

# YaGNSS\_Toolbox : un package Gnu-Octave pour l'enseignement des GNSS par la pratique

Jacques Beilin, Clement Fontaine

Commission Géo-Pos -18 mars 2015

# Constat de départ...

Objectif de l'enseignement des GNSS (niveau ingénieur/master/mastère spécialisé)

Être capable de maîtriser les aspects théoriques et pratiques des GNSS

Contenu :

- théorie des GNSS
- applications sur le terrain
- calcul en salle avec logiciels constructeurs ou scientifiques

$$PR = \rho + c \times dt_r - c \times dt_e - c \times dt_{relat} + d_{tropo} + d_{iono}$$

$$l_i^j = \rho_i^j + c \times dt_{r,i} - c \times dt_e^j + d_{tropo,i}^j - \lambda \times N_i^j$$

# Les outils existants

- Easy-Suite (Kai Borre)
  - toolbox Matlab très complète
  - prise en main ?
- GNSS-Lab Tool (gLAB)
  - simple d'utilisation
  - quantification des différents effets
  - pas de programmation par l'étudiant
- TP à l'ENSG sur un jeu de données particulier

# Détail des objectifs

## Objectifs

- Passer de la théorie à la pratique
- Donner des ordres de grandeur
- Parvenir à calculer soi-même une position GNSS  
⇒ Courant en topo, moins en géodésie spatiale
- ... En profiter pour approfondir les connaissances des étudiants dans des domaines annexes : moindres carrés...

⇒ Principe : faire programmer aux étudiants les différentes phases d'un calcul

# Langage support

Disponible à l'ENSG :

- Langages compilés : C++, Fortran 90, Java...
- Matlab
- Gnu-Octave

## Choix de Gnu-Octave

- + apprentissage simple et rapide
- + programmation rapide
- + messages de débogage très précis
- lent
- traitement des chaînes de caractères fastidieux

# Développement

2 phases :

- Version 1 : orbites brdc et sp3, calcul code seul, corrections simples, antennes
- Version 2 :
  - restructuration du code
  - intégration numérique pour les orbites Glonass
  - calculs code, différentiel code et phase (cas simple) en mode GNSS
  - corrections tropo, iono...

Financement uTOP 25K€ : CDD 4 mois Clément Fontaine (PPMD12)

# Ce qu'on trouve dans la boîte...

## 2 Toolbox...

- 1 Gpstime (portage code perl A. Harmel-J. Beilin) : gestion des échelles de temps GPS
- 2 yaGNSS\_Toolbox : calcul GNSS

# Gpstime

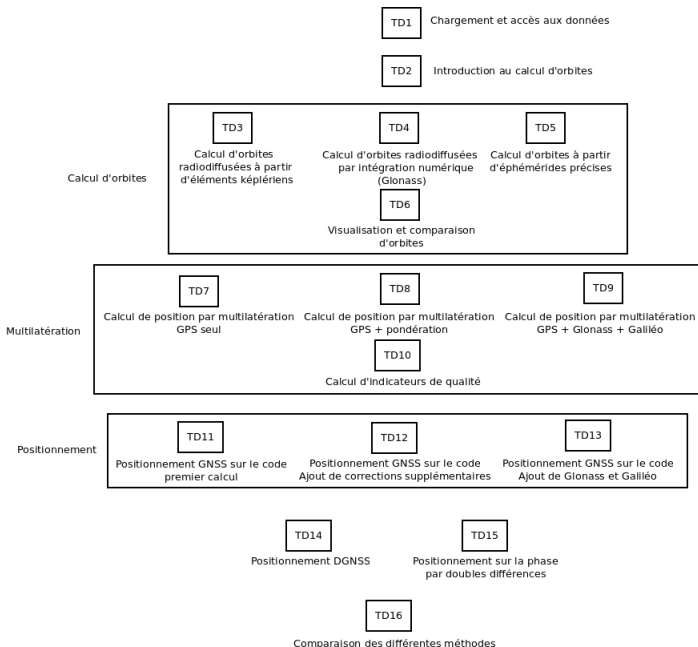
Gestion des échelles de temps GNSS (Perl, Python, Octave, Scilab, C++)

- initialisations de structures Octave
  - MJD, JD
  - année-mois-jour-heure-min-sec
  - semaine GPS, seconde dans la semaine
  - année, jour dans l'année, seconde de jour
  - ...
- récupérations des différents champs
- modifications de dates
  - ajout d'heures, minutes, secondes
  - récupération de l'instant en début d'heure, journée...



# yaGNSS\_toolbox

- l'étudiant développe tout ou partie d'un calcul
- documents :
  - manuel de référence
  - support de TD
- chaque fonction à programmer fournie avec un corrigé
- choix d'un parcours
- complexité variable suivant le public
- disponible en FAD



# Parcours

- 1 **Positionnement absolu sur le code** : TD 'minimal' pour calculer une position par GPS : 1 - 2 - 3 - 7 - 10 - 11
- 2 **Positionnement absolu sur le code** : Ajout de corrections supplémentaires 1 - 2 - 3 - 7 - 8 - 10 - 11 - 12
- 3 **Positionnement absolu sur le code** : Ajout des constellations Glonass et Galileo 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 7 - 8 - 9 - 10 - 11 - 12 - 13
- 4 **Positionnement différentiel sur le code (DGPS)** TD : 1 - 2 - 3 - 7 - 8 - 10 - 11 - 12 - 14
- 5 **Positionnement différentiel sur le code (DGNSS)** : GPS + Glonass + Galileo 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 7 - 8 - 9 - 10 - 11 - 12 - 13 - 14
- 6 **Positionnement différentiel sur la phase** : GPS seul 1 - 2 - 3 - 7 - 8 - 10 - 11 - 12 - 15
- 7 **Positionnement différentiel sur la phase** : GPS + Glonass + Galileo 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 7 - 8 - 9 - 10 - 11 - 12 - 13 - 15

# Structure de chaque TP

- un jeu de données
- un script et une entête de fonction pour structurer les E/S
- dans le document TP
  - rappel d'un peu de théorie...
  - partie "à programmer"
  - partie "pour aller plus loin"
  - fonction de la toolbox permettant d'accéder au bon résultat

# Script fourni pour chaque TP

```
pos_sat.m ✕ run_calcul.m ✕
13
14 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
15 % Rinex nav files
16
17 nav_file = 'brdm1500.13p';
18 sp3_files = {'igs17424.sp3', 'igl17424.sp3', 'grm17424.sp3'};
19
20 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
21 % Data loading
22
23 % Nav RINEX
24 [NAV_header, NAV_data] = load_rinex_n(nav_file);
25
26 % sp3 files
27 [sp3_header, sp3_data] = load_sp3(sp3_files);
28
29 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
30 % Test : pos_sat
31 tool_print_info('',1);
32 tool_print_info('Test : pos_sat',1);
33 tool_print_info('',1);
34
35 mjd = 56442.3;
36 Eph = get_ephemeris(NAV_header, NAV_data, 'G', 14, mjd);
37 [X, Y, Z] = pos_sat(Eph, mjd)
38
39
40
..
```

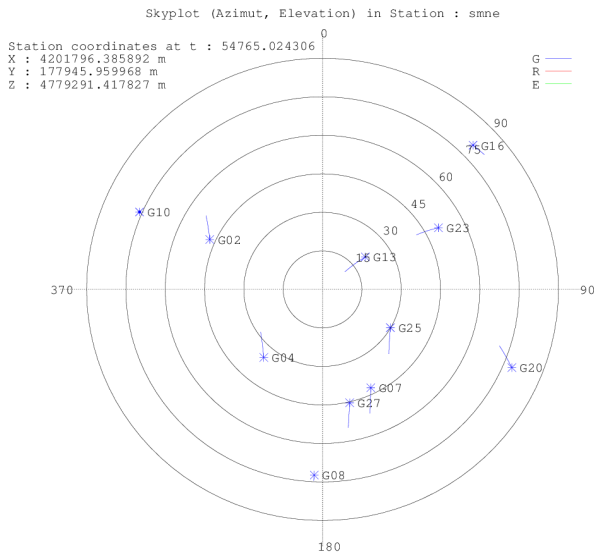
# Fonction fournie pour chaque TP

```
pos_sat.m ✕
1  function [X,Y,Z] = pos_sat(Eph, t)
2  %% function [X,Y,Z] = pos_sat(Eph, t)
3  %%
4  %% Calcul de la position des satellites
5  %%
6  %% Entree :
7  %% - Eph : structure ephemeris
8  %% - t : date mjd
9  %%
10 %% Sortie :
11 %% - X, Y, Z : coordonnees cartesiennes du satellite dans le repere ECEF (m)
12 %%
13 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
14 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
15
16 X = 0;
17 Y = 0;
18 Z = 0;
19
20 end
21
22 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
23 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
24
```

# Fonctions utilitaires

- Chargement des données :
  - `load_rinex_o()`, `load_rinex_n()`, `load_sp3()`...
- Accès aux données :
  - `get_obs()`, `get_ephemeris()`, `get_antex()`...
- calculs élémentaires
  - `tool_rotX()`, `tool_rotY()`, `tool_rotY()`
  - `tool_cartgeo_GRS80()`...
  - `tool_az_ele_h()`...
- Dessin
  - `plot_skyplot()`, `plot_plani()`

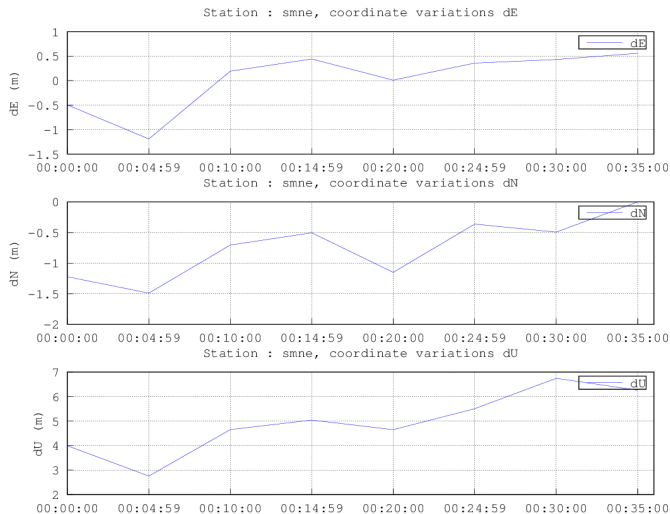
# Skyplot





# Coordonnées

## portage



# Le futur...

- Tester en formation à distance
- Migration vers Python

The image is a certificate from the European Space Agency (ESA) celebrating the first Galileo position fix. It features a background of a starry sky with a large satellite in the foreground and several smaller satellites in orbit around Earth. The ESA logo is in the top right, and the Galileo IOV logo is in the top left. The text is centered in a semi-transparent grey box.

The European Space Agency wishes to thank

École Nationale des Sciences Géographiques  
Département Positionnement Terrestre et Spatial  
Cité Descartes - Champs sur marne  
Marne la Vallée, France

for the successful Galileo position fix made

on 1st January 2014  
Lat.: 48°.84 N Long.:  
2°.58 E

This award is granted to the first 50 users of the Galileo system.

Didier Faivre  
Director of the Galileo Programme  
and navigation-related activities



European Space Agency

