

# LEO-SSO

## Orbites héliosynchrones

Corps central	Type d'orbite	Usage	Nombre de satellites
Terre	LEO (surtout)	Télédetection	Terre : 2000 (environ)

Les satellites héliosynchrones (SSO ou *Sun Synchronous Orbit*) possèdent la propriété très particulière de survoler les mêmes points à une heure (locale) qui est toujours la même. L'intérêt porte alors surtout sur les satellites de télédetection, le plus souvent en orbite circulaire, qui peuvent ainsi observer les points de la Terre toujours dans les mêmes conditions d'éclairement. Par exemple, la plupart de ces satellites passent au-dessus des latitudes moyennes (Europe et Amérique du Nord) à 11 h ou 13 h. Cela est dû à une propriété du champ de gravité de la Terre que nous explicitions ci-dessous.

### Un peu de dynamique orbitale

La principale source de perturbation d'une trajectoire de satellite la fait s'écarter d'une trajectoire képlérienne (voir LI janvier 2015). Cela est dû à l'*aplatissement dynamique* de la Terre qui relie, par la relation de Clairaut, la vitesse de rotation de la Terre et son aplatissement géométrique (la différence relative entre le rayon équatorial et le rayon polaire). Ce paramètre, noté universellement  $J_2$  (en hommage à Jeffreys), entraîne une variation de la longitude du nœud ascendant  $\Omega$  proportionnelle au temps (variation séculaire). Le taux de variation dépend de l'altitude du satellite, de son excentricité, et surtout de son inclinaison. Il existe ainsi des valeurs pour lesquelles le taux de variation peut être égal à la vitesse angulaire de révolution de la Terre autour du Soleil ( $360^\circ$  en une année tropique). Pour ces satellites, les valeurs de l'altitude et de l'inclinaison sont reliées : une fois l'altitude fixée (pour des questions d'observation de la Terre), l'inclinaison l'est aussi (Tab. 1.). On trouve l'essentiel des satellites de télédetection avec une inclinaison de  $98^\circ$  environ.

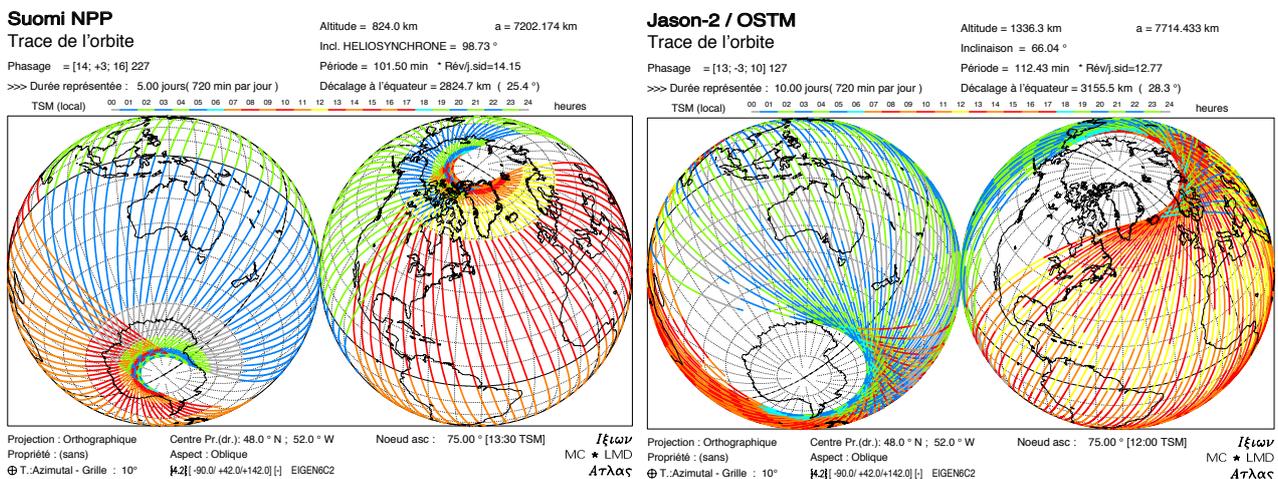
### Éclipses ou pas éclipses

Les satellites héliosynchrones ont donc un plan d'orbite qui garde une orientation fixe par rapport à la direction du Soleil (donc à l'heure locale). Cette heure locale est réalisée

par l'instant de passage au nœud ascendant : 22 : 30 ou 13 : 30 pour les satellites d'observation (impliquant des passages aux latitudes moyennes nord à 11 h et 13 h, respectivement). Un passage à midi local comporte des risques importants de réflexion spéculaire ou *sun-glint*). Cette propriété est particulièrement intéressante pour garantir des conditions constantes d'éclairement, et donc en alimentation électrique si les satellites sont pourvus de panneaux solaires. Selon l'orientation du plan, le satellite peut passer dans le cône d'ombre de la Terre ou pas, générant ainsi ou non des éclipses au cours d'une révolution. Pour éviter les éclipses, pour les satellites héliosynchrones dont la mission radar est principale, l'heure locale est choisie systématiquement à 06 : 00 ou 18 : 00 : la direction du Soleil est dans ces cas-là pratiquement orthogonale au plan de l'orbite.

**TABLE 1** – Quelques valeurs des relations altitude/inclinaison pour les satellites héliosynchrones, en orbite circulaire, sous l'action de  $J_2$

Altitude (km)	Inclinaison (deg.)	Remarque
$h = 0$	$i = 95.7$	inclinaison minimale
$h \simeq 800$	$i \simeq 99$	cas le plus fréquent
$h = 5964$	$i = 180$	cas extrême



**FIGURE 1** – Un exemple (gauche) et un contre-exemple (droite) d'orbite héliosynchrone : l'heure locale de la trace du satellite ne dépend que la latitude (g.), alors qu'en général elle en dépend (d.), les couleurs indiquant l'heure locale.