



LES SATELLITES DE RADIOAMATEUR



PREMIÈRE PARTIE



- 1-LANCEMENTS
- 2-PHASES
- 3-ORBITES
- 4-MODES ET FRÉQUENCES
- 5-RELAIS ET TRANSPONDEURS
- 6-TEMPS DE PASSAGE
- 7-EFFET DOPPLER
- 8-QUI SONT-ILS?

QUELQUES -UNS



LES LANCEMENTS



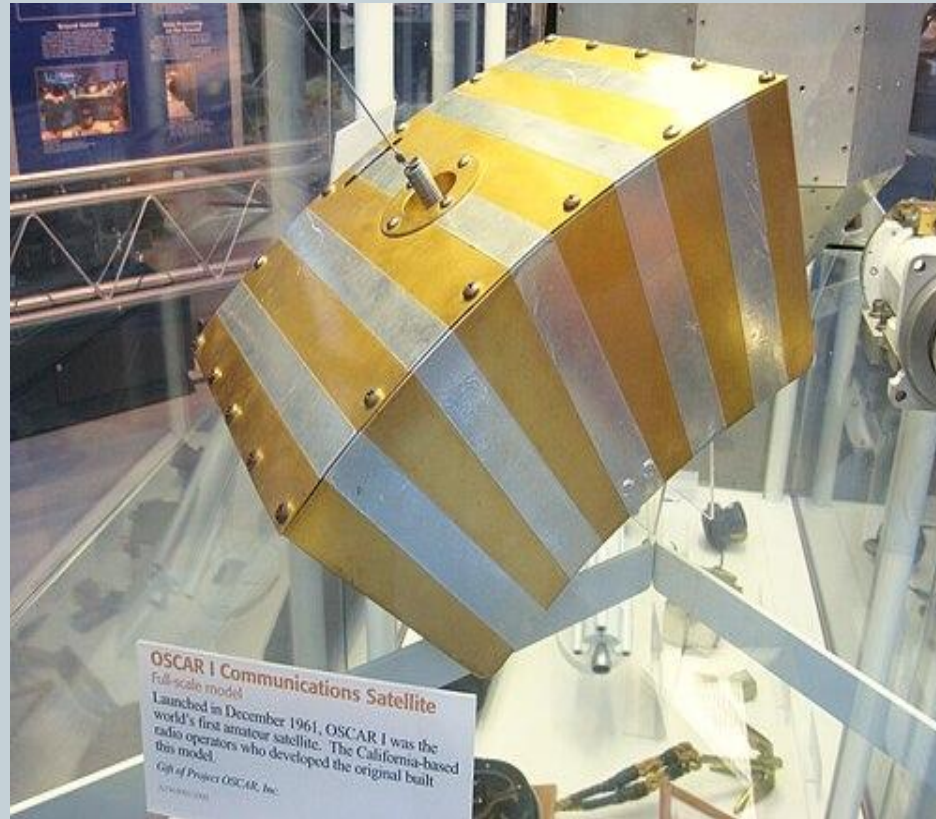
- **1961 OSCAR 1** durée 3 semaines HI en CW
- **1969** fondation de AMSAT
- **1970 AO-5** Université de Melbourne
- **1972 AO-6** longue durée de vie
- Un total actuel de 120 satellites et une participation de 22 pays.

LES LANCEMENTS RÉCENTS



- **24 Juin 2025 – 4 nouveaux satellites exploitant les fréquences du service amateur par satellite **RIDU-Sat 1, PARUS-T2, UND ROADS 1 et 2****

OSCAR-1 1961



LES PHASES



- **Phase-1**-alimentation par batteries seulement (CW)
- **Phase-2**-longue durée de vie, cellules solaires, répéteurs en orbite, capacité de communications
- **Phase-3**-longue durée de vie, capacité de communications, télémétrie. Orbite elliptique(Molniya)
- **Phase-4**-géostationnaires- Es'hail2/QO-100
- **Phase -5**-engins spatiaux pour missions spécifiques.

LES ORBITES



- Basses-(**LEO**)- Terrestres basses
- Polaires
- Moyennes (**MEO**)Terrestres moyennes
- Haute altitude(**HEO**)
- Géosynchrone (**GEO**)

BASSE ORBITE (LEO)



- La plupart des satellites de radioamateur y sont situés, souvent à une hauteur de moins de 800 KM
- Altitude maximale de 2000KM
- Temps nécessaire pour compléter une orbite, entre 90 et 110 minutes.

EXPLICATIONS D'UNE LEO



- La Terre effectue une rotation de 24 degrés de longitude Est pendant une LEO
- Selon l'altitude et l'inclinaison de la LEO
- Il y a de 4 à 6 passages par jours , du SUD au Nord

LES ORBITES POLAIRES



Passent par les deux pôles

- Couvrent la Terre entière
- Traversent l'équateur à environ 98 degrés
- Les satellites y passent en un même point terrestre, à la même heure chaque jour, plusieurs fois par jour
- Elles sont appelées (ORBITES SYNCRO SOLAIRES)-(SSO)

LES ORBITES MOYENNES-MEO



- Elles sont circulaires intermédiaires (ICo)
- Se situent entre les orbites LEO et les orbites géostationnaires (GEO)
 - Sont situées à environ 36,000 km
 - Un satellite situé sur ces orbites complète de 2 À 4 ORBITES PAR JOUR

LES ORBITES MOYENNES



- Avantages : des passages nettement plus long, de plusieurs heures par jour
- Une trace au sol(Foot Print) plus grande
- Une couverture de plus ou moins une moitié de la Terre à chaque passage
- Utilisées surtout pour les satellites de navigation (GPS)
- Les satellites sur ces orbites coûtent plus cher à construire car ils doivent être protégés contre les radiations.

LES ORBITES GÉOSYNCHRONES-GSO



- Elles sont circulaires
- En synchronisation avec la rotation de la Terre
- À une altitude de 35800 Km
- Oscillent en forme de 8 au dessous et au dessus de l'équateur
- Utilisées pour les signaux de communication
- Les signaux de télévision
- Elles requièrent des antennes fixes au sol.

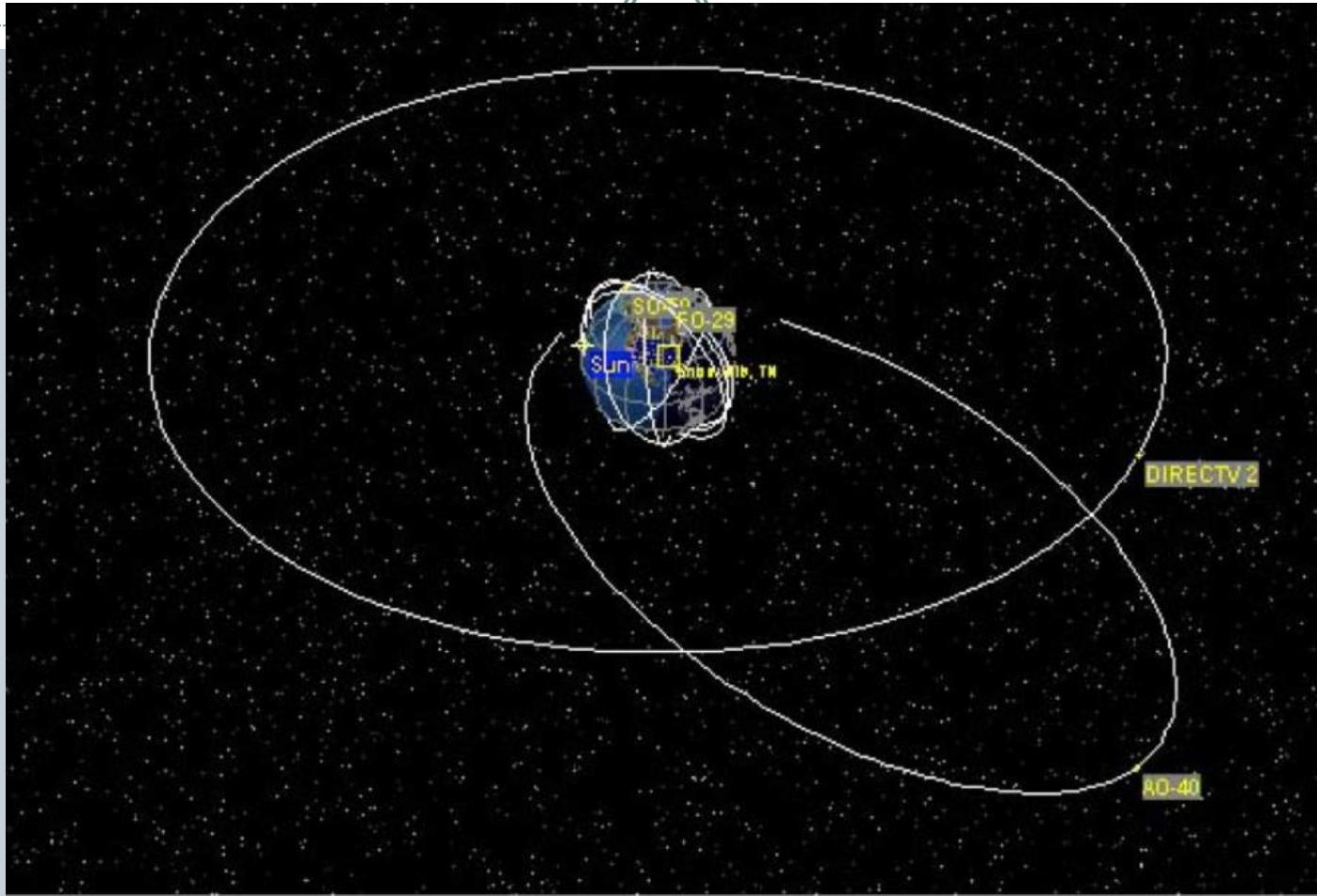
ORBITES À HAUTE ALTITUDE - HEO



- Peuvent être circulaires ou elliptiques
- De type « **MOLNIYA** », favorisant l'hémisphère sud
- Offrent une couverture de presque une demi surface terrestre, pendant environ 13 heures
- Les satellites sur ces orbites se déplacent très doucement dans le ciel par rapport aux satellites en orbite **LEO**.
- Le coût de lancement sur ces orbites est de plusieurs millions de dollars

Tableau Comparatif des Caractéristiques des Orbites (LEO, MEO, GEO) pour les Communications Radioamateurs

Caractéristique	LEO (Orbite Terrestre Basse)	MEO (Orbite Terrestre Moyenne)	GEO (Orbite Géostationnaire)
Altitude typique (km)	500 – 1200 (ou 700-1000)	5000 – 20000	~35786
Période orbitale	~90 – 110 minutes	Plusieurs heures	23h 56min (Jour Sidéral)
Vitesse orbitale approx. (km/h)	~27000 – 28000	~14000 – 20000	~11000
Durée de visibilité typique	10 – 15 minutes par passage	Plusieurs heures par passage	Continu (pour les stations dans la zone de couverture)
Couverture au sol	Limitée, nécessite une constellation pour couverture globale	Plus large que LEO, nécessite une constellation pour couverture globale	Très large (environ 1/3 de la Terre par satellite)
Impact de l'effet Doppler	Très significatif, nécessite une compensation active	Modéré, mais sur une plus longue durée	Négligeable
Complexité poursuite d'antenne	Élevée (Azimut et Élévation) ou omnidirectionnelle moins performante	Modérée à élevée (Azimut et Élévation)	Faible (antenne fixe pour les stations dans la zone de couverture)
Exemples de sat. radioamateurs	Majorité des OSCARs (SO-50, AO-91, RS-44, CAS-4A/B), ISS	Peu courant (visé par projet GOLF)	Es'hail-2 / QO-100



MODES ET FRÉQUENCES



- Les principaux modes de communication sont, selon le type de satellite:
- CW-SSB-FM-PACKET-SSTV-DATV
- Selon les fréquences utilisées, les plus populaires sont :
- **MODE A** Montée 144 mHz-Descente 432 mHz
- **MODE B** Montée 432 mHz-Descente 144 mHz

BANDES L ET S



- La bande **L** (1.2 GHz) (23 cm)
- 1260 à 1270 MHz est attribuée aux liaisons montantes, l'expérimentation et la TV amateur, ATV en mode simplex
- LA bande **S** (2.4 GHz)(13 cm)
- 2400 À 2410 GHz
- Est attribuée aux communications satellites amateur

UN RÉPÉTEUR SPATIAL



- *Les satellites sont des répéteurs spatiaux*
- Situés à une altitude de 150 Km ou plus
- Permettant des communications en ligne de vue
- Produisant une empreinte circulaire au sol (Foot Print)
- Toute personne qui est située dans cette empreinte pourra communiquer avec le satellite

RELAIS ET TRANSPONDEURS



Les communications se font par:

- Relais FM (répéteurs)
- Transpondeurs linéaires
- Relais numériques

LES RELAIS FM



- Ils sont identiques aux relais terrestres(Répéteurs)
- Ils reçoivent un signal **sur une fréquence** et le retransmettent simultanément sur une autre
- Ils nécessitent des codes d'accès CTCSS

LES TRANSPONDEURS LINÉAIRES



- Reçoivent une bande de fréquences
- Ils la retransmettent intégralement sur une autre
- Ces bandes sont étroites: 20 kHz-40kHz 60 kHz ou plus
- Elles favorisent les modes CW et SSB

INVERSIONS



- Les transpondeurs linéaires sont de deux types:
- **Non inverseurs:**
Les fréquences en montée et en descente sont basses
- **Inverseurs**
- Les fréquences en montée et en descente sont inversées(LSB/USB)

TRANSPONDEURS A INVERSION



XW-2A (CAS-3A) – U/v **Inverting** Analog SSB/CW

Uplink LSB	435.030 MHz	through	435.050 MHz
Downlink USB	145.665 MHz	through	145.685 MHz

Uplink **LSB**

435.030	435.035	435.040	435.045	435.050
----------------	----------------	----------------	----------------	----------------

145.665	145.670	145.675	145.680	145.685
----------------	----------------	----------------	----------------	----------------

Downlink **USB**

435.030

435.035

435.040

435.045

435.050

145.665

145.670

145.675

145.680

145.685

INVERSION LINÉAIRE



Linear Satellite Frequency Summary

XW-2A (CAS-3A) – U/v Inverting Analog SSB/CW

Uplink LSB	435.030 MHz	through	435.050 MHz
Downlink USB	145.665 MHz	through	145.685 MHz

XW-2C (CAS-3C) – U/v Inverting Analog SSB/CW

Uplink LSB	435.150 MHz	through	435.170 MHz
Downlink USB	145.795 MHz	through	145.815 MHz

XW-2F (CAS-3F) – U/v Inverting Analog SSB/CW

Uplink LSB	435.330 MHz	through	435.350 MHz
Downlink USB	145.980 MHz	through	146.000 MHz

RS-44 – V/u Inverting Analog SSB/CW

Uplink LSB	145.935 MHz	through	145.995 MHz
Downlink USB	435.610 MHz	through	435.670 MHz

TRANSPONDEURS LINÉAIRES



- AO-7-Actif. le plus ancien satellite radioamateur 1974
- FO-29(JAS-2) Actif sur demande
- AO-73(FUN-cube-1)Actif en permanence
- XW-2A(CAS-3A) Actif
- XW-2C(CAS-3C)Actif
- XW-2F(CAS-3F) Actif
- CAS-4A Actif
- CAS4B Actif
- RS-44 Actif

CE QU'EST LE TEMPS DE PASSAGE



- Pendant la rotation d'un satellite **LEO**, la Terre exécute une rotation de 24 degrés de longitude EST.
- Selon l'altitude et l'inclinaison du satellite **LEO** cela correspond à 4 À 6 passages ,en un même point par jour
- Un passage sud nord
- Un passage nord sud
- Soit environ 4 passages utiles par jour ,ou une heure de communications, selon son altitude par rapport à l'horizon

PLANIFIER UN PASSAGE

SCHÉDULING



- Plusieurs facteurs sont à considérer:
- Même en étant dans la trace d'un satellite la communication n'est pas toujours possible
- Elle dépend de son état de fonctionnement : Marche , Arrêt, Ré- initialisation
- Des modes de communications en opération
- Si le satellite est en mode de clarté ou d'obscurité pour alimenter ses panneaux solaires
- De la taille des panneaux solaires (peu de puissance en TX).
- S' il est dédié à des missions spécifiques

EFFET DOPPLER



- Consiste en un changement de fréquences lorsque le satellite passe près de nous.
- Dépend de la fréquence et de la vitesse de déplacement et nécessite une compensation.
- Est plus élevé lorsque la fréquence augmente
- Pour un satellite **LEO** en UHF, il peut être de 20 kHz.
- Lors de la descente du satellite il peut être de 10 kHz lors de son passage au dessus de nous et de 10Khz en moins à l'horizon

Effet doppler



Wavelength	Frequency	Doppler shift
2 m	145 MHz	± 3.25 kHz
70 cm	435 MHz	± 9.75 kHz
23 cm	1.269 GHz	± 28.5 kHz
13 cm	2.401 GHz	± 53.8 kHz
3 cm	10.250 GHz	± 230.0 kHz

FIN DE LA PREMIÈRE PARTIE



SECONDE PARTIE

- REPÉRAGE ET SUIVI**
- ÉQUIPEMENTS**
- OPÉRATION**

QUI SONT ILS ?



Satellite	Band	Mode	Downlink	Uplink
AO-07	70cm ⇄ 2m (Mode B)	SSB/CW	145,925 MHz ⇄ 145,975 MHz	432,125 MHz ⇄ 432,175 MHz
	2m ⇄ 10m (Mode A)	SSB/CW	29,400 MHz ⇄ 29,500 MHz	145,850 MHz ⇄ 145,950 MHz
AO-73	70cm ⇄ 2m (Mode B)	SSB/CW	145,950 MHz ⇄ 145,970 MHz	435,130 MHz ⇄ 435,150 MHz
	Digital Telemetry	BPSK Telemetry 30mW	145,935 MHz	
AO-91	70cm ⇄ 2m (Mode B)	FM	145,960 MHz	435,250 MHz
FO-29	2m ⇄ 70cm (Mode J)	SSB/CW	435,800 MHz ⇄ 435,900 MHz	145,900 MHz ⇄ 146,000 MHz
	CW Beacon		435,795 MHz	
IO-86	2m ⇄ 70cm (Mode J)	FM	435,880 MHz	145,880 MHz
ISS	2m ⇄ 70cm (Mode J)	FM	437,800 MHz	145,990 MHz
	2m ⇄ 2m	PACKET RADIO VHF	145,825 MHz	145,825 MHz
	ARISS	ISS Crew (Voice)	145,800 MHz	
JO-97	70cm ⇄ 2m (Mode B)	SSB/CW	145,855 MHz ⇄ 145,875 MHz	435,100 MHz ⇄ 435,120 MHz
PO-101	70cm ⇄ 2m (Mode B)	FM	145,900 MHz	437,500 MHz
QO-100	13cm ⇄ 3cm Wide band	DATV (DVB-S2)	10 493,250 MHz ⇄ 10 499,250 MHz	2 403,750 MHz ⇄ 2 409,750 MHz
	13cm ⇄ 3cm Narrow band	SSB/CW	10 489,550 MHz ⇄ 10 489,800 MHz	2 400,000 MHz ⇄ 2 400,250 MHz
RS-44	2m ⇄ 70cm (Mode J)	SSB/CW	435,610 MHz ⇄ 435,670 MHz	145,935 MHz ⇄ 145,995 MHz
	CW Beacon	transmit in CW RS44	435,605 MHz	
SO-50	2m ⇄ 70cm (Mode J)	FM	436,400 MHz	145,970 MHz
	2m ⇄ 70cm (Mode J)	FM (67.0)	436,795 MHz	145,850 MHz
	2m ⇄ 70cm (Mode J)	FM (Tone 74.4 to arm the 10mn timer)	436,795 MHz	145,850 MHz

QUELQUES SATELLITES FM



- **SO-50**(SaudiSat-1C) Actif
- **AO-91**(RadFxsat/Fox-1B)Actif le jour
- **AO-92**(RadFxsat/Fox-1D Actif le jour
- LilacSat-2(CAS-3H)Actif sporadiquement
- IO-86(LAPAN-A2)orbite équatoriale-actif sur demande
- PO-101(Diwata-2)Actif sur demande
- **AO-27**Actif 4 minutes en montée et descente dans l'hémisphère nord
- **ISS**(ARISS)Actif



REPÉRAGE ET SUIVI

LE PLUS IMPORTANT

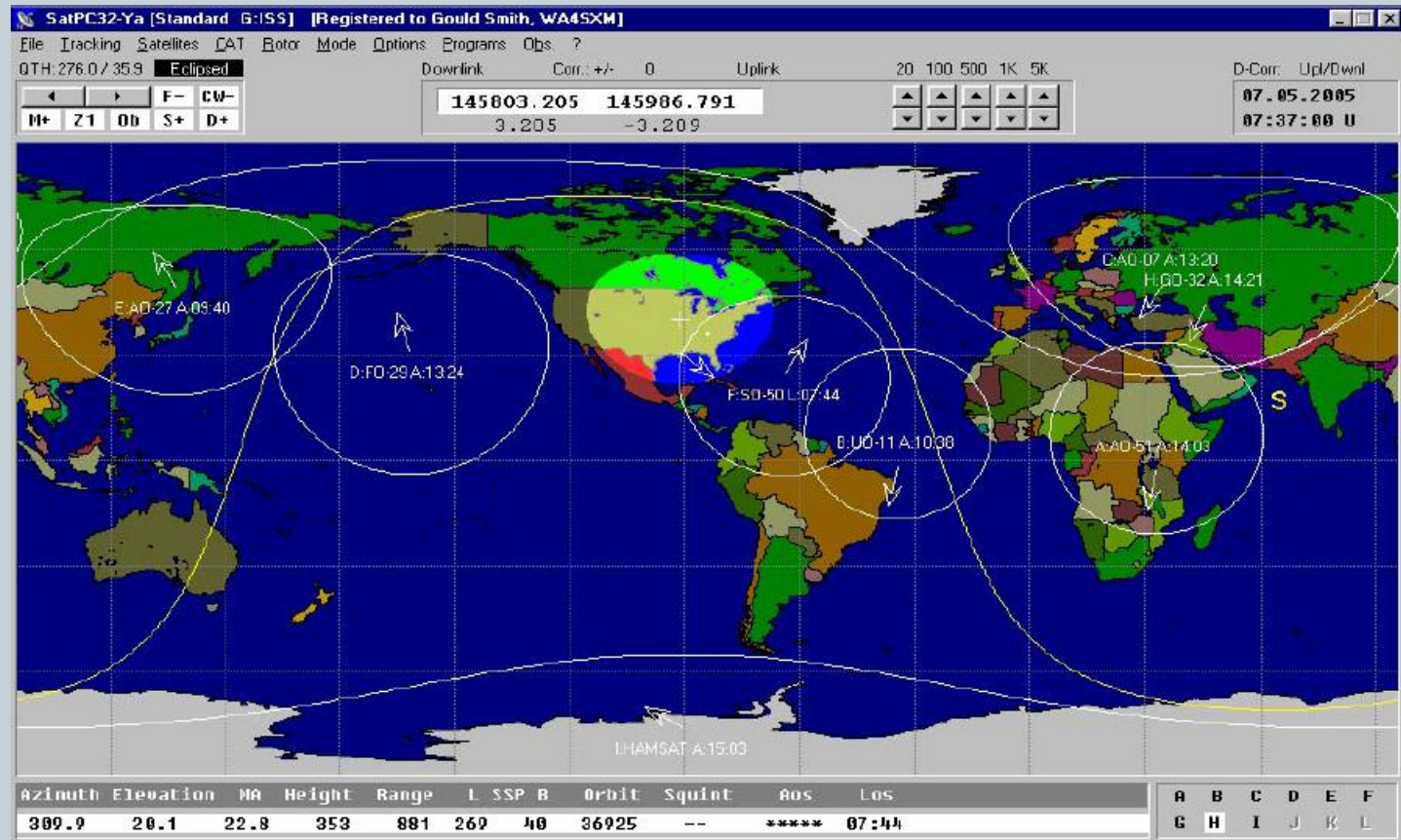


Le satellite doit être en ligne de vue depuis le QTH

- Où sera-t-il dans le ciel pendant la période de visibilité
- Pas d'obstacles en dur

Une atténuation se produira si la ligne de vue est croisée par du feuillage . Elle devra être compensée soit, par du gain d'antenne ou de la sensibilité en RX

ZONES DE VISIBILITÉ



LE REPÉRAGE



- Plusieurs sources d'informations sont disponibles pour ordinateurs, tablettes et téléphones
- Elles doivent contenir entre autres:
- L'heure précise du passage
- Les éléments Képlérien (Keps)



- Avec ces données, les programmes de suivi fournissent:
- La localisation du satellite en Lat et Long
- L'élévation au dessus de la Terre
- Votre propre localisation
- L'azimut
- L'élévation

POURSUITE (Tracking)



- La plupart des sites de repérage offrent aussi des possibilités de poursuite, c'est-à-dire de contrôle par ordinateur de la progression du passage et d'orientation des antennes.
- Cependant cela dépendra des équipements de communication utilisés

QUELQUES OUTILS



- SatPC32
- TracSat
- WinSat
- Nova
- Satscape
- Ham Radio Deluxe
- Prévisat
- N2Yo
- Satellite Tracker

UN PASSAGE SO-50



Donate Oct-17 09:47:32 Loc:EN25CK Locator Reload 15sats SD Help EXE by b7abf@amsat.org.ar 1 2 3 4 6 8 H ▾ Zoom Live?



Tracking: SO-50
N Azimuth: 322° ✨
N Elevation: -12° ▲



- Sort1
- AO-27
- AO-7
- AO-91
- AO-92
- ARISS
- CAS4A
- CAS4B
- SO-50
- XW-2A
- XW-2B
- XW-2C
- XW-2F

Next passes at your location. Starting at 09:47:11 GMT-0400 (Eastern Daylight Time)

h:mm	Satell.	Orbit#	Date	-Local Time-	Ele.	Azimuth
0:04	SO-50	95886	Oct-17	09:51 - 10:05	46°	319, 236, 162
0:24	ARISS	125098	Oct-17	10:11 - 10:22	52°	254, 348, 61
0:37	XW-2A	28530	Oct-17	10:25 - 10:35	84°	11, 239, 195
0:42	CAS4B	18411	Oct-17	10:29 - 10:43	62°	266, 189, 98
0:48	CAS4A	18441	Oct-17	10:35 - 10:48	61°	268, 190, 101
0:54	AO-92	15365	Oct-17	10:42 - 10:51	14°	32, 95, 151
1:43	AO-91	15722	Oct-17	11:31 - 11:42	40°	150, 92, 354
2:01	ARISS	125099	Oct-17	11:49 - 11:59	26°	284, 339, 71

Dist:4500 Km S Alt:635 Km
 SO-50 AOS in 0:04:15
FM Voice Repeater
Enable: 74.4Hz
 U ▲ ■ 145846.84 67Hz
 D ▼ ■ 436804.48 FM


- 50 SSB Linear Sats
- 76 SSB + FM Sats
- 26 FM Voice Sats

PLUSIEURS PASSAGES SO-50



11:06	<u>XW-2A</u>	28537	Oct-17	20:56 - 21:07	34°	148, 91, 354
12:39	<u>XW-2A</u>	28538	Oct-17	22:29 - 22:38	13°	209, 274, 328
13:04	<u>AO-92</u>	15373	Oct-17	22:53 - 23:05	77°	169, 271, 347
13:27	<u>AO-91</u>	15729	Oct-17	23:16 - 23:29	10°	37, 79, 145
14:17	<u>SO-50</u>	95895	Oct-18	00:07 - 00:20	31°	188, 104, 44
15:02	<u>AO-91</u>	15730	Oct-18	00:52 - 01:06	79°	13, 74, 192
15:58	<u>SO-50</u>	95896	Oct-18	01:47 - 02:01	37°	238, 322, 32
16:39	<u>AO-91</u>	15731	Oct-18	02:29 - 02:41	15°	354, 293, 243
17:27	<u>AO-7</u>	210137	Oct-18	03:17 - 03:36	18°	30, 83, 147
17:41	<u>SO-50</u>	95897	Oct-18	03:30 - 03:41	10°	285, 324, 29
19:19	<u>AO-7</u>	210138	Oct-18	05:09 - 05:31	83°	18, 111, 198

Check or change your  Station Grid Locator or Latitude/Longitude  [Grid?](#)

Google Map	Locator:	<input type="text" value="FN25CK"/>	Reset	Resolve and Set New					
+North -South =>	Latitude:	<input type="text" value="45.4375"/>	<input type="radio"/> Deg.	<input type="text" value="45"/>	<input type="radio"/> Min.	<input type="text" value="26"/>	'	<input type="text" value="15"/>	"
+East -West =>	Longitude:	<input type="text" value="-75.7917"/>	<input type="radio"/> Deg.	<input type="text" value="-75"/>	<input type="radio"/> Min.	<input type="text" value="47"/>	'	<input type="text" value="30"/>	"