

GTO-HEO

Orbites équatoriales à fortes excentricités

Corps central	Type d'orbite	Usage	Nombre de satellites
Terre	GTO-HEO	Ceintures de Van Allen Missions spécifiques	une dizaine

Les trajectoires GTO (*Geostationary Transfer Orbit*) sont la voie d'accès aux orbites géostationnaires, avant les manœuvres d'apogée qui les placent sur leur trajectoire nominale. Les inclinaisons de ces trajectoires sont donc en général assez petites (inférieures à 10 degrés). On trouve sur ces orbites, en plus des satellites actifs (voir ci-dessous), de nombreux débris spatiaux issus des lancements, dont des derniers étages de fusée. La partie publique des catalogues de satellites recense une soixantaine d'objets dans ces régions. Les orbites GTO sont en général fortement excentriques, avec l'altitude du périégée de l'ordre de quelques centaines de kilomètres, et celle de l'apogée à environ 36000 kilomètres. Elles ont des propriétés dynamiques très complexes, les perturbations au voisinage du périégée pouvant être dominées par le freinage atmosphérique et celles au voisinage de l'apogée par l'attraction luni-solaire.

Ceintures de Van Allen

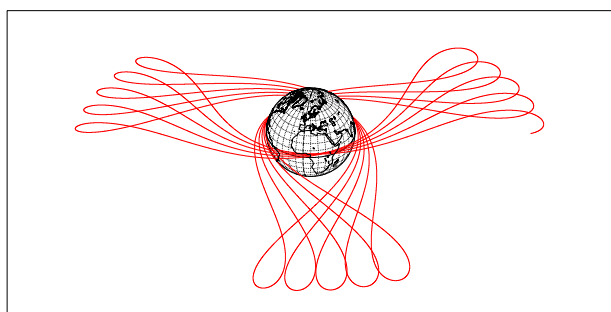
Les ceintures de Van Allen ont été révélées par le premier satellite américain, Explorer-1, confirmé par Explorer-3, et dont le *Principal Investigator* a été James Alfred Van Allen (1914-2006). Ce sont des zones de radiation extrêmement nocives pour les organismes et l'électronique, situées entre, typiquement, 1500 et 10000 kilomètres d'altitude. Ces ceintures sont dues à des phénomènes d'interaction entre le milieu spatial et la magnétosphère terrestre. Les satellites de type GTO les traversent deux fois par révolution. Certains satellites ont pour mission la mesure de ces effets et en particulier : la mission américaine avec deux satellites RBSP (*Radiation Belt Storm Probes* ou *Van Allen Probes*), la mission anglaise de microsattelites STRV (pour *Space Technology Research Vehicle*).

STRV-1B

Orbite par rapport à la Terre

Phasage = [3;-12;161] 471
2010 05 26 06:29:17 TUC >>> 5.00 jours

Altit. équival. = 14233.5 km a = 20611.604 km
Inclinaison = 7.15° e = 0.679397
Période = 490.12 min * Révol./j = 2.94
h_a = 28237 km ; h_p = 230 km ; arg. périégée : +55.73°



Projection : Orthographique Centre Project.: 35.0° N ; 10.0° E [NORAD] 2010 05 26 06:29:17 TUC / R:15170 Iξων
Propriété : (sans) Aspect : Oblique Noeud asc : -138.69° [21:15 TSM] MC ★ LMD
⊕ T.:Azimutal - Grille : 10° [R2]:-90.0/+55.0/+80.0[] EGM96 Apogée : 155.21° Arλας

FIGURE 1 – Représentation en repère terrestre sur 5 jours de l'orbite de STRV-1B

Interprétation des figures

La valeur de l'excentricité des GTO induit des variations de vitesse extrêmement importantes au cours d'une révolution. Ainsi que le prévoient les lois de Kepler, les points les plus proches de la Terre sont ceux où la vitesse est la plus grande, les points les plus éloignés ceux où la vitesse est la

plus faible ; les points d'inflexion apparents (points de croisement) sont ceux où la vitesse du satellite correspond à la vitesse de rotation de la Terre (voir Figures 1 et 2).

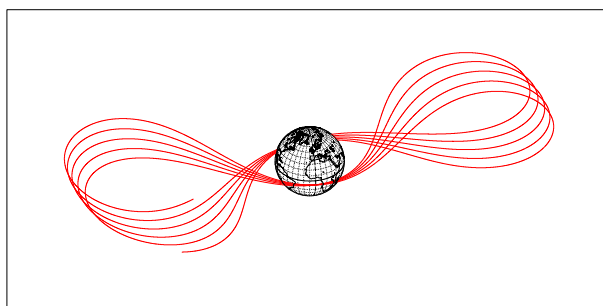
Les trajectoires se décalent un peu au cours du temps, car le nombre de révolutions par jour n'est pas exactement une fraction simple du jour sidéral (voir Table 1).

STRV-1C

Orbite par rapport à la Terre

Phasage = [2;+2;69] 140
2010 02 15 08:33:45 TUC >>> 5.00 jours

Altit. équival. = 19934.7 km a = 26312.871 km
Inclinaison = 6.02° e = 0.734470
Période = 707.12 min * Révol./j = 2.04
h_a = 39261 km ; h_p = 609 km ; arg. périégée : +226.14°



Projection : Orthographique Centre Project.: 35.0° N ; 10.0° W [NORAD] 2010 02 15 08:33:45 TUC / R: 8877 Iξων
Propriété : (sans) Aspect : Oblique Noeud asc : -70.41° [D3:52 TSM] MC ★ LMD
⊕ T.:Azimutal - Grille : 10° [R2]:-90.0/+55.0/+100.0[] EGM96 Apogée : 88.21° Arλας

FIGURE 2 – Représentation en repère terrestre sur 5 jours de l'orbite de STRV-1C

TABLE 1 – Valeurs orbitales de satellites en orbite équatoriale excentrique. Les parenthèses correspondent à des satellites de la même famille d'engins (aux caractéristiques presque identiques)

	Apo./Pér. (km)	Exc. (sd)	Incl. (deg)	Période (rev/j)
STRV-1A (1B)	27446/279	0.67	7.20	3.02
STRV-1C	39261/609	0.73	6.02	2.04
RBSP-A (-B)	30522/597	0.68	9.95	2.68
SPIRAL-A	17533/347	0.56	2.00	4.56
SPIRAL-B	31495/247	0.70	2.13	2.62
TEAMSAT	26573/595	0.65	7.86	3.08
THEMIS-D (-E)	70697/816	0.83	8.15	1.00
THEMIS-A	70845/581	0.83	13.39	1.00