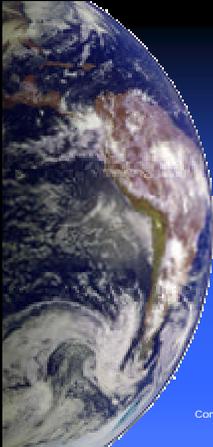




# Espace & Radioamateurisme



Conférence AMSAT France Rueil Malmaison  
Decembre 2003

F6AGR F4BUC



## Programme de la conférence

- Résumé de la « conquête spatiale radioamateur »
- L'intérêt du trafic par satellite
- Les différentes familles de satellites
- Comment trafiquer par satellite, comment débiter?
- Les projets futurs



## La "conquête spatiale radioamateur"

- Conquête commencée en 1961
- 70 satellites amateurs lancés en 40 ans!
  - 4 satellites envoyés en orbite dans les années 1960s.
  - 6 satellites dans les années 1970s.
  - 17 satellites dans les années 1980s.
  - 24 satellites dans les années 1990s.
  - + d'une douzaine depuis 2000.
- Actuellement + de 10 satellites actifs



## L'intérêt du trafic par satellite

- Pouvoir communiquer avec le monde entier
- Se forger une culture spatiale très riche en technologie
- Permettre des communications haut débit
- Participer à des expériences scientifiques



## Les différentes familles de satellites

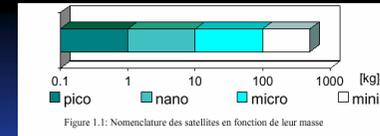
### Classés par origine

- **Deux types principaux :**
  - satellites entièrement radioamateurs
  - satellites issus de programmes universitaires/scientifiques
- **Famille des OSCAR = Orbital Satellite Carrying Amateur Radio**  
50 OSCAR lancés  
satellites fabriqués par les AMSAT  
dénominations : « AO-10 » par ex.
- **Famille des Radiospoutnik (RS)**  
20 RS lancés  
Satellites fabriqués par les amateurs russes
- **Famille des FujjSat (Fuji = Glycine)**  
Satellites Japonais  
Dénomination « FO-29 » par ex.
- **Autres satellites universitaires/scientifiques**  
**Famille des UoSAT**  
Université de Surrey en Angleterre



### Classés par leurs tailles

Les micro sat  
Les nano sat  
Les pico sat



### Classés par leurs missions

Transpondeurs analogiques pour le trafic DX en temps réel  
Store and forward numérique pour des communications différées : PACSAT  
Missions scientifiques

Un satellite reçoit sa dénomination internationale une fois qu'il est sur orbite.

Exemple : avant lancement : Phase III-D, IDEFIX  
une fois sur orbite : AO-40, BO-47,48  
Satellites AMSAT : AO, Satellites Fuji : FO ...



## L'évolution des OSCAR

La famille des OSCAR a suivi plusieurs phases successives.

On distingue les satellites de phase1, 2 et 3 ... 4 ...5

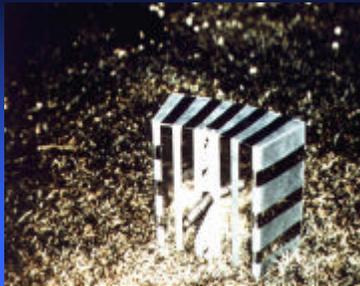


## Les PHASE I (1961-1970)

Caractéristiques principales:

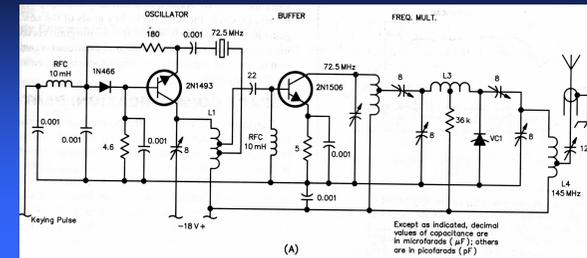
- Courte durée (qqes semaines, mois)
- Orbites basses (LEO, 800-1200 km)
- Peu d'autonomie énergétique

## 1961: OSCAR 1

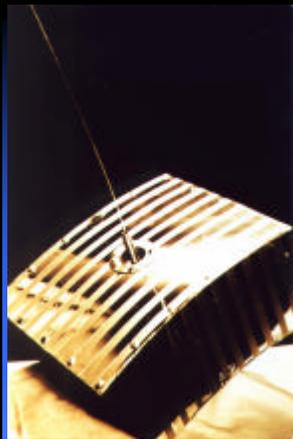


- Balise 140mW, 3 semaines 22 jours avant de rentrer dans atmosphère.
- Écouté par 570 Amateurs de 28 pays.
- "HI-HI"
- A permis de démontrer la  faisabilité  et l'intérêt des projets de sat . amateurs

## Emetteur d 'OSCAR 1

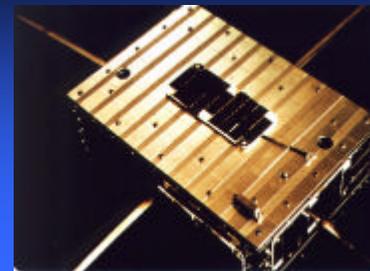


## 1962: OSCAR 2



- Balise 100mW
- Similaire à oscar1

## 1965: OSCAR 3



- Premier satellite à panneaux solaires
- Premier transpondeur
- 1000 amateurs de 22 pays



## 1965: OSCAR 4

- Première orbite Molnya : elliptique avec apogée à 29 000 km
- Transpondeur 144/432



## 1970: OSCAR 5



- Premier satellite commandé à distance



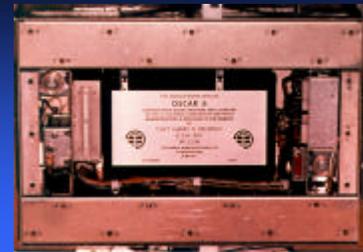
## Les PHASE II (1972-1978)

Caractéristiques principales:

- Usage généralisé des panneaux solaires
- Orbites plus élevées
- Ordinateurs de bord
- Durent plus longtemps (qqes années)



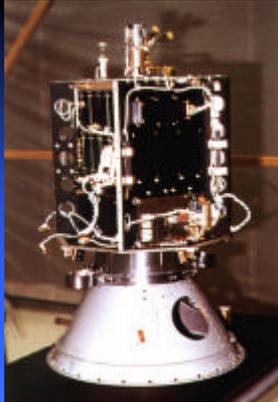
## OSCAR 6 (Phase II-A)



- Premier satellite avec logique de contrôle interne
- Premier système de store-and-forward de messages morses et télétypes



## OSCAR 7 (Phase II-B)

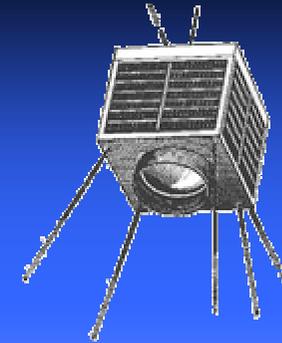


- Similaire à AO-6
- Expérience de liaisons entre AO-7 et AO-6
- Toujours la!!!!

1974/1980 puis ...  
2002/????



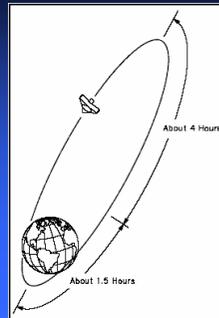
## OSCAR 8



## Les PHASE III (1980-2005)

### Caractéristiques principales:

- Satellites à orbites elliptiques à grande apogée (30 000, 57 000 km) accessibles 8 à 12 heures
- Missions complexes et utilisation de fréquences plus élevées
- Contrôle d'attitude



OSCAR 10 travels in a high, elliptical orbit. Phase 3D will achieve a similar orbit.



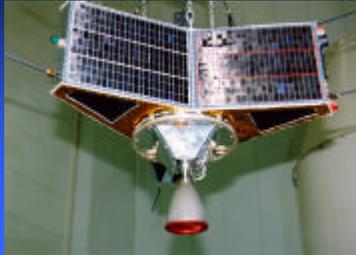
## 1983: OSCAR 10 (Phase III-B)



Orbite Molnya  
Toujours actif en  
435/145 !



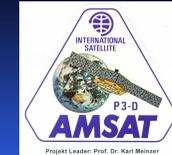
## 1988/1993: OSCAR 13 (Phase III-C)



- A bord du premier lancement de Ariane 4
- Transpondeur de communication digitale: RUDAK-1



## 2000 : AO-40 (Phase III-D)



- Lancé par Ariane 5
- Le satellite amateur le plus complexe
- Apogée à 57 000 km
- 144, 435, 2.4GHz, 24GHz, 10GHz ...



## Les PHASE IV et V (2005 - ...)

Satellites amateurs pour de nouvelles missions:

Phase IV : Orbite géostationnaire

Phase V : Orbite sur une autre planète : Mars avec P5A



## Les satellites « universitaires »

- Contribution radioamateur : réception de la télémétrie par modes digitaux (packet 9600 bps AX.25 par ex.), conception des antennes et transpondeurs
- Initier les étudiants au domaine spatial
- Point d'entrée privilégié du radioamateurisme dans les écoles et les universités



## OPAL



- Lanceur de pico-satellites

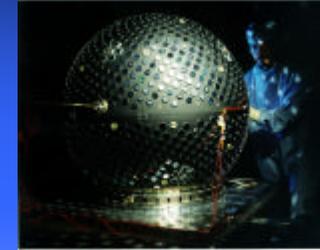


## STARSHINE



1500 miroirs en aluminium polis par 40,000 étudiants de 25 pays

Brillant dans le ciel au lever et coucher de soleil



## Les nanosatellites amateurs



## RS18 : premier satellite lancé à la main!! depuis MIR

Sputnik 41 est un projet conjoint de l'Aéro-club de France, la Fédération Aéronautique de Russie et l'AMSAT-France





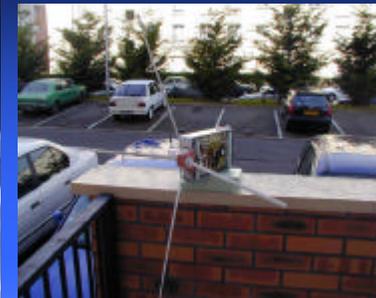
## Week-end QSL Soutnik



## IDEFIX

Fixé sur plateforme ASAP de Ariane4

Issu des nanosat IDEFIX conçus pour être lancés depuis ISS



## Les PACSAT

« Maillage » dense de satellites LEO de style micro sat

Communications numériques haut débit



UO-36  
TIUNGSAT  
Images



Jean-Louis ETIENNE  
Pôle Nord  
2002



PACSAT  
UO-22

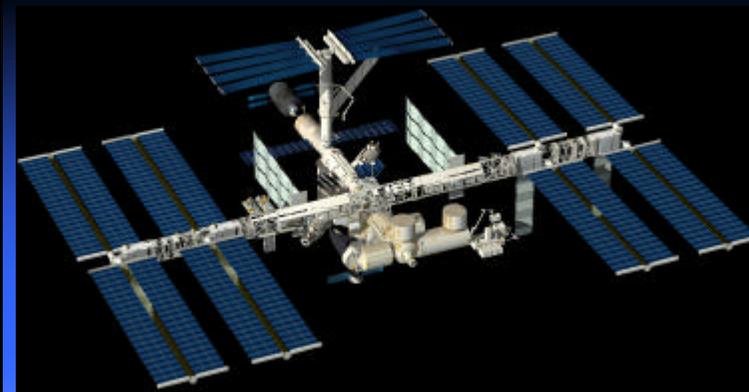


Les radioamateurs sont aussi  
actifs depuis

La station spatiale ISS: Programme ARISS

La navette spatiale: Programme SAREX

ARISS





## Phonie, SSTV, packet



## MIR



FXØSTA

FXØSTB



## Contacts avec des écoliers



## SAREX

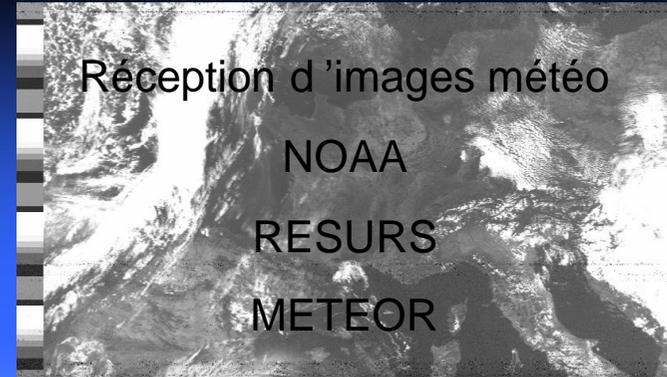




Comment communiquer par satellite, comment débuter?



Comme d'habitude on peut commencer par recevoir



On peut également observer visuellement



LX200



Puis monter sa propre station et se lancer dans le trafic satellite

Vers quel type de trafic vais-je m'orienter?

- DX?
- Analogique, numérique?

Par ordre de difficulté technique:

- Satellites LEO en FM ex: SO-50
- Satellites HEO en SSB, CW ex: FO-29
- Satellites elliptiques ex: AO-40



Dans tous les cas il faut pouvoir déterminer les passages des satellites

Avec un logiciel de tracking

Remise à jour des éléments képlériens :

- Pour les LEO toutes les semaines pour précision ~ 1 min
- Pour les elliptiques tous les mois

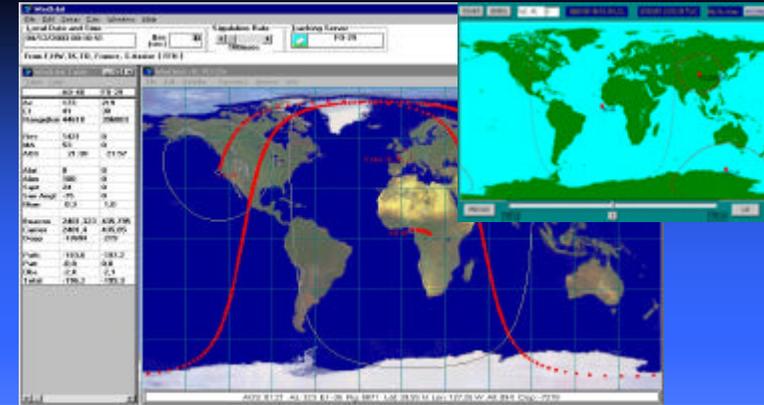
Ressource : Internet

Savoir si le satellite est actif et dans quel mode

Ressource : bulletin de l'AMSAT diffusé toutes les semaines



Exemples de programmes, ne pas chercher la précision mais l'ergonomie



Quelles fréquences, quels modes

Les bandes les plus utilisées sont :

145MHz et 435MHz : tous

2.4 GHz et + : Phases III et futurs

La tendance est à la montée en hyperfréquence

Modes:

FM

SSB : LSB montée, USB descente

CW, PSK, 9600Bds etc...



Monter sa station pour les LEO

**Antenne TURNSTYLE** (Christian / F5DQO)

Entrez la fréquence de travail :

145 MHz

Lambda = 2,034 mètres

Dipôle = 1,017 mètres

Demi-Dipôle = 0,509 mètres

Côté cadre = 1,231 mètres

Espacement = 0,763 mètres

Entrez Coef cable (k) 0,66

Descente 50 Ohms

Longueur Impé- (en m) dance

L1	1,017	50
L2	1,353	50
L3	0,336	75
L4	0,336	75

Descente 75 Ohms

Longueur Impé- (en m) dance

L1	1,017	75
L2	1,353	75
L3	0,000	0
L4	0,000	0



### Trafic via UO-14 en portable à pied



### Monter sa station pour les HEO et elliptiques



12 éléments 145 MHz  
20 éléments 435 MHz  
40 W HF



### Trafiquer sur AO-40

Réception 2.4 GHz  
Parabole 85cm  
Rotor de motorisation

Emission 435 MHz  
Yagi 19 élts

Réception de AO-40 sur 2,4 GHz

Emetteur - Récepteur



### AO-40 : expérimentation technique sur les bandes THF

#### Initiation aux antennes hyper

Antenne parabolique 2,4 GHz

Caractérisation d'une source de parabole offset

Cette feuille de calcul permet de partir de quelques mesures effectuées sur une parabole de réception de caractéristiques connues, de déterminer la position de la source, son diamètre, et éventuellement sa puissance.

Ces résultats sont diffusés, et les valeurs obtenues sont à affiner avec des mesures menées en terrain dégagé à l'aide, par exemple, d'une balise directionnelle.

1. Mesurer la hauteur, le largeur et la profondeur maximale de la parabole et saisir les valeurs dans les cases en vert.
  - Hauteur D (m) : 100 mm
  - Largeur L (m) : 1000 mm
  - Profondeur C (m) : 100 mm
2. Trouver les résultats de calcul correspondant au point de réception.
  - 2.1 La parabole présente les caractéristiques suivantes :
    - Distance focale F (m) : 100 mm
    - Ø d'ouverture (m) : 100 mm
  - 2.2 La source doit être positionnée comme suit :

Montage ou modification de convertisseurs



### Les « options » pour un trafic plus confortable

- Deux VFO liés
- Une compensation automatique du Doppler
- Une poursuite automatisée des antennes



### Satellites actuellement accessibles à la licence F0 (10 W HF sur 144 MHz):

BLU: FO-20, FO-29, RS-12/13 ?, RS-15, AO-7

FM: ISS, AO-27



### Les projets futurs

#### Les projets les plus importants :

- Eagle et Echo de l'AMSAT-NA
- SATEDU de l'AMSAT-France
- P3-E, puis P5-A, de l'AMSAT-DL



### 2004: OSCAR E et Eagle (AMSAT NA)

Continuation des microsats, analogique et numérique haut débit

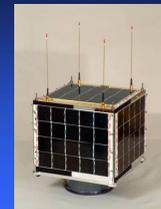
Eagle : GTO



OSCAR E : LEO

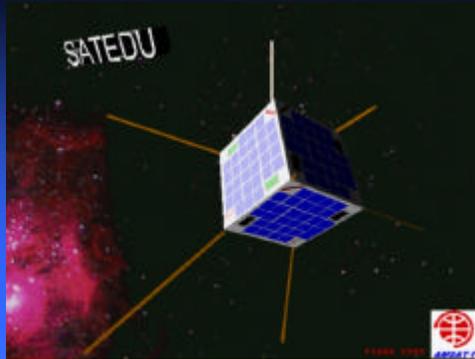


- FM
- APRS haut débit
- Puissance élevée (8W)
- 4 RX (145MHz) et 2 TX (435MHz)
- Hauts débits sur voie descendante 56Kbps.
- Store and forward

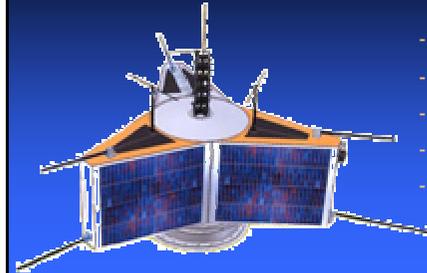




## SATEDU



## 2005 : P3-E (AMSAT DL)



- Structure similaire à AO-10 et AO-13
- 145 à 2400 MHz, 10GHz?
- Plateforme de validation pour P5A
- IHU-3 nouvelle génération
- Orbite fortement elliptique



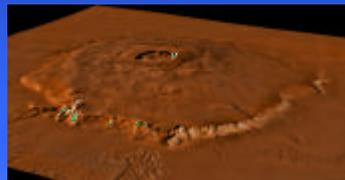
## 2005-2007 : P5-A (AMSAT DL)

### En route vers la planète Mars !



A first model for a P5-A spacecraft

- Transmission de données scientifiques pour étude du sol et de l'atmosphère martienne
- Transpondeur 2.4GHz/10GHz



## AMSAT-France

12 bis, rue des Gourlis  
92500 RUEIL MALMAISON

<http://www.amsat-france.org>  
[amsat-france@amsat.org](mailto:amsat-france@amsat.org)