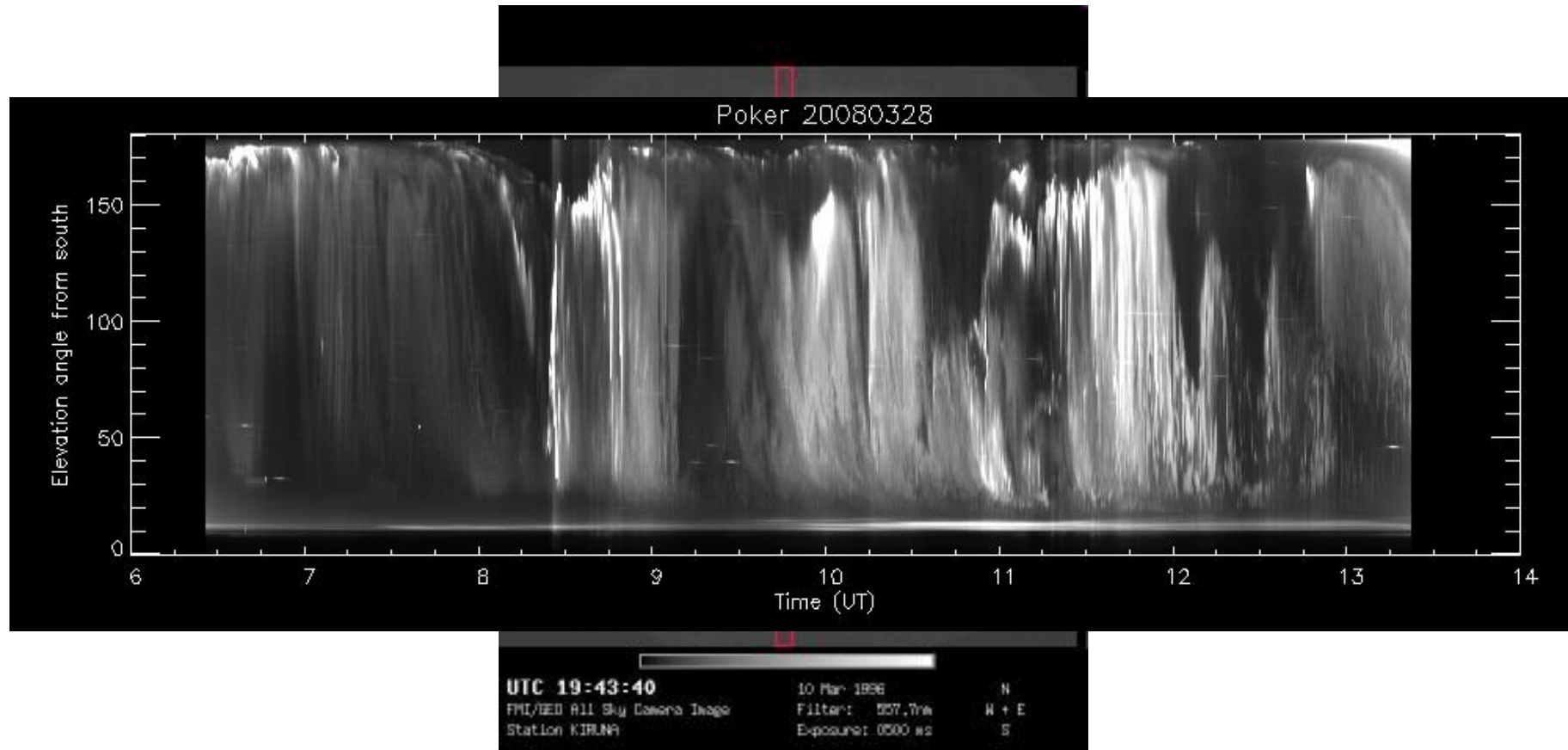
## *Caméras plein-ciel*





# Mesure des émissions lumineuses

## *Caméras plein-ciel - keograms*



# Mesure des émissions lumineuses

*Caméras plein-ciel en réseau*



# Mesure des émissions lumineuses

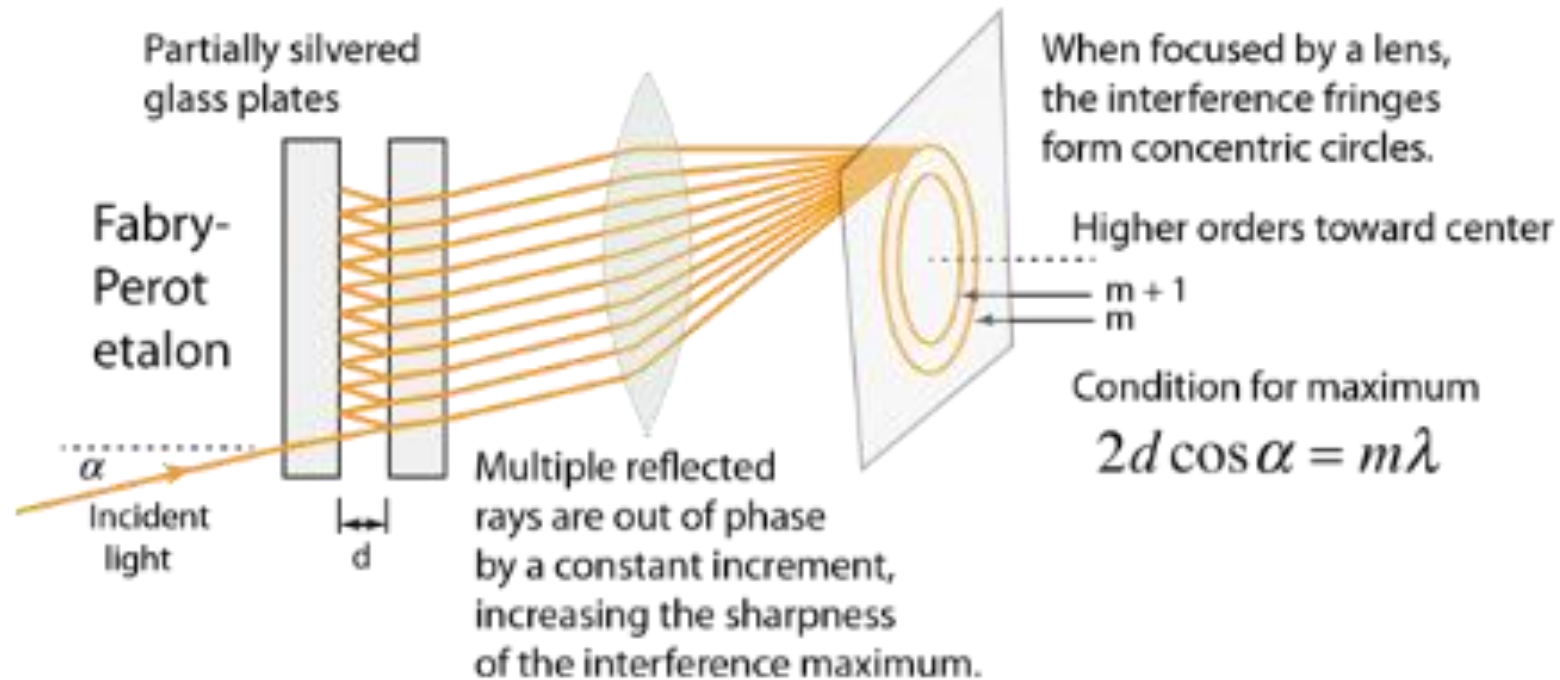
## *Caméras plein-ciel*





# Mesure des émissions lumineuses

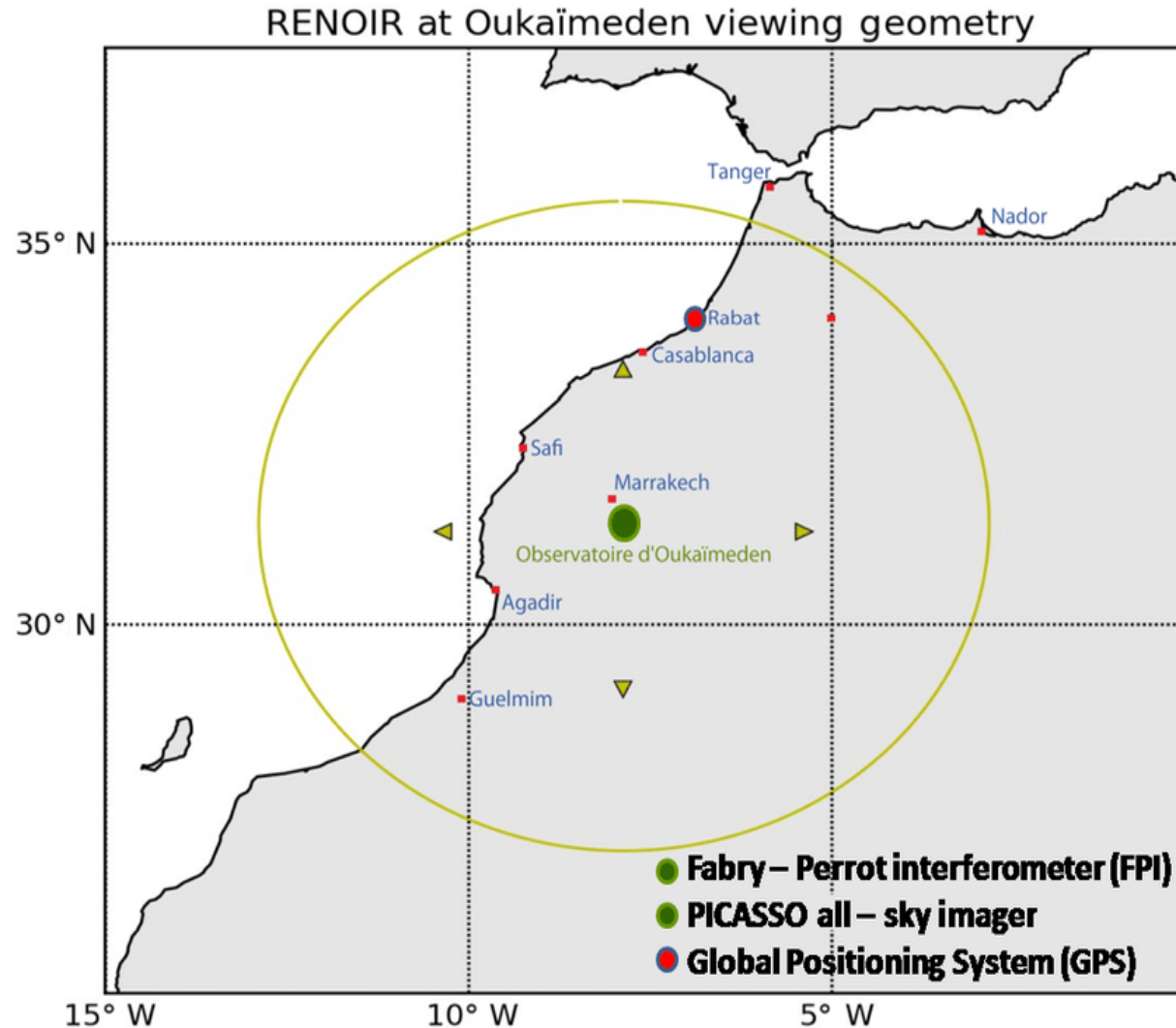
## *Interféromètre de Fabry-Perot*



Cercles obtenus dépendent de la vitesse (Doppler) et de la température de l'espèce émettrice.

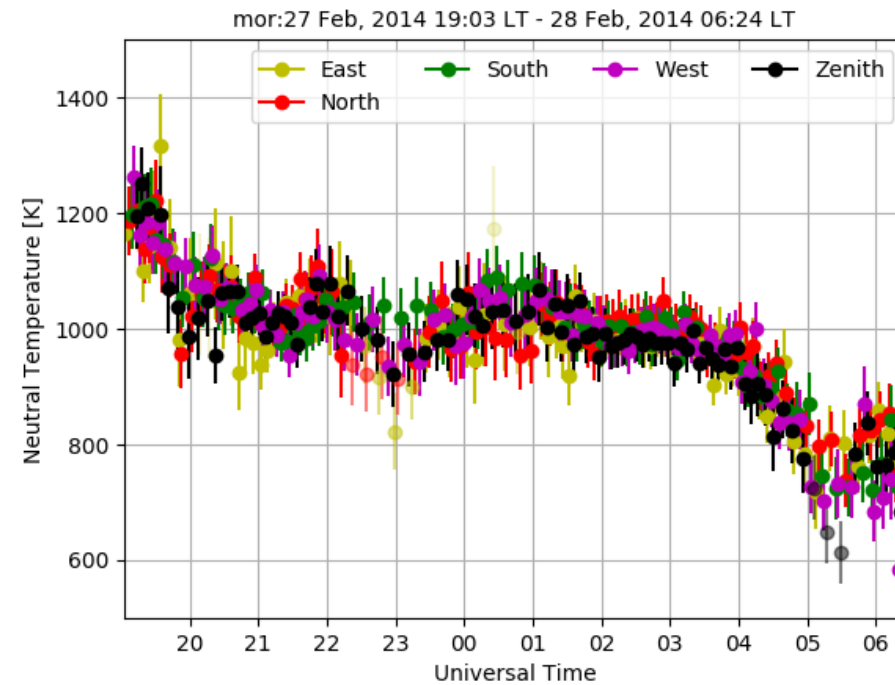
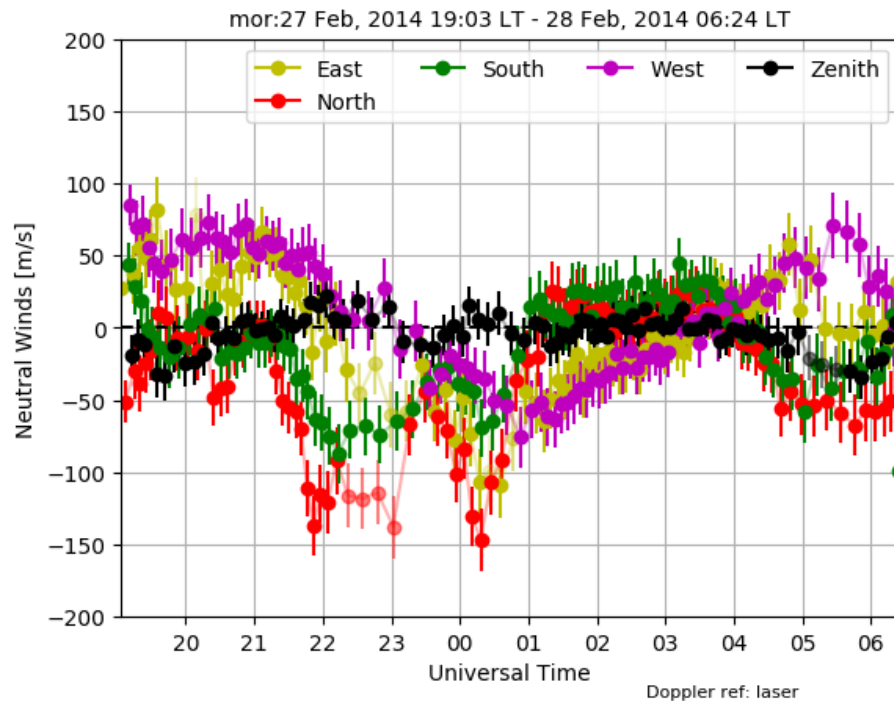
# Mesure des émissions lumineuses

## *Interféromètre de Fabry-Perot*



# Mesure des émissions lumineuses

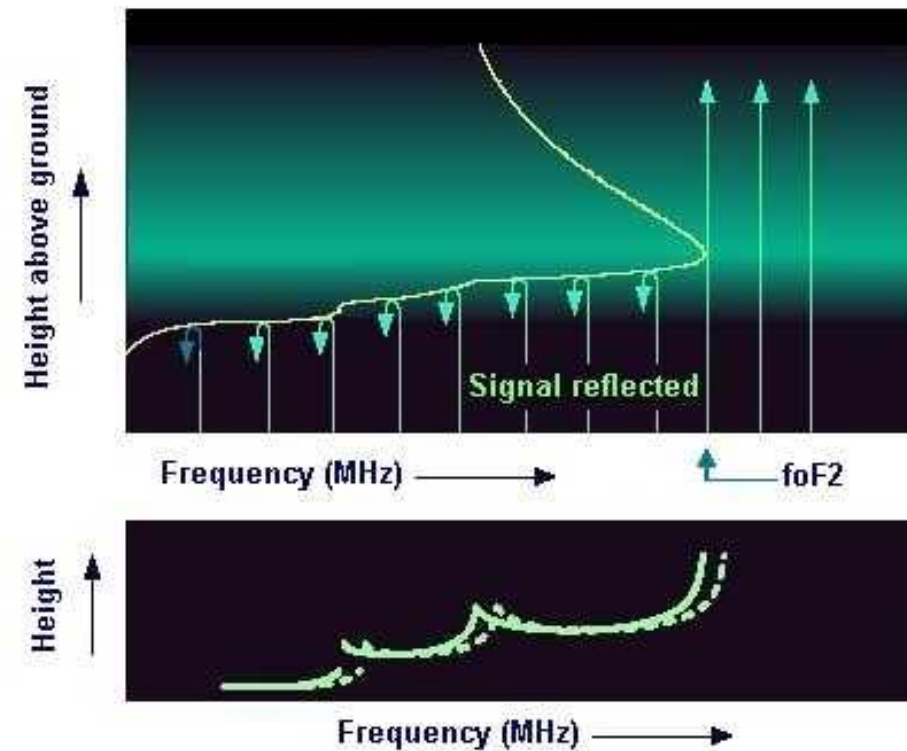
## *Interféromètre de Fabry-Perot*



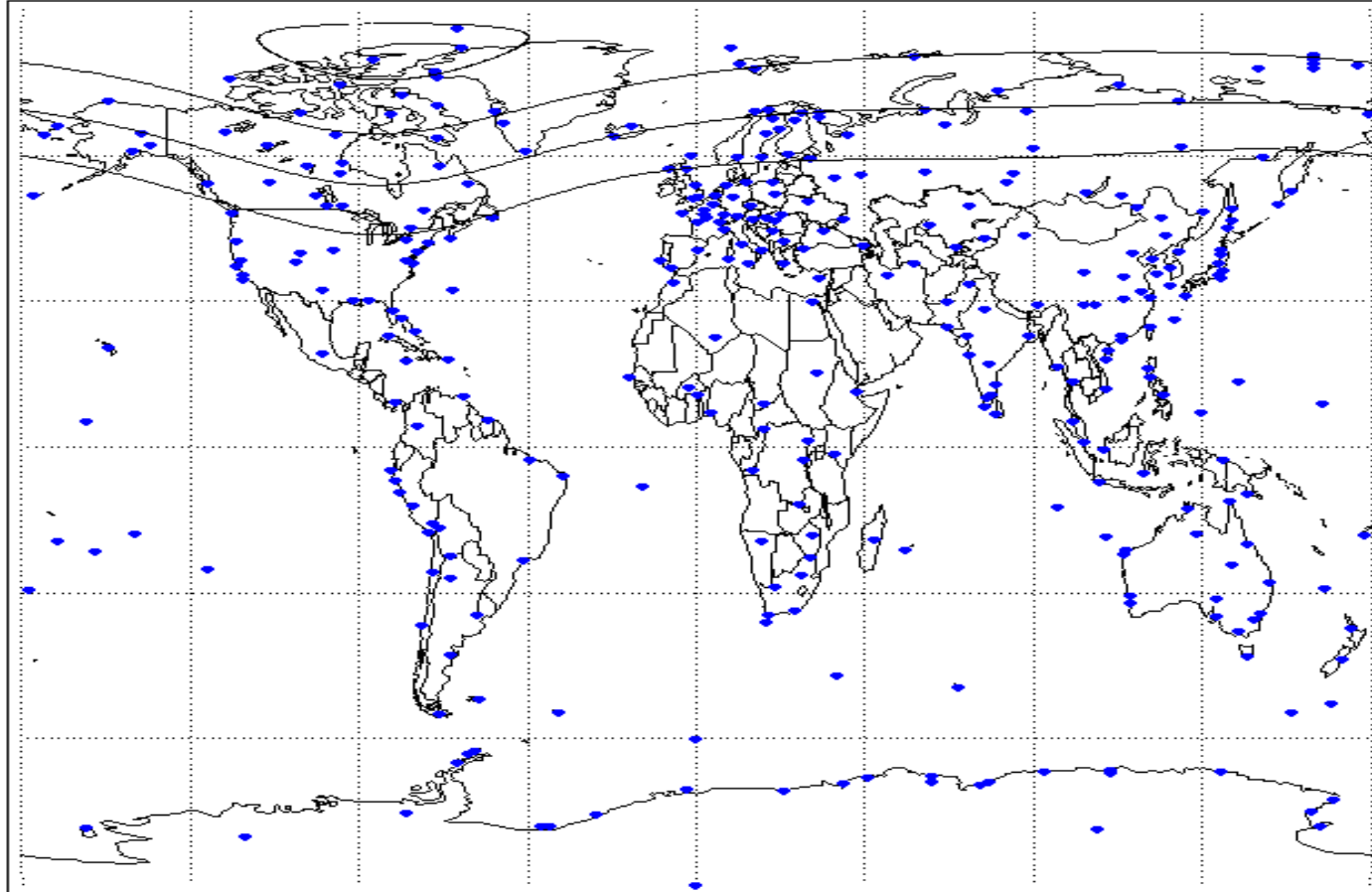
# Ionosondes

$$n^2 = 1 - \frac{\omega_P^2}{\omega^2}$$

- Gamme du MHz. Balayage en fréquence jusqu'à obtenir la fréquence plasma.
- Valable tant que Ne croit!
- Pas accès aux altitudes plus hautes que le maximum de région F.



# Ionosondes

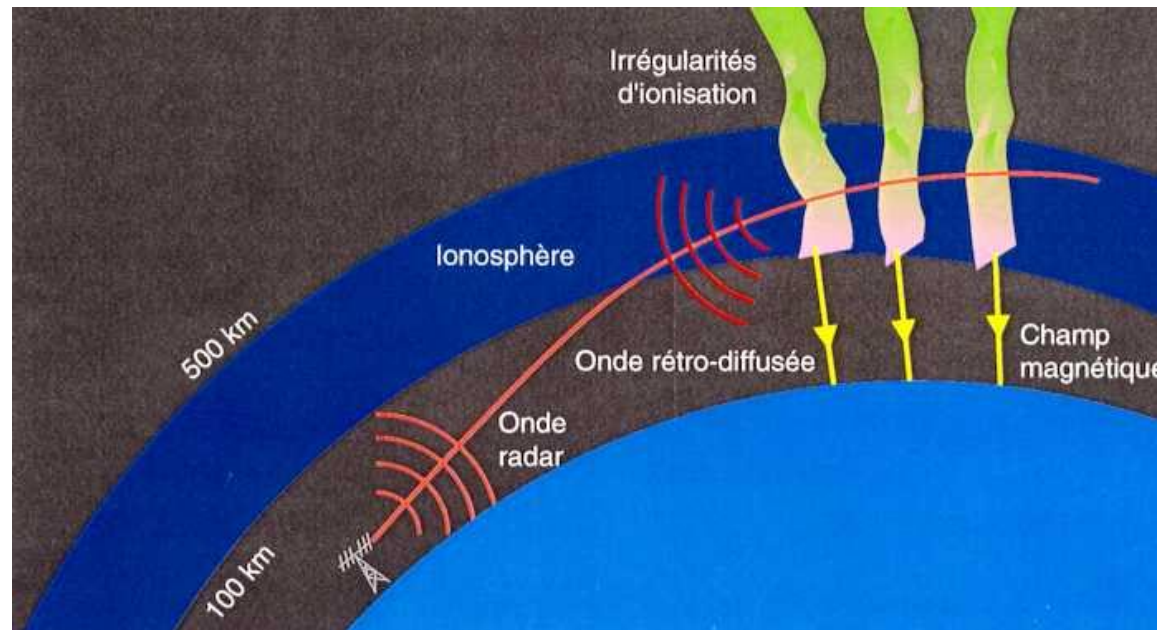


<ftp://ftp.ngdc.noaa.gov/ionosonde/data/>



# Radars à diffusion cohérente

Les radars HF permettent d'étudier les mouvements horizontaux à grande échelle de l'ionosphère. Ils émettent des ondes radioélectriques, de fréquence ajustable entre 8 et 20 MHz, qui sont réfractées dans l'ionosphère. Une partie de l'énergie est rétrodiffusée (diffusion de Bragg) par la structure irrégulière du plasma et revient vers le radar. L'onde rétrodiffusée subit par effet Doppler un changement de fréquence proportionnel à la composante perp. à **B** de la vitesse du plasma.



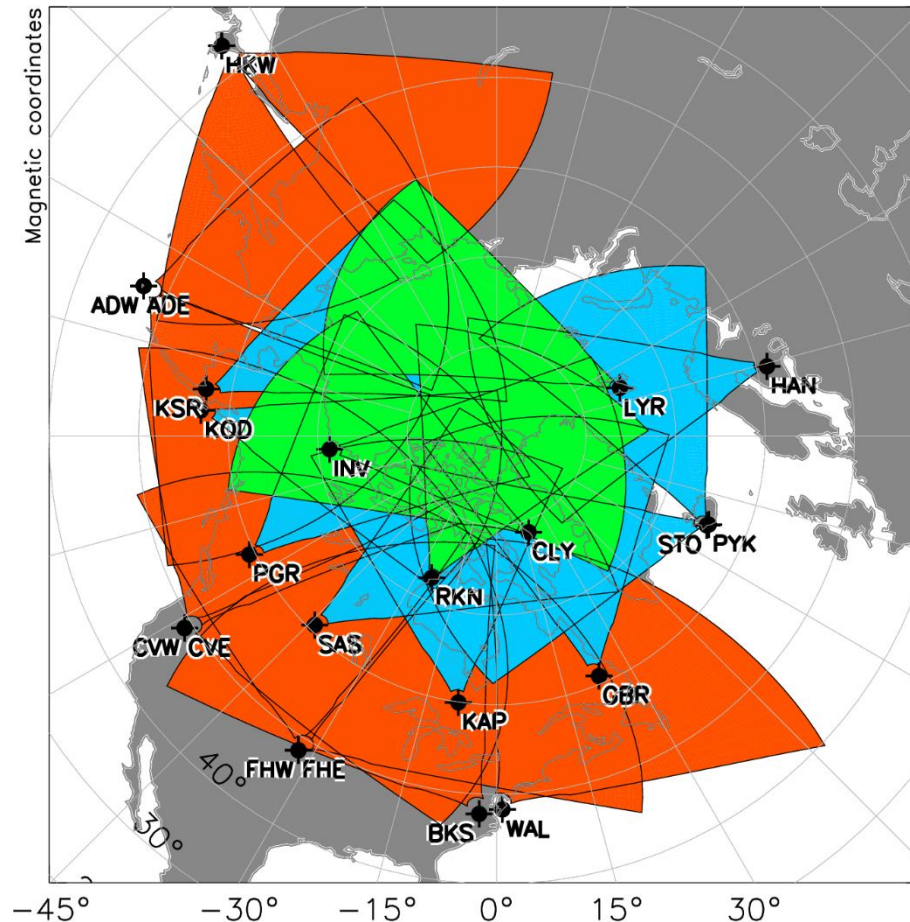
# Radars à diffusion cohérente



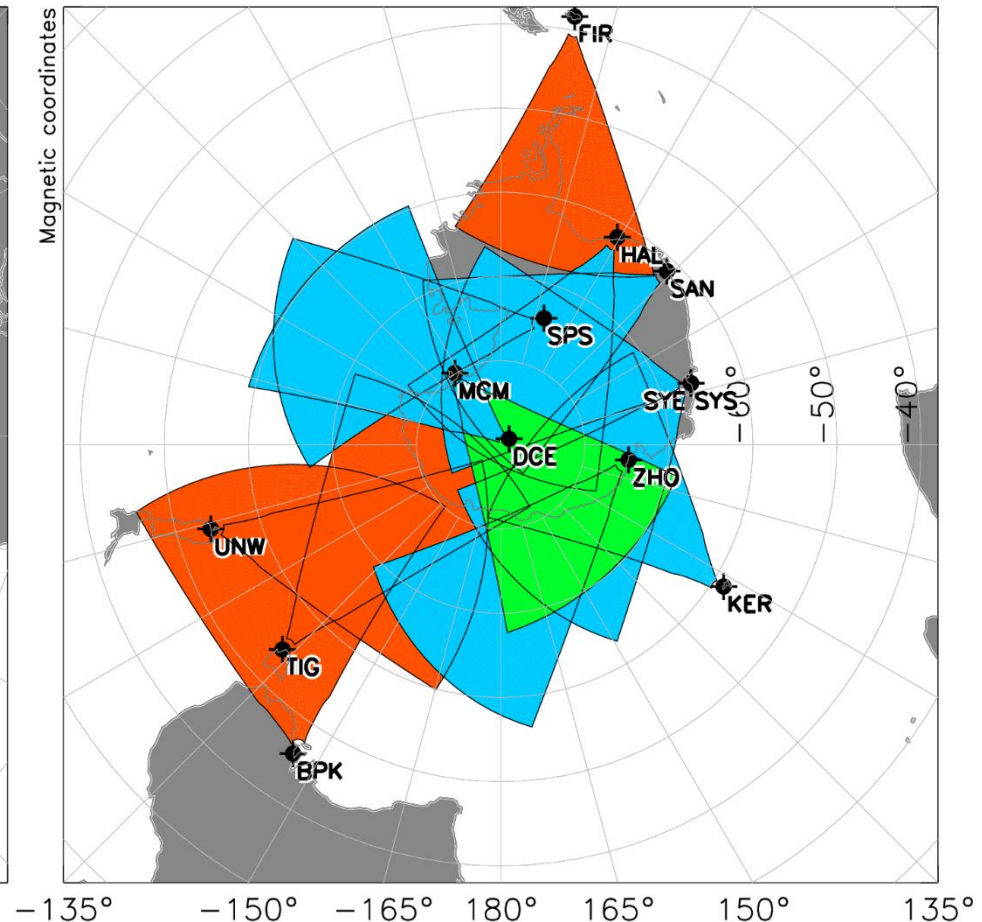
# Radars à diffusion cohérente

## *SuperDARN*

### Northern Hemisphere



### Southern Hemisphere



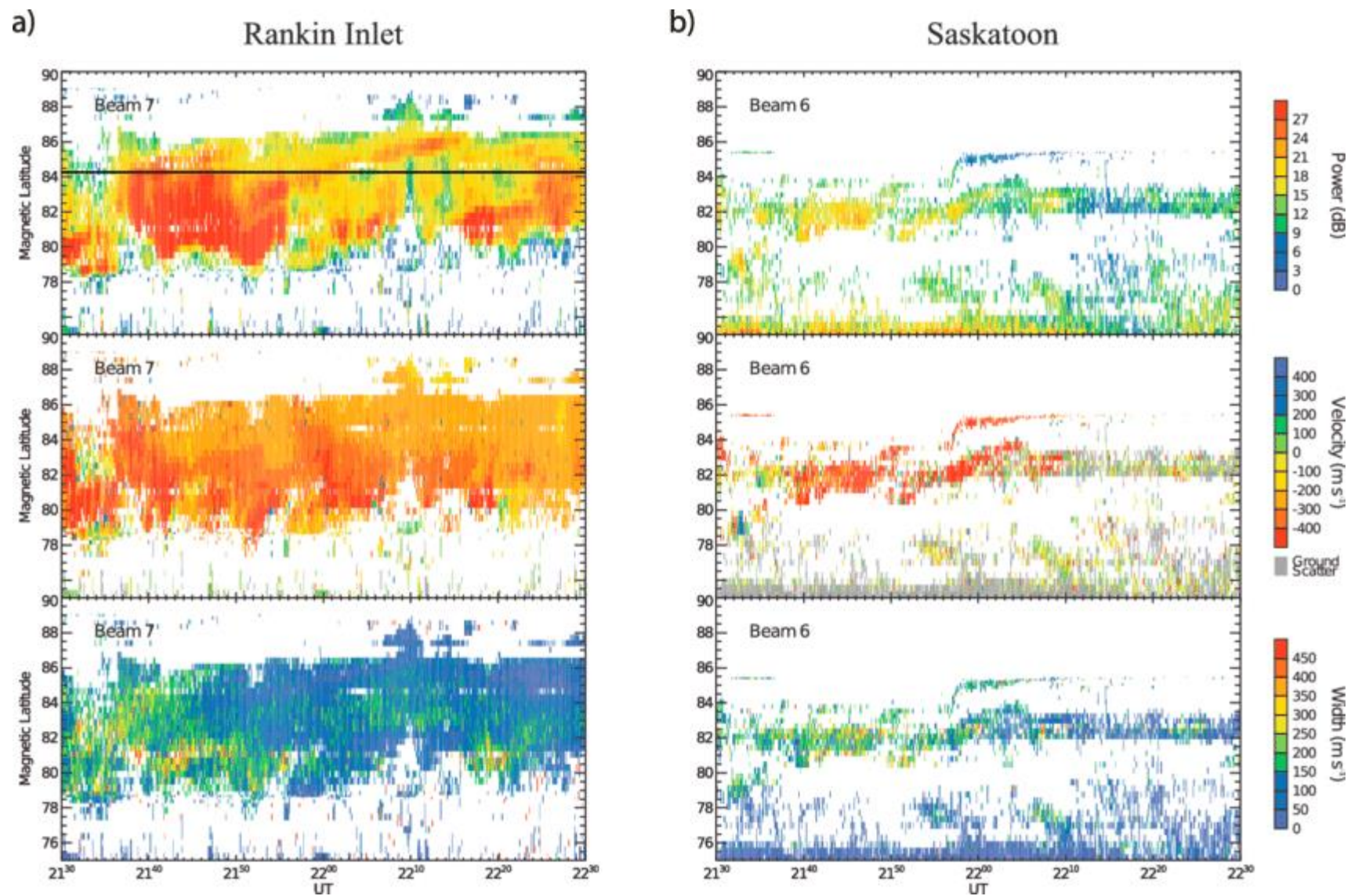
High-latitude

Mid-latitude

Polar cap

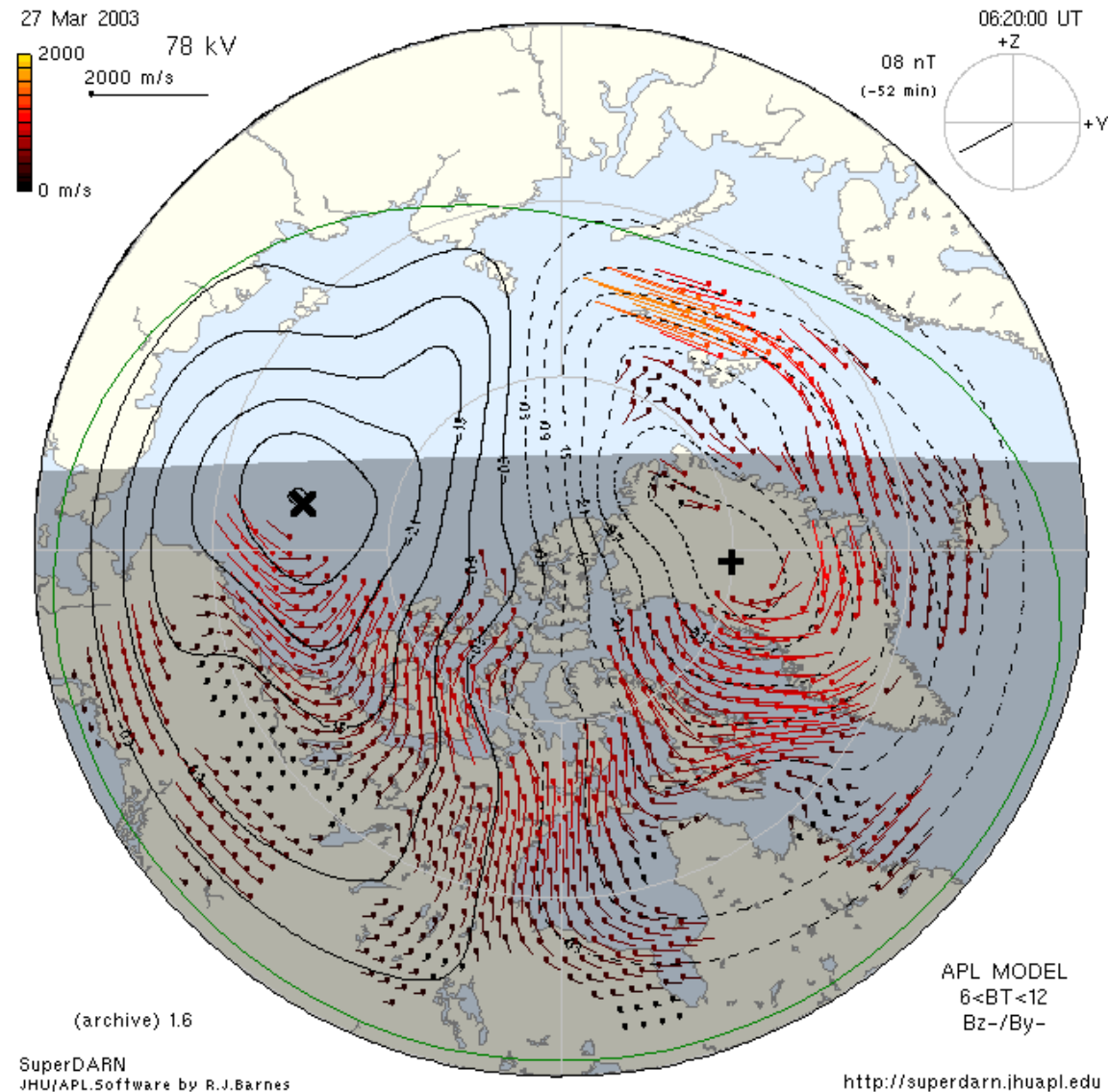


# SuperDARN



# SuperDARN


## *Circulation globale*






# Accès aux données SuperDARN

<http://vt.superdarn.org>

 **VirginiaTech**  
*Invent the Future*

College of **Engineering**

 **SuperDARN**  
*Space@VT*


Optional Login:  Password:   [Forgot Login/Password?](#) | [Register](#)

Virginia Tech Home  
ECE Department  
Space@VT  
Calendar

▼ **SuperDARN**  
News  
SD Working Groups  
SD Pub List  
SD Documents  
SD Tech News  
SD-Van Allen Probes  
Space Weather Portal

▼ **VT SuperDARN**  
Personnel  
Contact/Visit Us  
VT Pub List  
Tutorials  
Student Opportunities  
Group Meetings

▼ **Radars**  
Maps/Tables/Links  
Operating Schedule  
Radar Coverage Tool  
Conjugate FOV Tool  
Radar Finder  
Ray-Tracing Tool



Jump to Photo

**LIFTOFF OF ORBITAL ATK'S ANTARES ROCKET CARRYING CARGO RESUPPLY FOR THE ISS FROM THE NASA WALLOPS FLIGHT FACILITY**  
The launch of the resupply vehicle on Nov. 12, 2017, 7:19 am viewed from the grounds of the SuperDARN Wallops radar (Photo credit: Philip Smith)

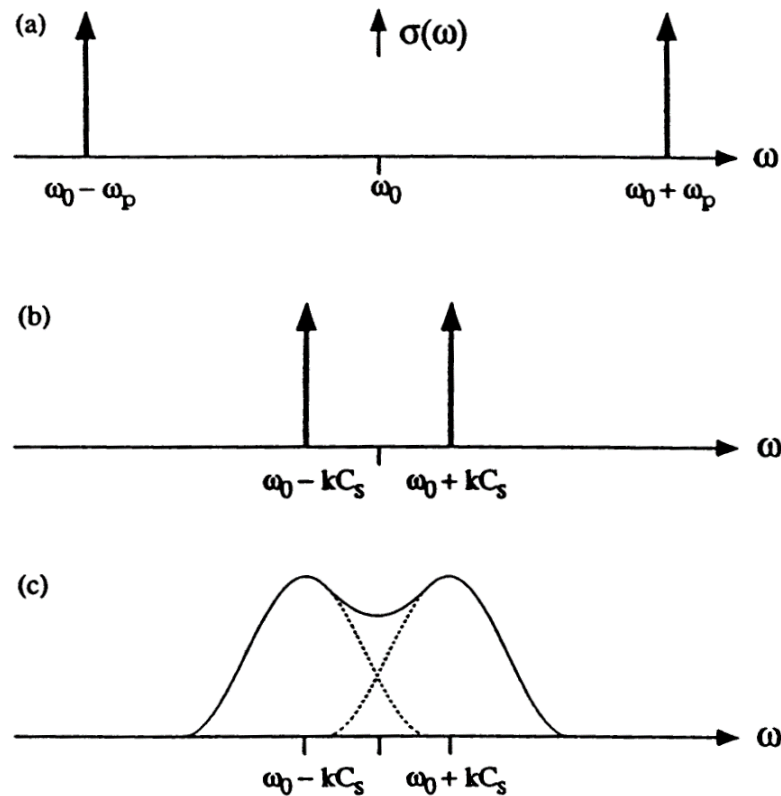
Welcome to SuperDARN!

SuperDARN stands for Super Dual Auroral Radar Network. The network consists of more than 30 low-power HF radars that look into Earth's upper atmosphere beginning at mid-latitudes and extending into the polar regions. The radars operate continuously and observe the motion of charged particles (plasma) in the ionosphere and other effects that provide scientists with information on Earth's space environment. The knowledge gained from this work provides insight into space weather hazards including radiation exposure for high-altitude travelers and disruptions to communication networks, navigation systems (GPS), and electrical power grids.

En attente de vt.superdarn.org...

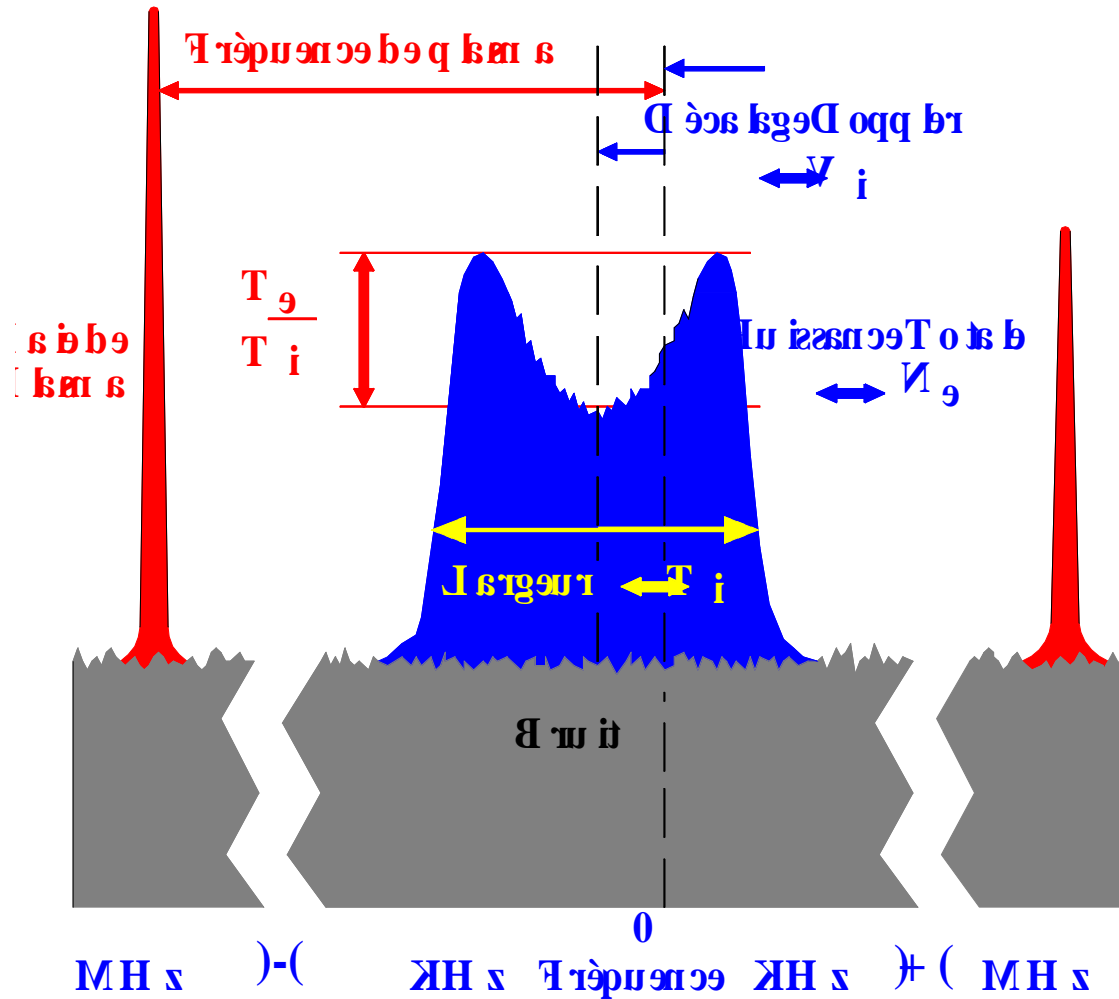
# Radars à diffusion incohérente

Signal rétrodiffusée par les électrons libres (diffusion Thomson)...  
dont le mouvement est contraint pas les ions.



# Radars à diffusion incohérente

Spectre de diffusion incohérente



# Radars à diffusion incohérente

## *EISCAT Svalbard Radar (ESR)*



# Radars à diffusion incohérente

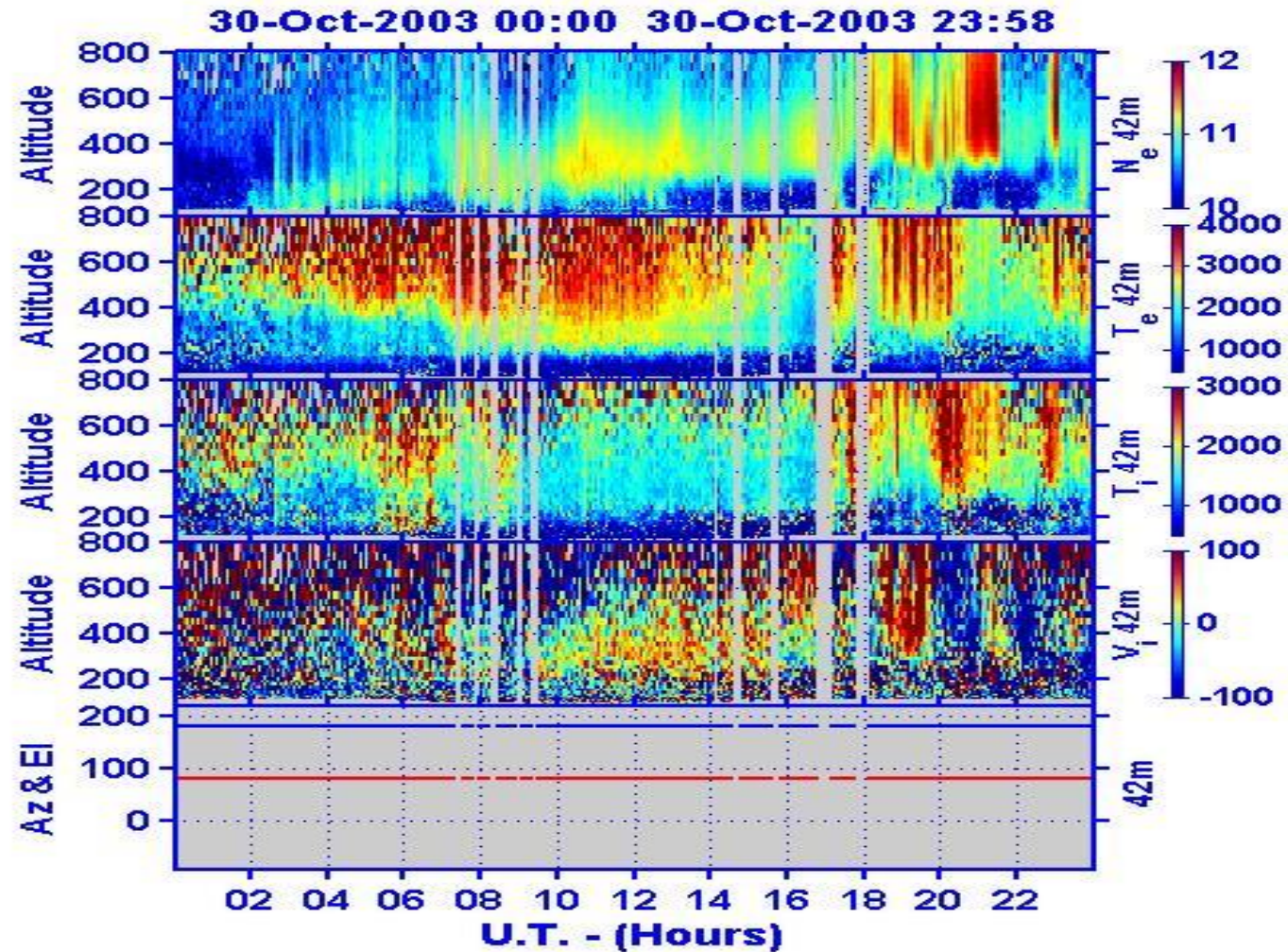
## *EISCAT Svalbard Radar (ESR)*





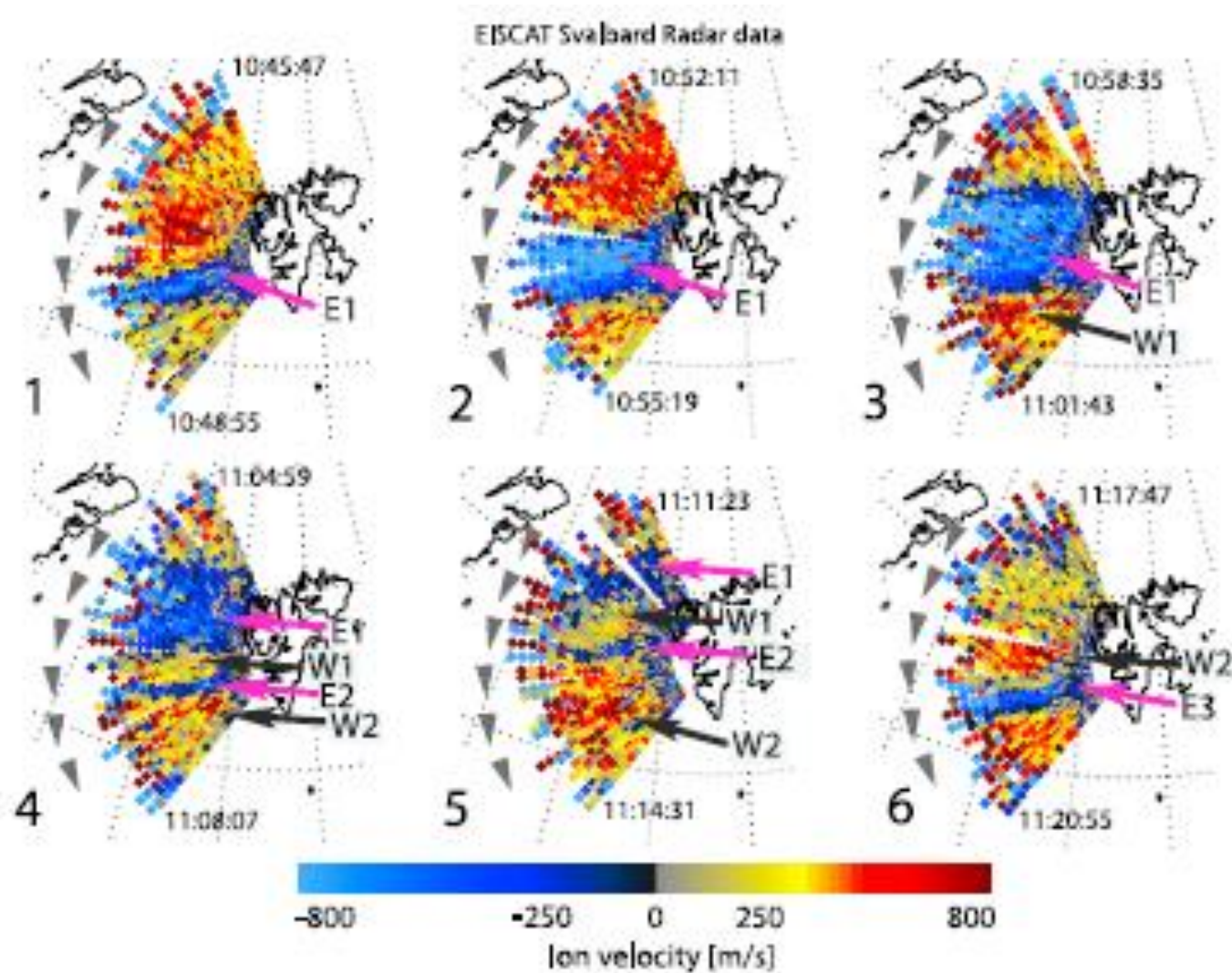
# Données EISCAT

## *Le long du champ magnétique*



# Données EISCAT

## *Scan en azimuth*





# Accès aux données EISCAT et radars (IS)

<https://portal.eiscat.se/madrigal/>

- [Tutorial](#)
- [Simple Local Data Access](#)
- [Full Data Access](#)
- [Run Models](#)
- [Documentation](#)
  - [Web access](#)
  - [Script access](#)
- [Open Madrigal](#)

## Welcome to the Madrigal Database at EISCAT

Madrigal is an upper atmospheric science database used by groups throughout the world. Madrigal is a robust, World Wide Web based system capable of managing and serving archival and real-time data, in a variety of formats, from a wide range of upper atmospheric science instruments. Data at each Madrigal site is locally controlled and can be updated at any time, but shared metadata between Madrigal sites allow searching of all Madrigal sites at once from any Madrigal site.

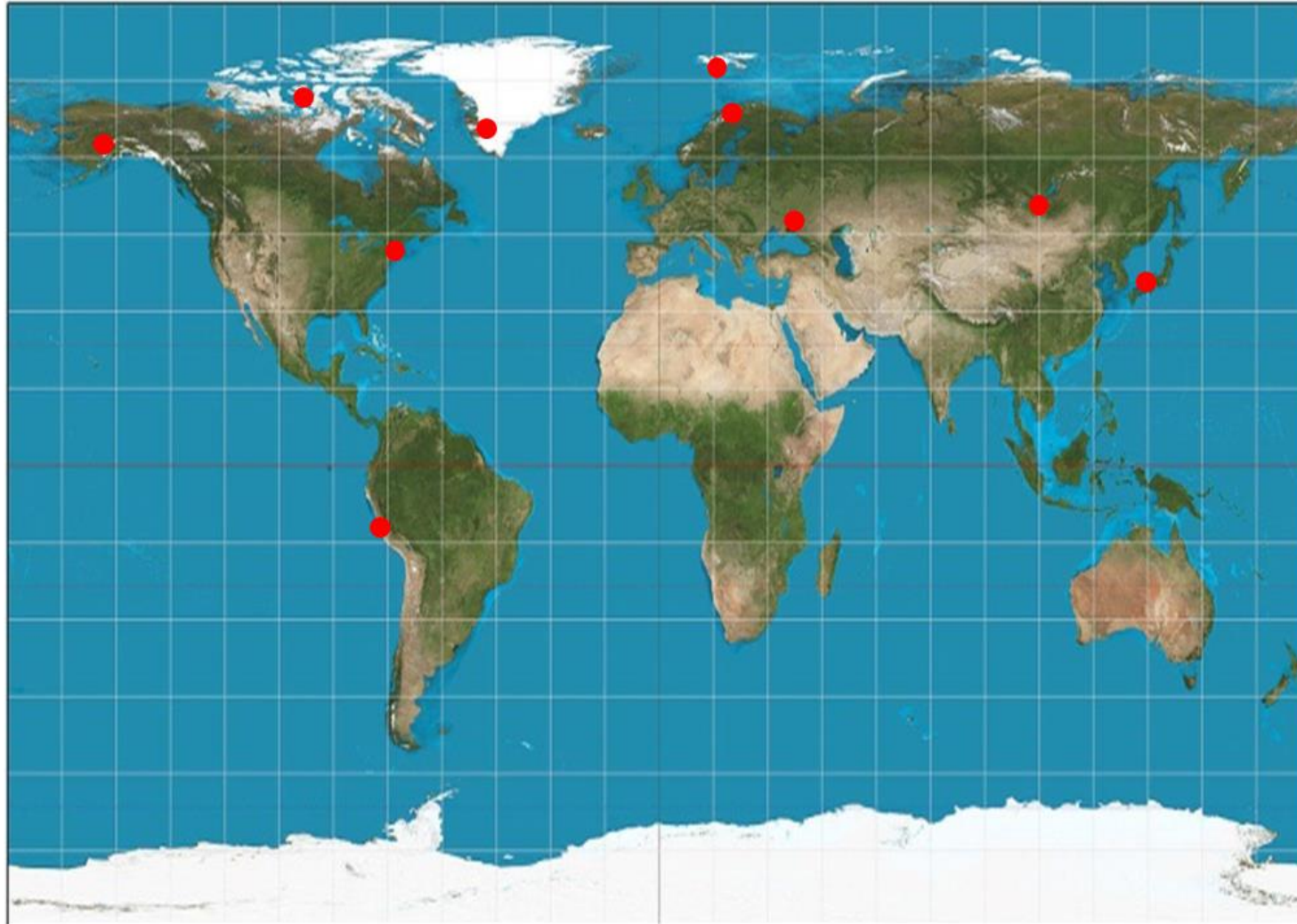
Data can be accessed from a variety of Madrigal sites, including (but not limited to) [Millstone Hill](#), USA, [Arecibo](#), Puerto Rico, [EISCAT](#), Sweden, [SRI International](#), USA, [Cornell University](#), USA, [Jicamarca](#), Peru, the [Institute of Geodesy and Geophysics](#), the Chinese Academy of Sciences, and finally, the archival [CEDAR](#) site. To see a list of all Madrigal sites, choose [Full Data Access](#) and select *Go to a different Madrigal site*. Data can also be accessed directly, using [APIs](#) which are available for several popular programming languages (Matlab, python, and IDL). A Subversion archive of all Madrigal software and documentation is available from the [Open Madrigal](#) Web site. The latest version of Madrigal and the remote API's may also be downloaded from there.



Suggestions and comments should be directed to  
[Madrigal administrator](#)

[madrigal.igccas.ac.cn/madrigal/](http://madrigal.igccas.ac.cn/madrigal/)

# Radars IS dans le monde



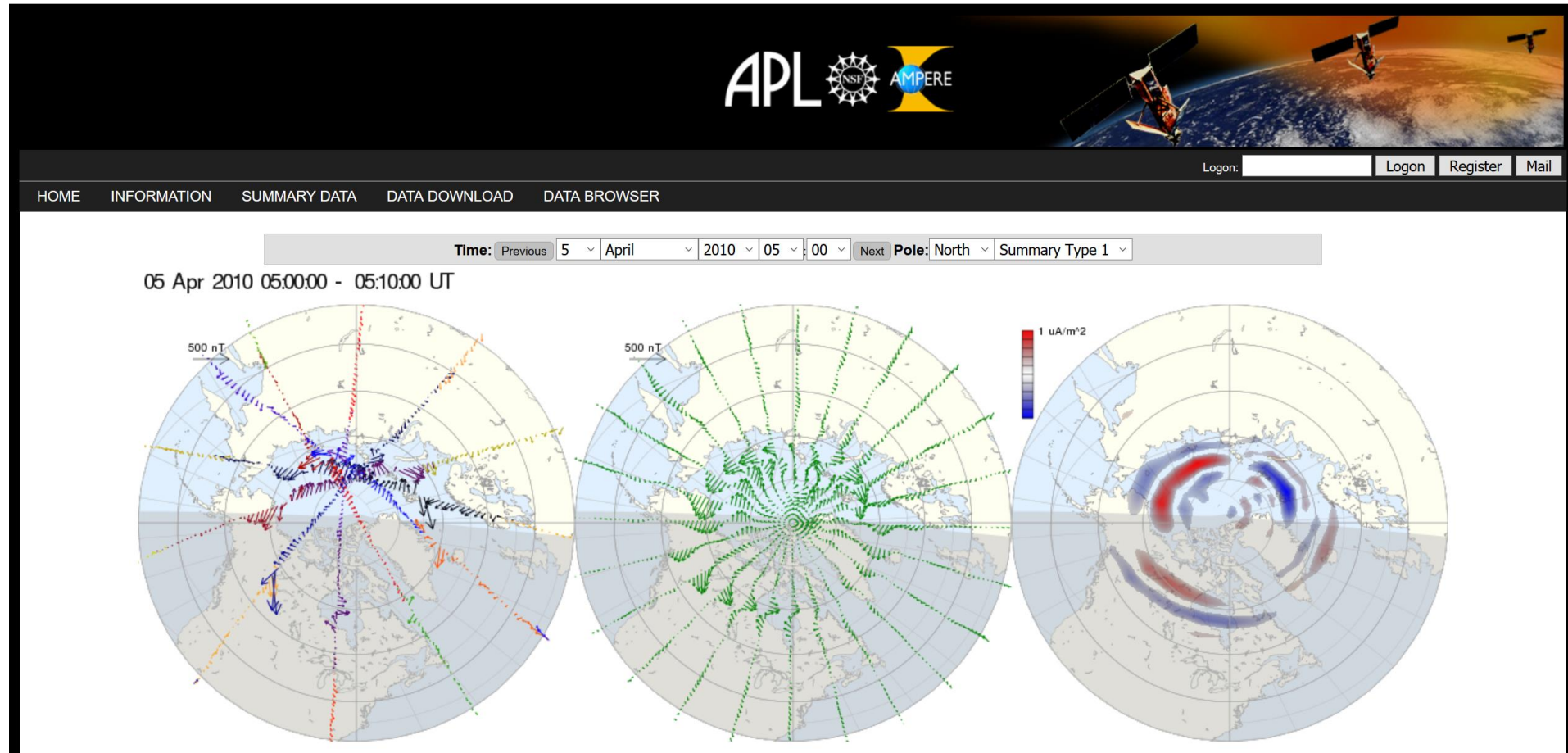
# Observation de l'ionosphère

## Missions spatiales



# Mesure du champ magnétique

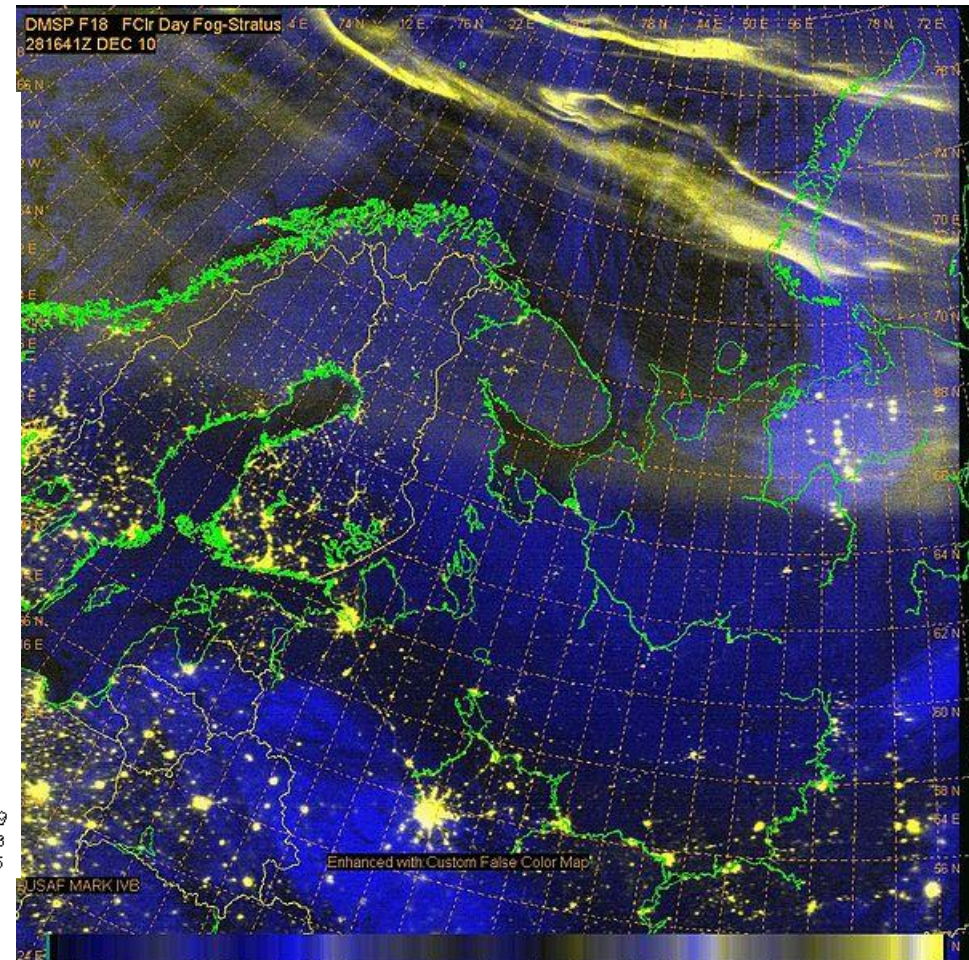
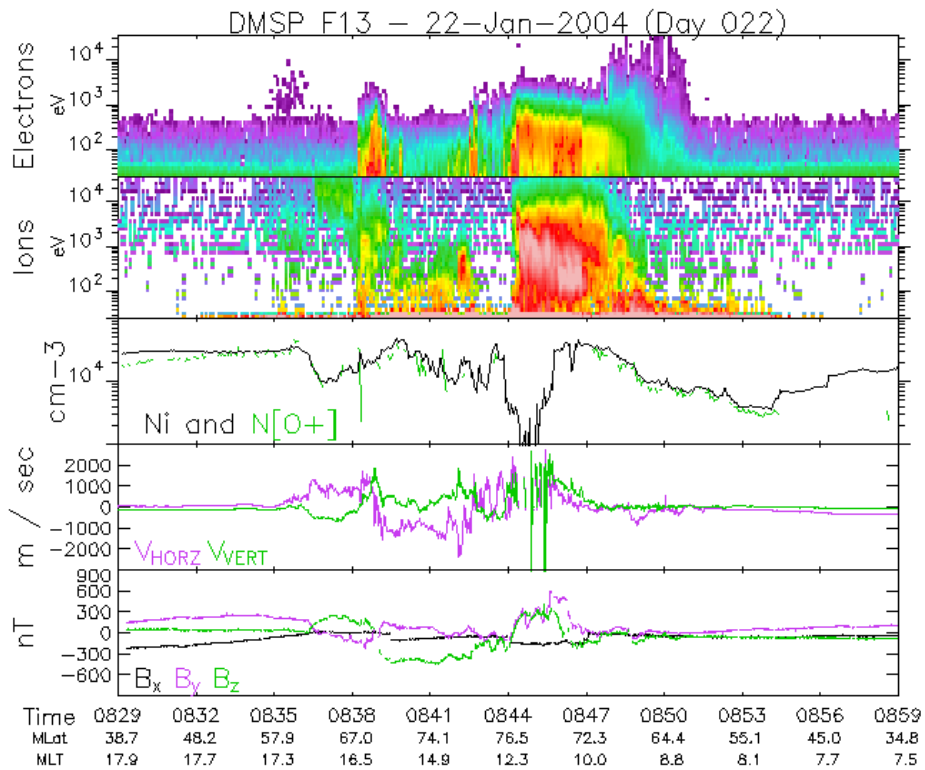
## *AMPERE*



<http://ampere.jhuapl.edu/>

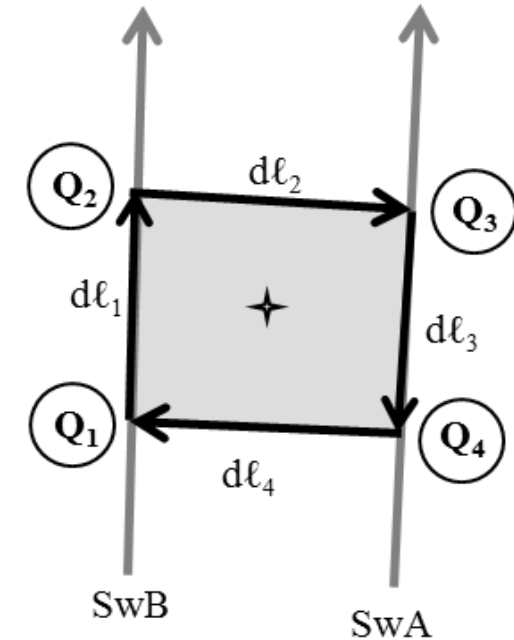
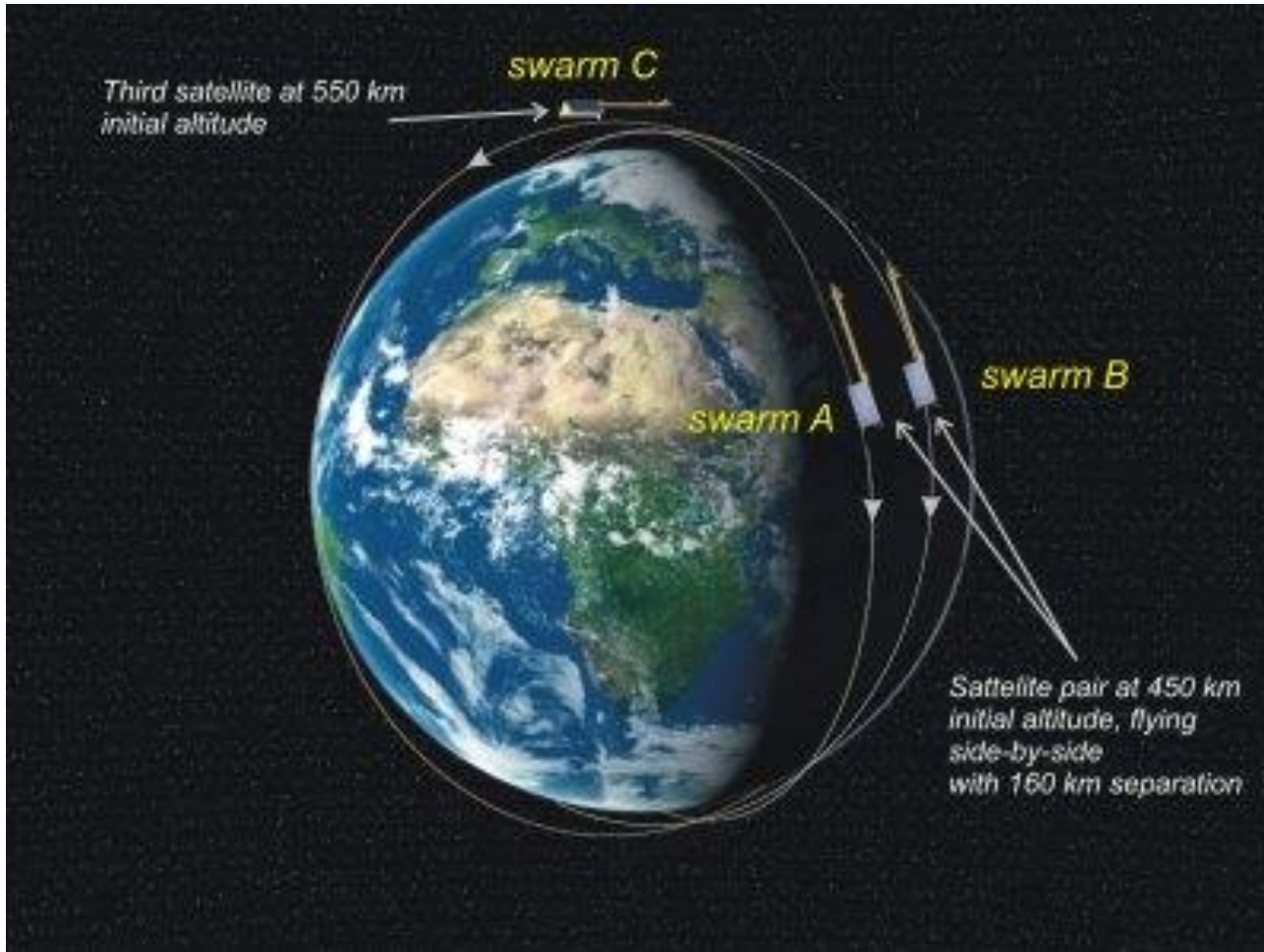
# Satellites de basse altitude (LEO), orbite polaire

## *DMSP*





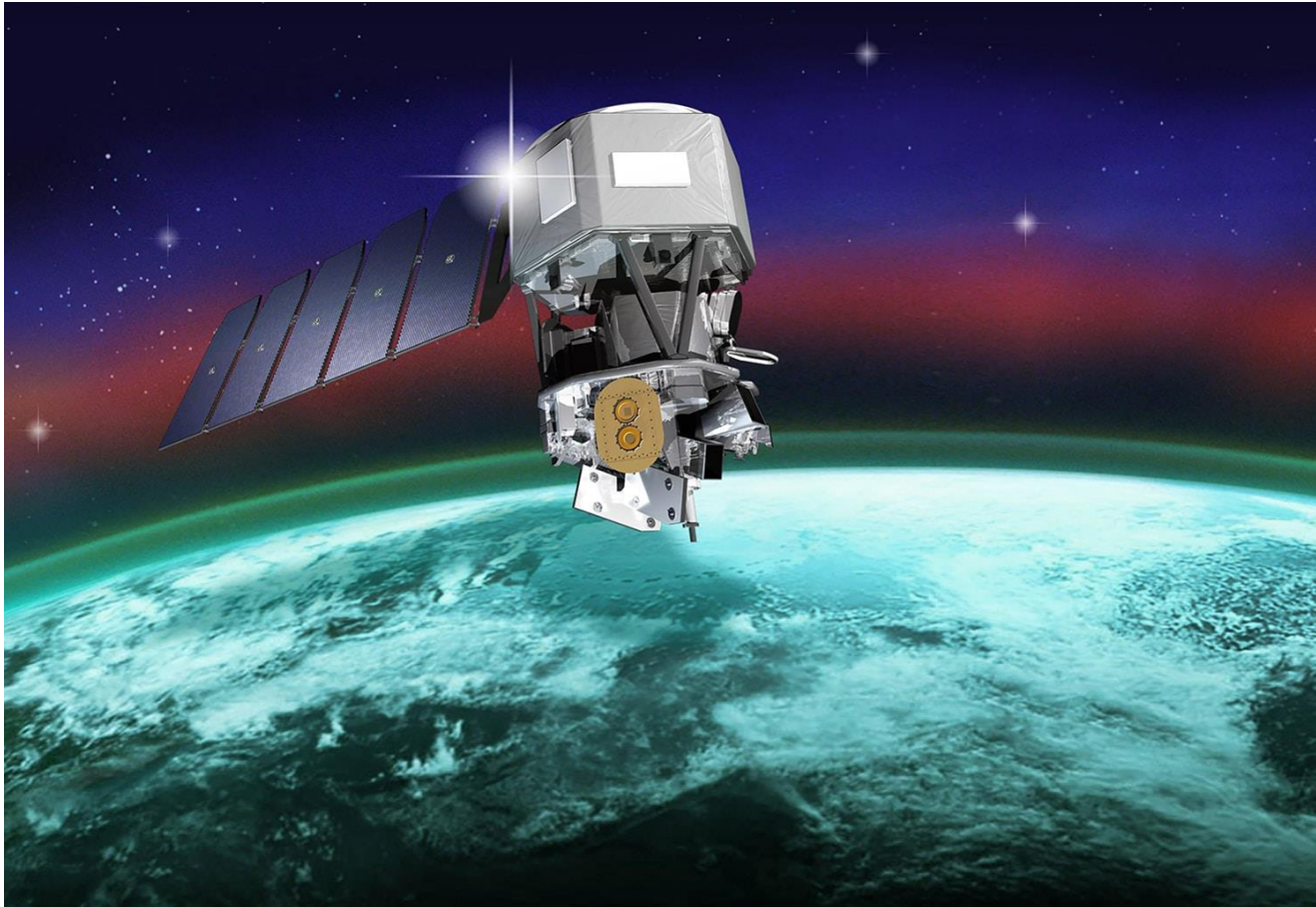
# Satellites de basse altitude (LEO), orbite polaire *Swarm*



*Curlometer technique :*  
détermination expérimentale  
du rot. de  $B$  et donc de  $j_{\parallel}$ .

# Satellites de basse altitude (LEO), orbite équatoriale

## *Ionospheric CONnection Explorer (ICON)*



Altitude 560 km  
Inclinaison : 27°

### Instruments

- MIGHTI: interféromètre de Michelson, mesure la température et la vitesse des neutres
- IVM: Ion Velocity Meter mesure la vitesse des particules chargée
- EUV: imageur extrême UV
- FUV: imageur UV lointain