



GPS : Ionosphere

RABAT – Janvier 2017

Rolland FLEURY

IMT Atlantique campus de Brest

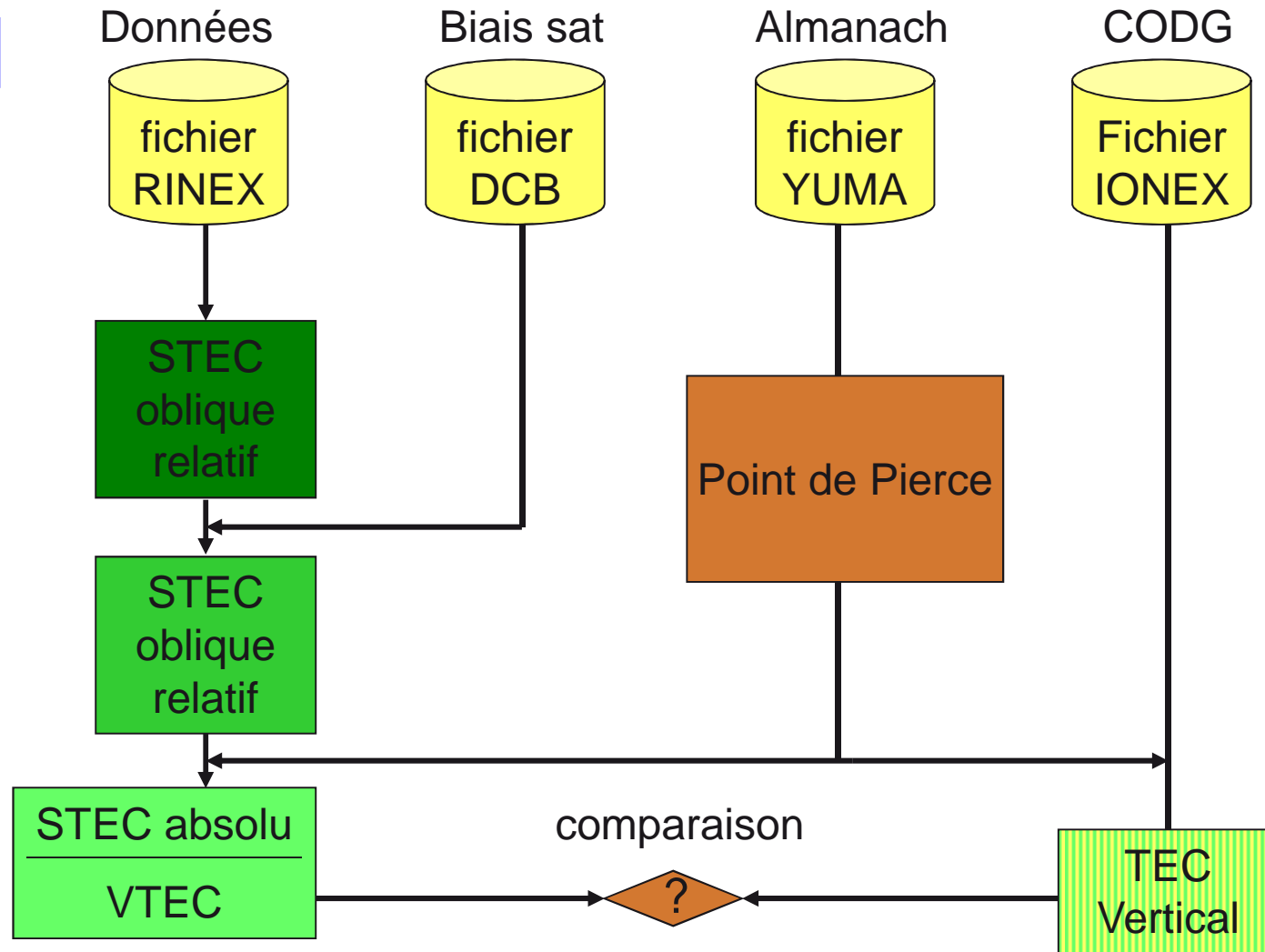
Working Session 3:

Traitement fichiers GPS

Fichiers YUMA

Traitement des mesures GPS

Le TP

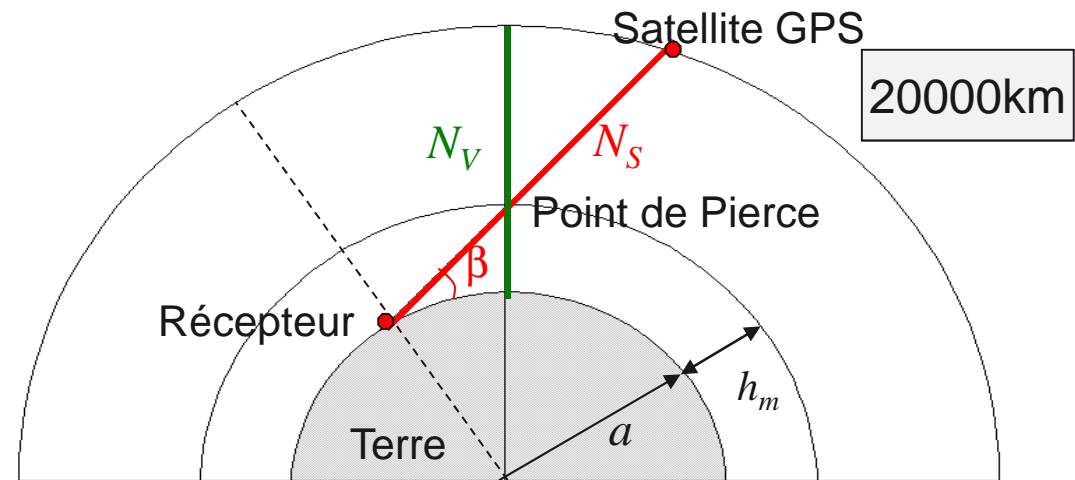


Position des satellites GPS

■ Calcul du VTEC à partir du STEC

- Loi de la sécante

$$N_S = N_V \sqrt{1 - \left(\frac{a}{a + h_m} \cos \beta \right)^2}$$



- Position géographique du point de Pierce (dépend de h_m)



Position des satellites GPS

■ Almanach

- Paramètres orbitaux
- Précision : quelques 10 de m
- Les paramètres utilisables sur la semaine GPS
- Fichiers format YUMA/SEM

■ Ephemerides

- Paramètres orbitaux transmis dans le message de navigation
- Valables pendant 2 heures
- Archivage web avec l'extension n (navigation)

■ Precise orbits

- Positions des satellites dans le système cartésien (x,y,z)
- Précision < 1 m
- Actualisées toutes les 15 min
- Fichiers disponibles avec quelques jours de retard (post-traitement)



Position des satellites GPS

- **Sites web :**

- **Almanach : fichiers journaliers**

Où? <https://celestrak.com/GPS/almanac/Yuma/>

- Exemple au cddis : cddis.gsfc.nasa.gov

- **Ephemerides**

[/pub/gps/data/daily/2016/008/16n](http://pub/gps/data/daily/2016/008/16n)

- Priviligier brdc

- **Orbites précises**

- Extension sp3

[/pub/gps/products/1540](http://pub/gps/products/1540)



Traitement fichier almanach

■ Fichiers yuma : Exemple

GPS Yuma Almanacs 2013

Definition of a Yuma Almanac

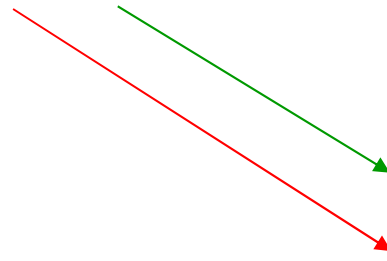
2013					
Jan	Jan 06 (0698)	Jan 13 (0699)	Jan 20 (0700)	Jan 27 (0701)	
	0698.061440	0699.061440	0700.061440	0701.061440	
	0698.147456	0699.147456	0700.147456	0701.147456	
	0698.233472	0699.233472	0700.233472	0701.233472	
	0698.319488	0699.319488	0700.319488	0701.319488	
	0698.405504	0699.405504	0700.405504	0701.405504	
	0698.503808	0699.503808	0700.503808	0701.503808	
0698.589824	0699.589824	0700.589824	0701.589824		
Feb	Feb 03 (0702)	Feb 10 (0703)	Feb 17 (0704)	Feb 24 (0705)	
	0702.061440	0703.061440	0704.061440	0705.061440	
	0702.147456	0703.147456	0704.147456	0705.147456	
	0702.233472	0703.233472	0704.233472	0705.233472	
	0702.319488	0703.319488	0704.319488	0705.319488	
	0702.405504	0703.405504	0704.405504	0705.405504	
	0702.503808	0703.503808	0704.503808	0705.503808	
0702.589824	0703.589824	0704.589824	0705.589824		
	Mar 03 (0706)	Mar 10 (0707)	Mar 17 (0708)	Mar 24 (0709)	Mar 31 (0710)
	0706.061440	0707.061440	0708.061440	0709.061440	0710.061440
	0706.147456	0707.147456	0708.147456	0709.147456	0710.147456



Fichiers YUMA

- Utilisation des fichiers almanacs
- Nom des fichiers - Exemple :

yuma117.txt



numéro de la semaine GPS

format YUMA

Numéro de la semaine en fonction de la date
Site web ; <http://www.ngs.noaa.gov/CORS/Gpscal.shtml>
Exemple = 1/04/2016 = semaine GPS 1890, jour 5
Semaine yuma=1890-1024=0866



Fichier YUMA

■ Format YUMA

Paramètres orbitaux pour
calculer la position cartésienne
des satellites

Document de référence :
ICD-GPS-200C

↓
logiciel Matlab

↓
position satellite +
biais horloges des satellites

```
***** Week 117 almanac for PRN-01 *****
ID:                                01
Health:                             000
Eccentricity:                       0.5127429962E-002
Time of Applicability(s):          319488.0000
Orbital Inclination(rad):          0.9667158909
Rate of Right Ascen(r/s):         -0.7851755629E-008
SQRT(A) (m 1/2):                   5153.676270
Right Ascen at Week(rad):          0.5780905469E+000
Argument of Perigee(rad):         -1.740811657
Mean Anom(rad):                   -0.3080074257E+001
Af0(s):                             0.2040863037E-003
Af1(s/s):                           0.0000000000E+000
week:                               117
...

***** Week 117 almanac for PRN-31 *****
ID:                                31
Health:                             000
Eccentricity:                       0.1053476334E-001
Time of Applicability(s):          319488.0000
Orbital Inclination(rad):          0.9440776901
Rate of Right Ascen(r/s):         -0.8000333246E-008
SQRT(A) (m 1/2):                   5153.645020
Right Ascen at Week(rad):          -0.2617464075E+001
Argument of Perigee(rad):          0.866191688
Mean Anom(rad):                   -0.2011941638E+001
Af0(s):                             0.7629394531E-004
Af1(s/s):                           0.3637978807E-011
week:                               117
```



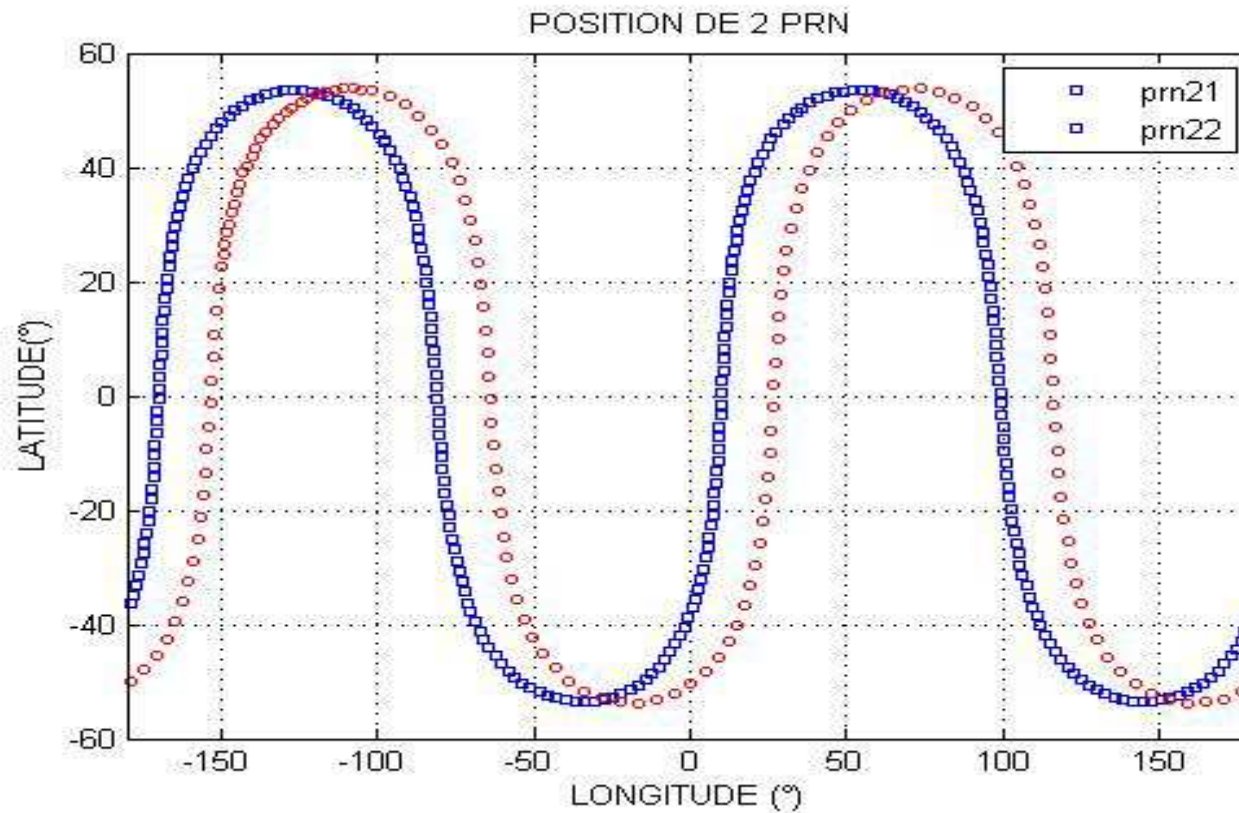

Traitement fichier YUMA

- **Exercices : script rinex_02.m**
 - 1. position des prn
 - 2. élévation et position des points de pierce')
 - 3. cartographie des points de Pierce, ykro, doy355/2009
 - 4. calcul du VTEC



Traitement fichier YUMA

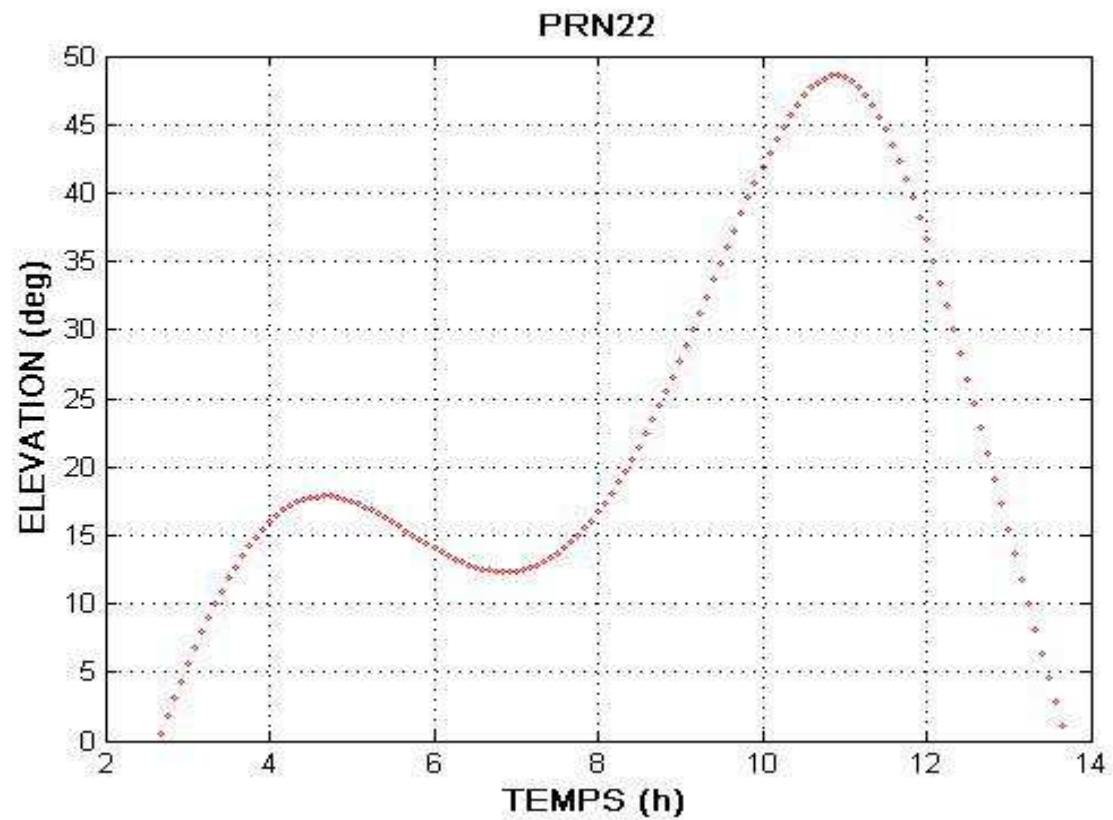
- **Exercice 1** : tracer de la position des satellites #21 and #22 sur 1 jour dans le repère latitude/longitude





Traitement fichier YUMA

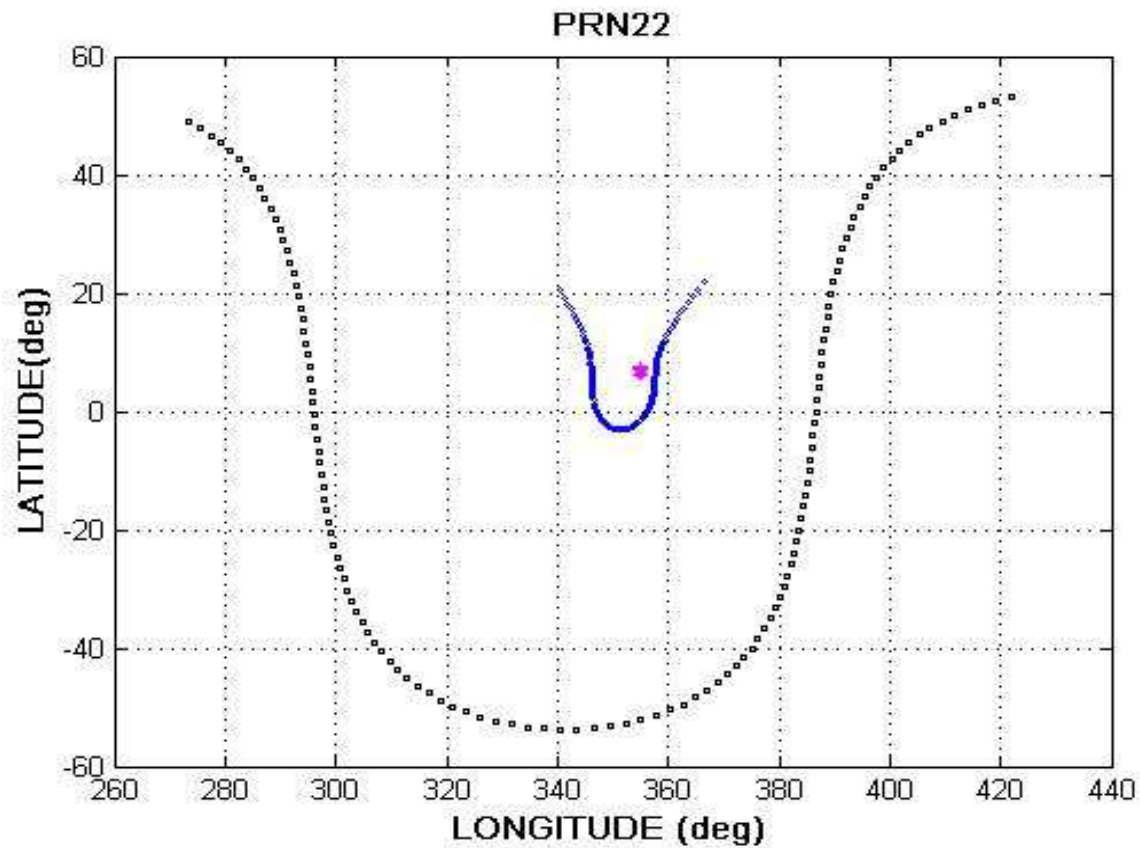
■ Exercice 2a : élévation sat #22





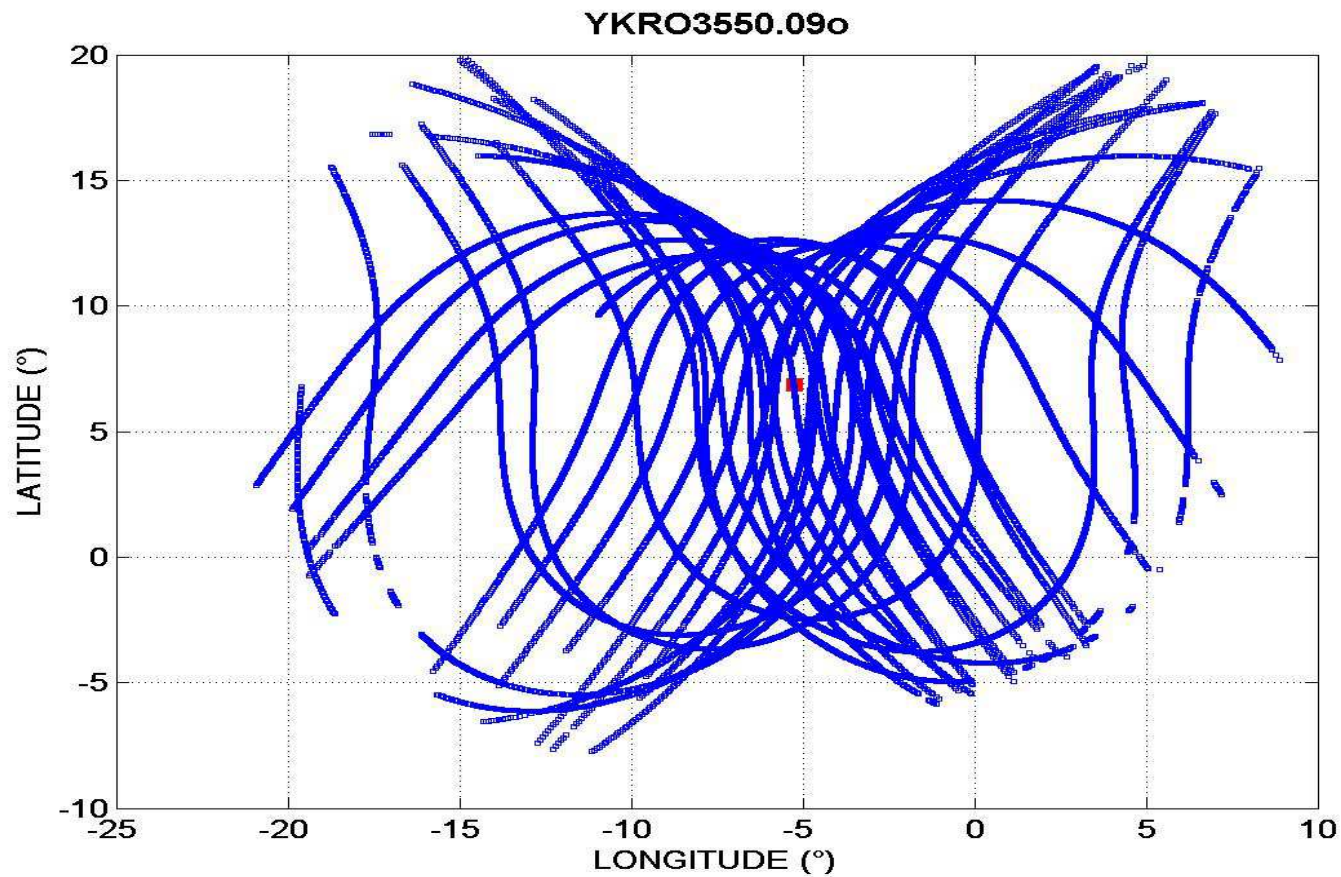
Traitement fichier YUMA

- **Exercice 2b** : position sat #22 et des points de pierce



Traitement fichier YUMA

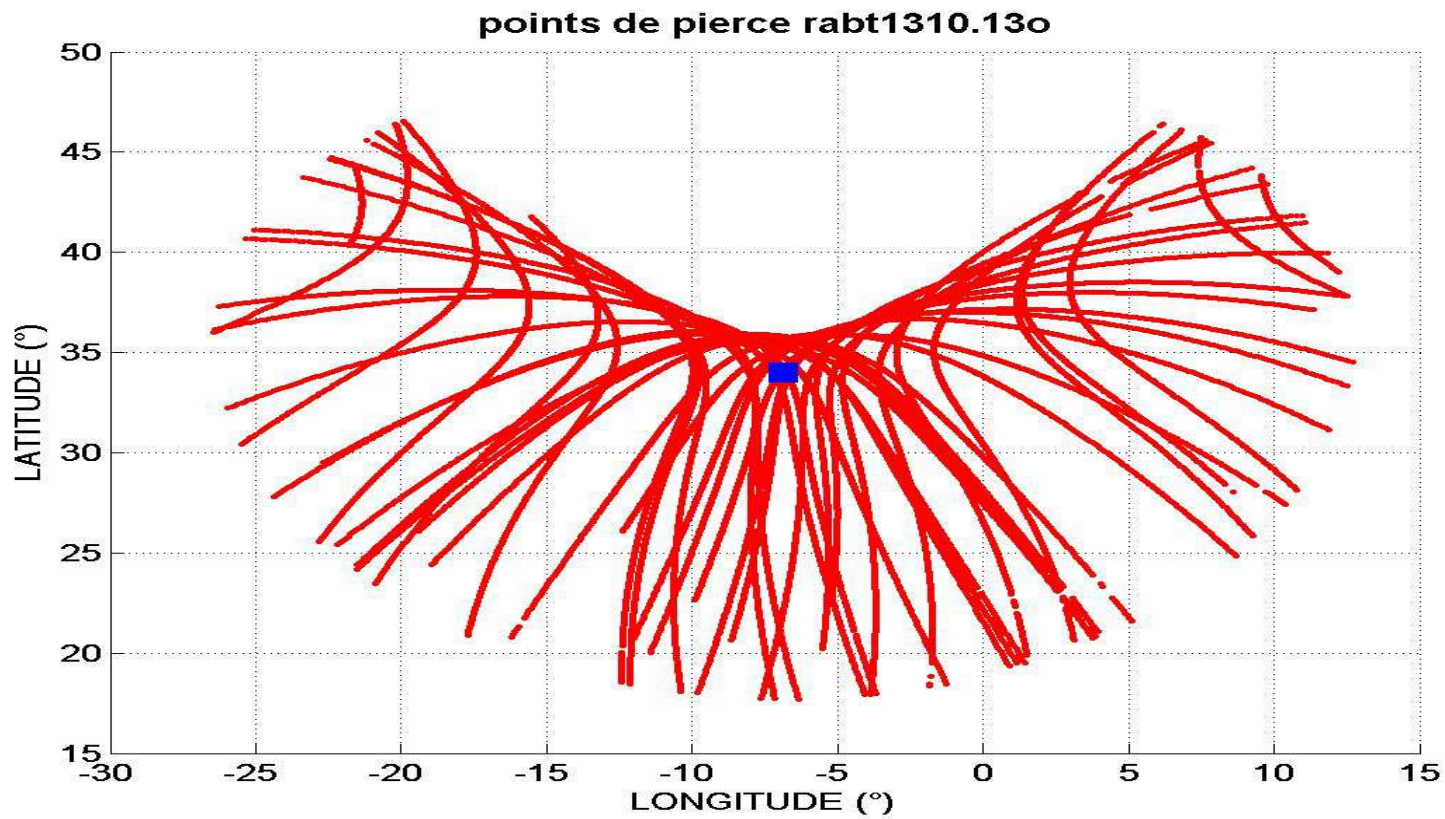
■ Exercice 3 : cartographie des points de pierce





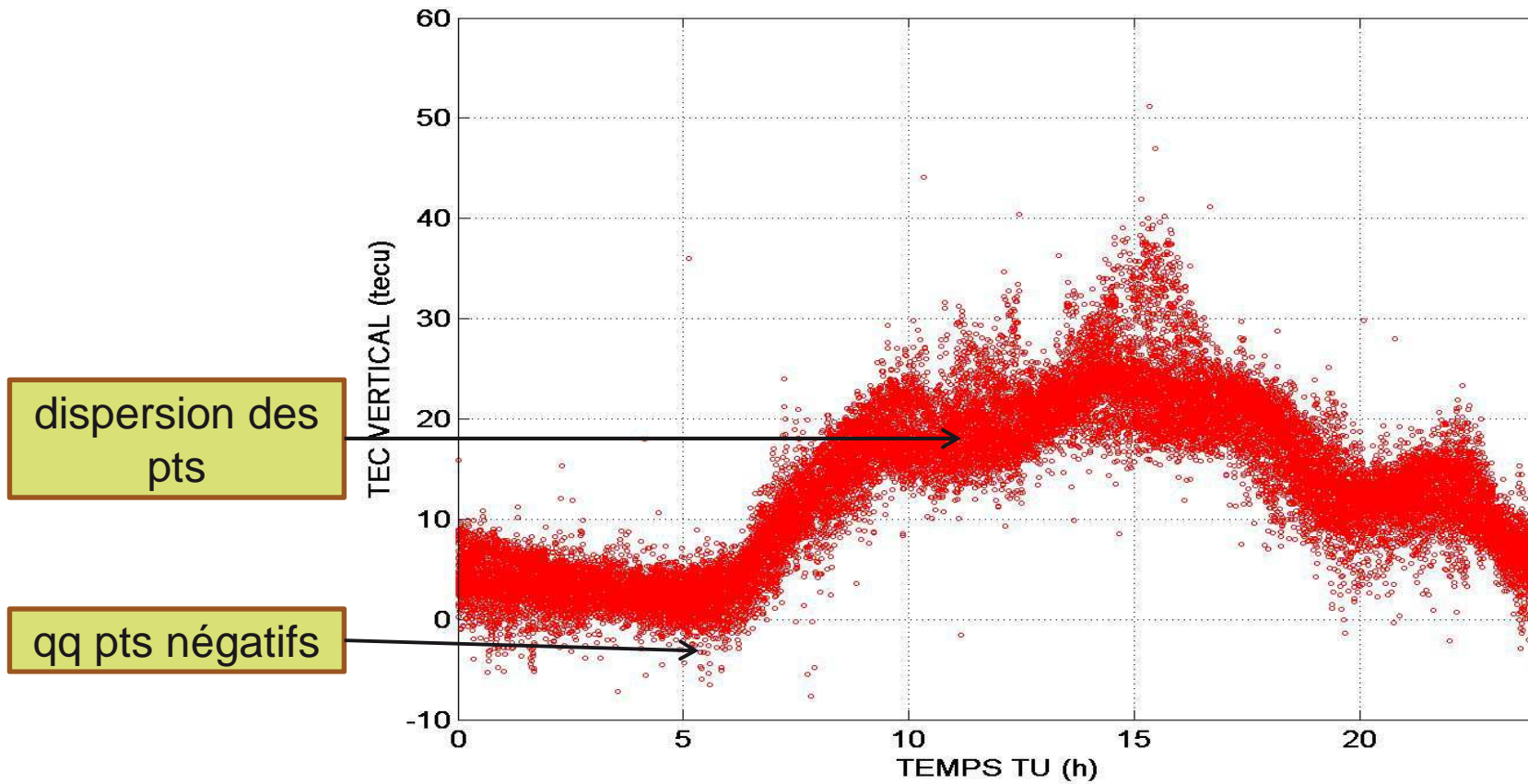
Traitement fichier YUMA

■ Comparaison ykro/rabt



■ Exercice 4a : VTEC enfin !

YKRO3550.09o



■ Exercice 4b : création du fichier temporaire tmp_03.txt

```
0.0 8.48 5.54 0.654
0.0 14.63 6.03 0.412
0.0 28.32 15.94 0.563
0.0 3.89 1.59 0.410
0.0 6.26 3.69 0.590
0.0 7.99 7.89 0.988
0.0 8.95 8.71 0.973
0.0 5.51 2.73 0.496
0.0 11.23 4.53 0.404
0.0 0.46 0.27 0.583
30.0 6.41 4.19 0.654
30.0 11.26 4.65 0.413
30.0 10.94 6.16 0.563
30.0 8.49 3.49 0.412
30.0 9.29 5.46 0.588
30.0 8.20 8.10 0.988
30.0 8.69 8.46 0.974
30.0 6.98 3.47 0.497
30.0 10.37 4.18 0.403
30.0 4.25 2.47 0.581
60.0 7.39 4.83 0.654
```

temps(s), STEC (tecu), VTEC (tecu), sécante