

# GEO

## Orbites géostationnaires (réelles)

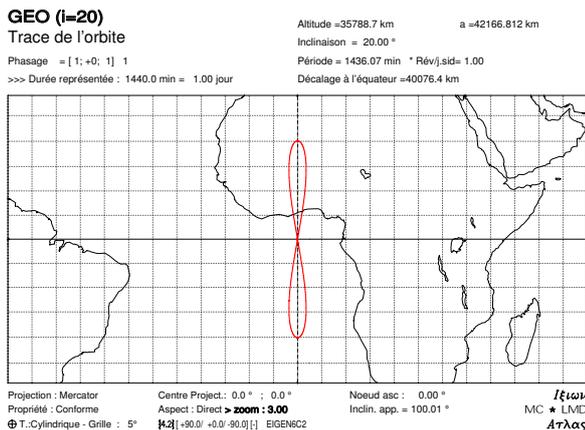
Corps central	Type d'orbite	Usage	Nombre de satellites
Terre	GEO	Communications Météorologie	Un millier

L'orbite géostationnaire que nous venons de définir précédemment est une orbite circulaire, équatoriale, unique autour de la Terre. Cette orbite idéale n'est jamais exactement réalisée, et même si elle l'était peu après le lancement, les diverses perturbations l'éloigneraient de cette position nominale. Nous allons étudier ici les orbites GEO réelles.

### Communication et météorologie

Le premier satellite géostationnaire qui a fonctionné est le satellite américain expérimental, de la NASA, nommé Syncom-3, lancé le 19 août 1964. Il a permis la retransmission des Jeux olympiques de Tokyo en direct aux Etats-Unis.

Les satellites GEO sont utilisés pour les communications ou l'observation de la Terre (météorologie). Pour les communications, l'inclinaison nulle sur l'équateur n'est pas indispensable. Une inclinaison de quelques degrés (disons  $i < 5^\circ$ ) se rencontre pour beaucoup de satellites GEO de ce type sans que cela pose problème. Dans ce cas, la trace de l'orbite du satellite est une courbe qui a la forme du chiffre 8 (mais ce n'est pas une lemniscate de Bernoulli comme on le lit fréquemment). Les latitudes extrêmes, Nord et Sud, ont pour valeur l'inclinaison. La Fig. 1 représente la trace d'un satellite GEO qui a une inclinaison de  $20^\circ$  (valeur un peu excessive mais qui permet d'avoir une image parlante).



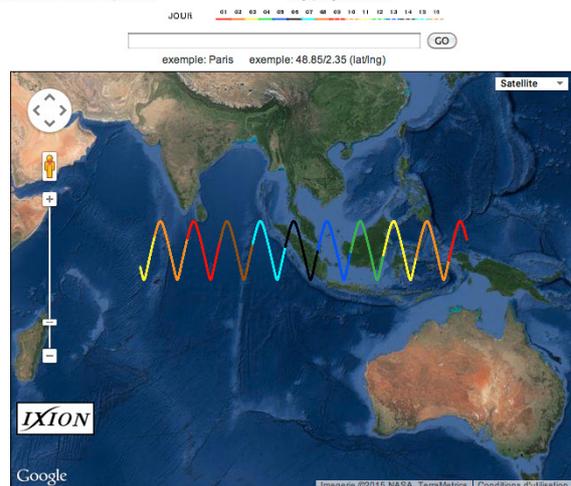
**FIGURE 1** – Trace de l'orbite d'un satellite GEO qui a une inclinaison de 20 degrés. La trace, en forme de 8, varie entre les latitudes  $20^\circ\text{N}$  et  $20^\circ\text{S}$ .

### Maintien à poste

Un satellite GEO en orbite équatoriale est soumis, principalement, à deux types de perturbations : (i) L'attraction du Soleil et de la Lune qui tend à ramener le satellite au voisinage du plan de l'écliptique, qui fait un angle de 23 degrés avec le plan orbital du satellite ; (ii) Le champ de pesanteur de la Terre qui n'est pas parfaitement à symétrie sphé-

rique (termes  $C_{22}$  et  $S_{22}$  du géopotential) : les satellites GEO ont tendance à se diriger lentement vers certains points "attracteurs" (un au-dessus de l'Inde, l'autre au-dessus du Pérou).

**TELECOM 2D**  
2015 01 21 11:52:09 TUC >>> 10.00 jours      Inclinaison = 5.83°      a = 42684.711 km  
Phasage = [ 1; -1; 55] 54      Période = 1462.59 min      e = 0.001657  
[NORAD] 2012 12 02 09:17:33 TUC [NAsc]      Altitude apogée = 36377 km ; Altitude périgée = 36236 km ;  
REVOL. Init. : 5989 / Repr. : 6757      Arg. périgée : 243.53°



**FIGURE 2** – Trace de l'orbite du satellite Telecom-2D, durant 10 jours, après avoir été mis sur une orbite plus haute, en fin de mission (figure réalisée à partir de la version en ligne du logiciel IXION).

Si l'orbite n'est pas corrigée régulièrement (maintien à poste), le satellite quitte le plan équatorial et sa position de stationnement fixe.

En fin de mission, conformément à la législation spatiale, le satellite peut être placé sur une orbite plus haute (orbite "parking"), afin de libérer l'orbite GEO. Il va alors moins vite que la Terre, et sa trace se déplace vers l'ouest, tout en effectuant des oscillations en fonction de son inclinaison, comme représenté sur la Fig. 2.

**TABLE 1** – Valeurs orbitales habituelles

Altitude	$h \simeq 35\,790$ km
Excentricité	$e \simeq 0$
Inclinaison	$i < 4^\circ$
Période orbitale	$T \simeq 1436$ min