

# Application d'algorithmes génétiques à la détermination d'orbites optimales pour GRASP

A. Pollet<sup>1</sup>, D. Coulot<sup>1,2</sup>, F. Deleflie<sup>2</sup>, M. Capderou<sup>3</sup>, R. Biancale<sup>4</sup>

<sup>1</sup> IGN LAREG Univ Paris Diderot, Paris

<sup>2</sup> IMCCE Observatoire de Paris, Paris

<sup>3</sup> LMD, École Polytechnique, Palaiseau

<sup>4</sup> OMP GET CNES, Toulouse



# PLAN DE LA PRÉSENTATION

---

- MÉTHODE
- RÉSULTATS PRÉLIMINAIRES
- PERSPECTIVES

# MÉTHODE

# MÉTHODE

## ■ PRINCIPE

- Couplage Algorithme Génétique (AG) et propagateur analytique d'orbite (FAST). L'AG fournit des éléments orbitaux possibles et FAST les utilise comme conditions initiales pour déterminer une orbite. L'orbite est utilisée pour déterminer les valeurs de critères optimisés par l'AG.
- Méthode qui a déjà fait ses preuves pour la recherche des conditions initiales du mouvement d'objets célestes sur la base de mesures laser et de mesures angulaires.

## ■ CRITÈRES

- Visibilité depuis le sol (antennes VLBI) et depuis l'espace (GNSS).
- Bonne répartition des mesures acquises au sol (VLBI) et émises par les satellites GNSS vers l'antenne de GRASP.
- Altitude du satellite.
- Etc.

# RÉSULTATS PRÉLIMINAIRES

# RÉSULTATS PRÉLIMINAIRES

## ■ SEMAINE TEST

- Semaine GPS du MJD 56781 (04/05/2014) au MJD 56787 (10/05/2014) inclus.
- Réseau sol de 30 antennes VLBI au sol.
- Constellation de 51 satellites GNSS (GLONASS et GPS) – orbites du centre d'analyse GRG.

## ■ SATELLITES TEST

- STELLA : 800/801 km – 0.0008 – 98.6°.
- LAGEOS : 5860/5910 km – 0.0045 – 109.8°.
- GRASP JPL : 850/1350 km – 0.0334 – 99.9° (héliosynchrone).
- GRASP SIM : 800/3000 km – 0.1329 – 103.8° (héliosynchrone).

# RÉSULTATS PRÉLIMINAIRES

## ■ SATELLITES TEST

Satellite	Visibilité sol	Visibilité par deux stations 3000 km	Altitude entre 700 et 2000 km	Visibilité espace
STELLA	1 station (0 – 12)	1.3 jours	7.0 jours	19 satellites (12 – 26)
LAGEOS	5 stations (1 – 21)	6.7 jours	0.0 jour	2 satellites (0 – 5)
GRASP JPL	1 station (0 – 13)	2.3 jours	7.0 jours	18 satellites (10 – 25)
GRASP SIM	2 stations (0 – 16)	4.2 jours	3.4 jours	11 satellites (2 – 25)

# RÉSULTATS PRÉLIMINAIRES

## ■ ALGORITHME GÉNÉTIQUE

- Périgée et apogée entre 800 et 3 000 km, inclinaison entre 0 et 180°.
- Trois critères : visibilité sol, période totale de visibilité commune par au moins deux antennes VLBI séparées de 3 000 km et période totale pendant laquelle l'altitude du satellite est comprise entre 700 et 2 000 km.
- Cinq configurations différentes obtenues au bout de 5 000 itérations.
  - GRASP AG1 : 1895/2294 – 0.0236 – 91.1°.
  - GRASP AG2 : 1998/2005 – 0.0004 – 91.0°.
  - GRASP AG3 : 1922/2134 – 0.0126 – 92.8°.
  - GRASP AG4 : 1937/2084 – 0.0087 – 89.6°.
  - GRASP AG5 : 2145/2149 – 0.0002 – 88.4°.
  - GRASP JPL : 850/1350 – 0.0334 – 99.9°.



# RÉSULTATS PRÉLIMINAIRES

## ■ ALGORITHME GÉNÉTIQUE

### ■ Configuration optimale AG1.

**GRASP\_AG1**

Orbite par rapport à la Terre

>>> Durée représentée : 5.00 jours

Altit. équival. = 2094.5 km

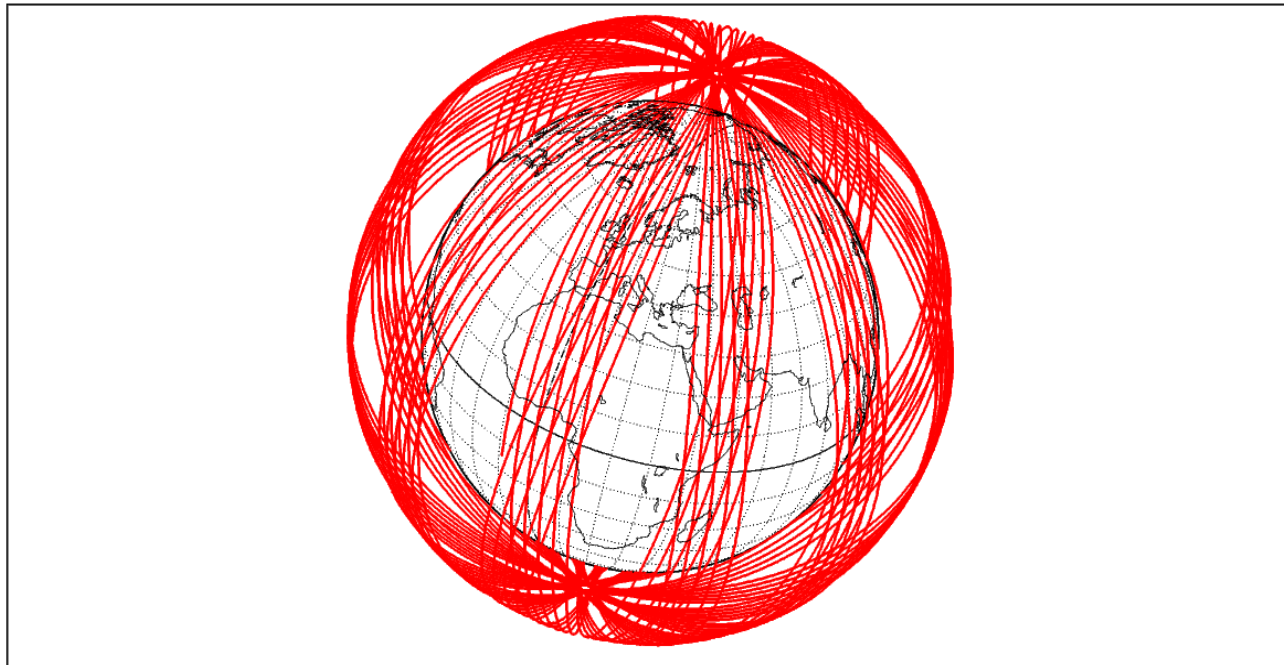
a = 8472.637 km

Inclinaison = 91.10 °

e = 0.023546

Période = 129.48 min \* Rév./j.sid=11.09

h\_a = 2294 km ; h\_p = 1895 km ; arg. périégée : +270.00 °.



Projection : Orthographique  
Propriété : (sans)

Centre Project.: 32.0 ° N ; 22.0 ° E  
Aspect : Oblique

Longitude premier passage :  
Noeud asc : 0.00 °

*Ιξίων*  
MC ★ LMD

# RÉSULTATS PRÉLIMINAIRES

## ■ ALGORITHME GÉNÉTIQUE

### ■ Configuration optimale AG5.

#### GRASP\_AG5

Orbite par rapport à la Terre

>>> Durée représentée : 5.00 jours

Altit. équival. = 2147.0 km

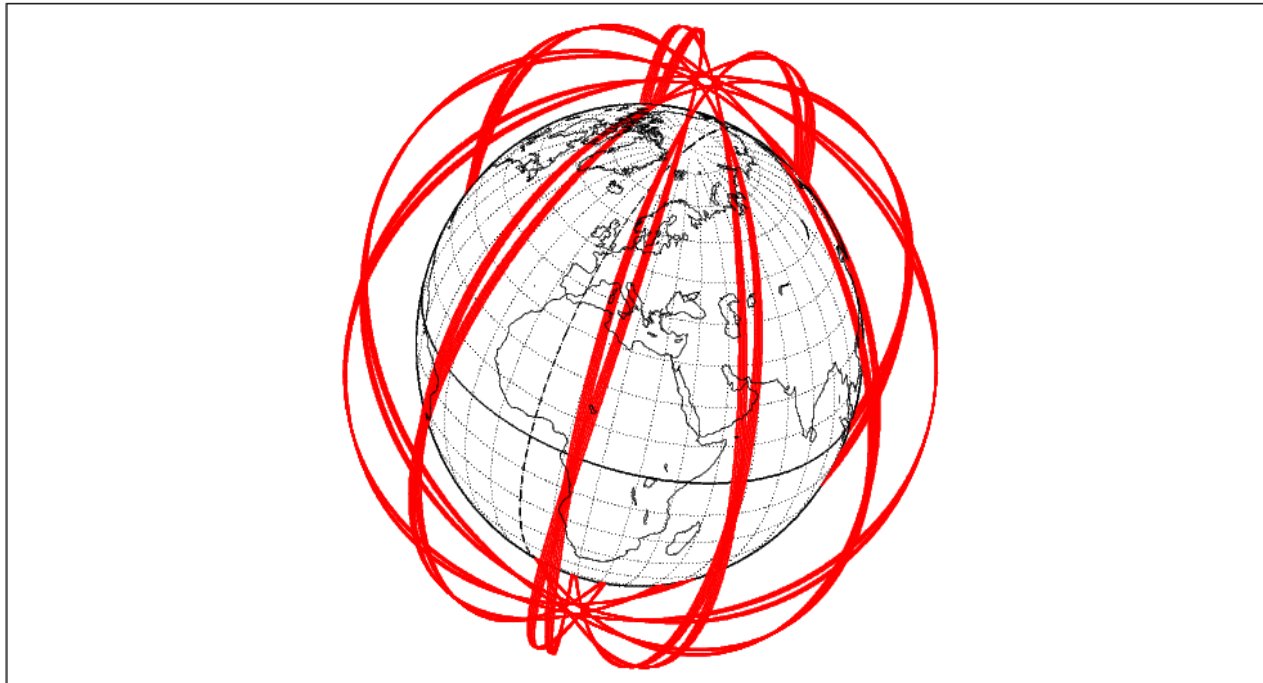
a = 8525.137 km

Inclinaison = 88.40 °

e = 0.000235

Période = 130.68 min \* Rév./j.sid=10.99

h\_a = 2149 km ; h\_p = 2145 km ; arg. périégée : +270.00 °.



Projection : Orthographique

Centre Project.: 32.0 ° N ; 22.0 ° E

Longitude premier passage :

Ιξίωv

Propriété : (sans)

Aspect : Oblique

Noeud asc : -180.00 °

MC ★ LMD

# RÉSULTATS PRÉLIMINAIRES

## ■ ALGORITHME GÉNÉTIQUE

Satellite	Visibilité sol	Visibilité par deux stations 3000 km	Altitude entre 700 et 2000 km	Visibilité espace
GRASP JPL	1 station (0 – 13)	2.3 jours	7.0 jours	18 satellites (10 – 25)
GRASP AG1	2 stations (0 – 15)	4.7 jours	2.4 jours	9 satellites (4 – 16)
GRASP AG2	2 stations (0 – 14)	4.5 jours	7.0 jours	9 satellites (4 – 16)
GRASP AG3	2 stations (0 – 14)	4.6 jours	3.0 jours	9 satellites (4 – 16)
GRASP AG4	2 stations (0 – 14)	4.6 jours	3.3 jours	9 satellites (4 – 16)
GRASP AG5	3 stations (0 – 14)	4.8 jours	0.0 jour	9 satellites (4 – 16)

# PERSPECTIVES

# PERSPECTIVES

---

## ■ ALGORITHME GÉNÉTIQUE

- Prise en compte d'orbites héliosynchrones.
- Autres réseaux au sol : VLBI2010, DORIS, SLR.
- Densification de la constellation GNSS (GALILEO).
- Autres critères : uniformité des distributions des mesures par station au sol (bonne détermination des positions) et par antenne GNSS dans l'espace (étalonnage des antennes) et critères provenant des objectifs secondaires de la mission.

# PERSPECTIVES

## ■ AUTRES SIMULATIONS

- Simulations de traitements des données du satellite GRASP pour déterminer le niveau de qualité requis pour l'étalonnage des instruments et la détermination d'orbite ainsi que la durée de la mission par rapport à un objectif d'exactitude et de stabilité de 1 mm et 0.1 mm/an pour un repère terrestre uniquement basé sur les données de la mission.
- Simulations de traitements multi-techniques incluant les données GRASP pour répondre à la question suivante : est-il possible d'obtenir un repère terrestre à 1 mm et 0.1 mm/an avec l'ensemble des données de géodésie spatiale (incluant les données GRASP) et sur une période de temps plus grande que la durée de la mission ?

MERCI DE VOTRE ATTENTION !

---

