

ARML Février 2020

F4HUX

ADS-B 1090 MHz

Automatic

Dependant

Surveillance

Broadcast

Les systèmes GPS, Glonass, Galileo permettent aux avions de connaître leurs positions de façon plus précise que le RADAR au sol.
Ce sera donc l'avion qui enverra ses données par radio.
Il pourra être capté par des stations au sol ou des satellites.

- Il y a trois types d'ADS-B
 - le 1090ES : 1090 MHz Extended Squitter
 - l' UAT : Universal Access Transponder sur 978 MHz
 - le VDL VHF Data Link qui envoie aussi les acars sur 136.725 136.775 136.875 136.975 MHz
- Applications : contrôle aérien et anticollision
- Malheureusement , tous les avions ne sont pas encore équipés.
- Les U.S.A étudient un système qui permettrait d'envoyer les positions des avions dépourvus d'ADS-B aux autres avions.

Recevoir et décoder les signaux ADS-B :

-Matériel :

Un ordi (win, linux), ou netbook ou config Arm ou smartphone

Un dongle USB DVB à quelques euros

Une antenne avec un coaxial (peut être fabriquée avec du cuivre 2,5 mm²)

facultatif : Mât, amplificateur en tête de ligne avec injecteur de courant du commerce ou qui peut être fabriqué avec un condensateur 10pF et une alim 12 V DC

-Free Software : dump1090 (linux et win) , rtl1090 (win)

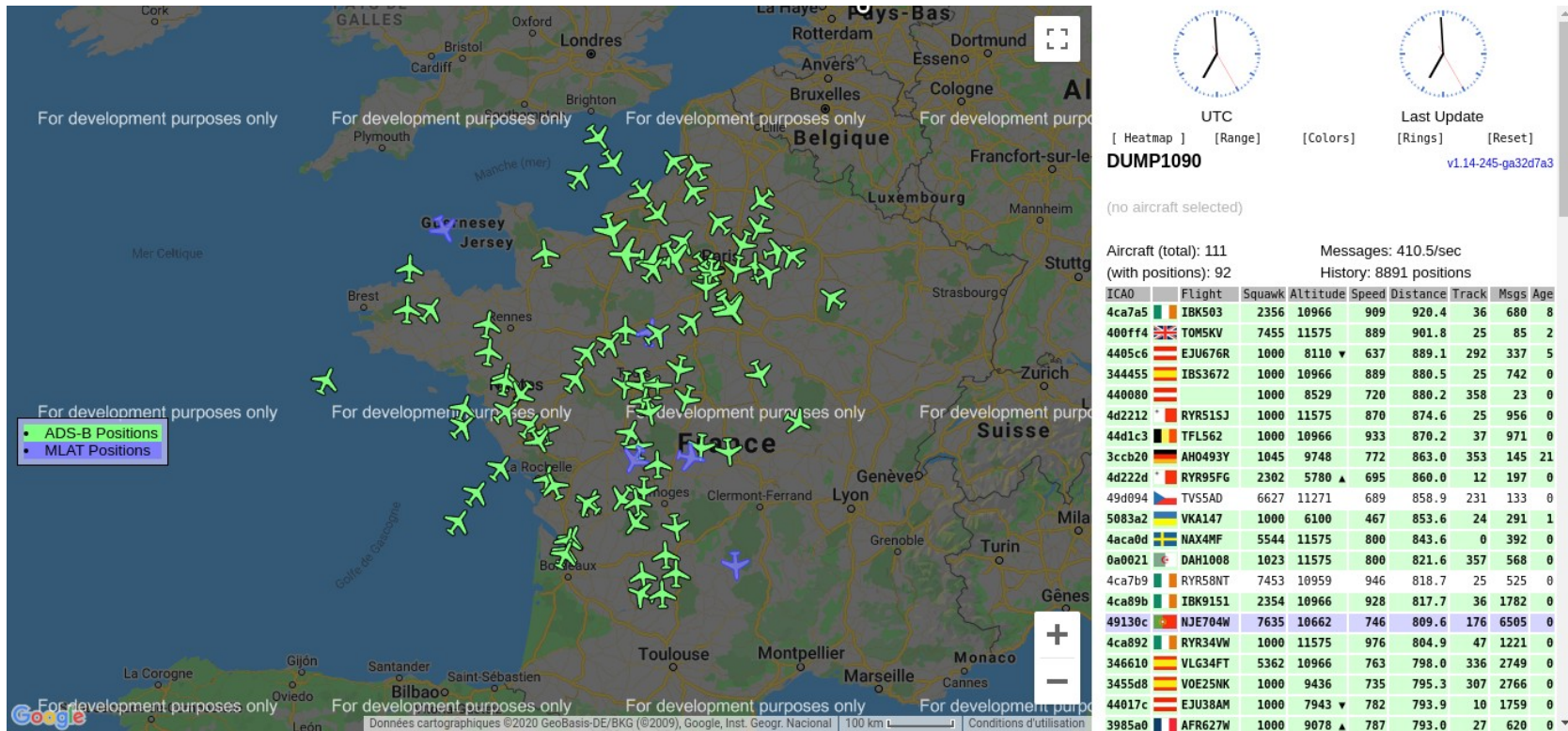
Décodage et affichage des trames ADS-B par dump1090 en mode console

```
pierre@cubieboard2: ~/dump1090
```

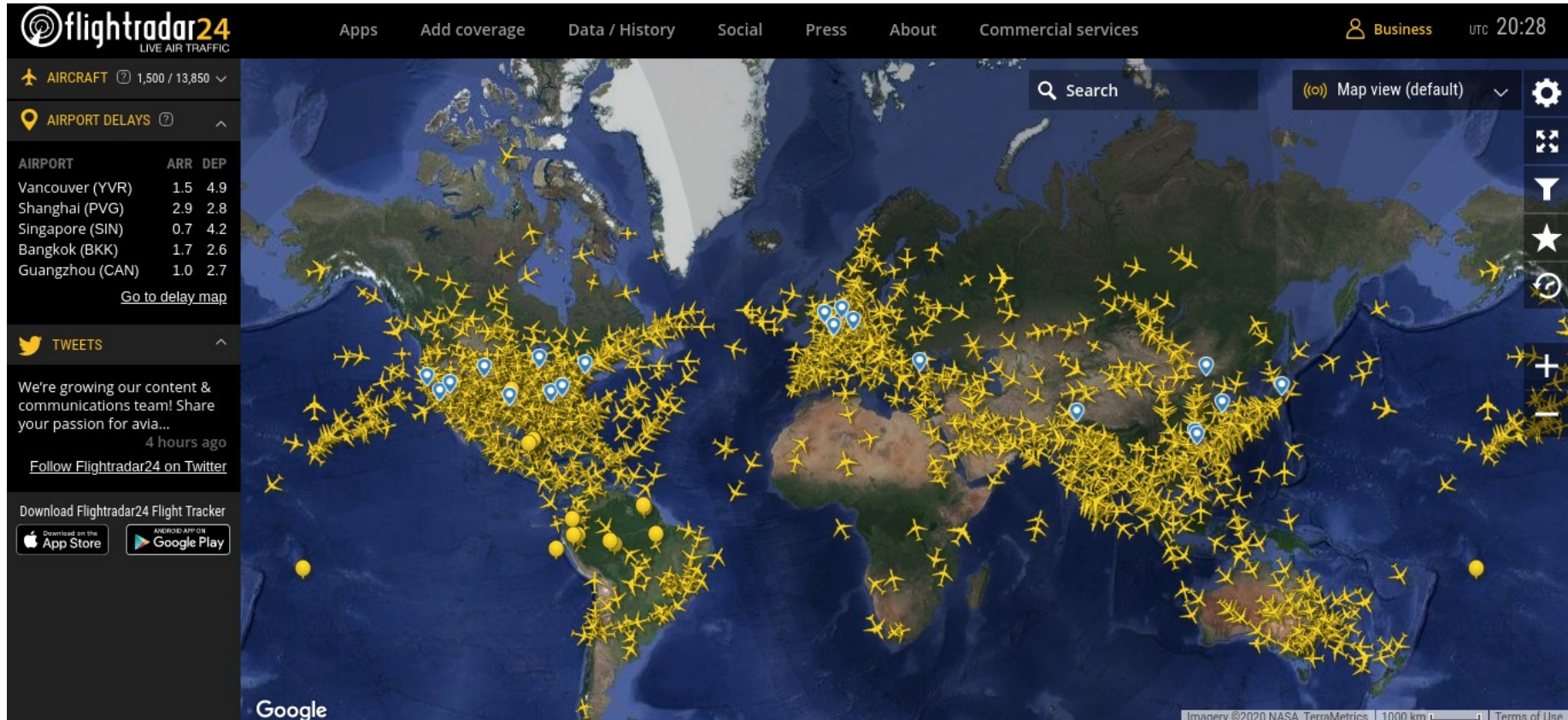
Fichier	Édition	Affichage	Rechercher	Terminal	Aide							
Hex	Mode	Sqwk	Flight	Alt	Spd	Hdg	Lat	Long	RSSI	Msgs	Ti	
ACC9D0	S	5556		40000	471	353			-32.6	11	0	
3C0C99	S			34000					-33.2	6	2	
4CA2CA	S	5360	EIN56V	38000	456	335	44.168	0.319	-32.8	41	1	
4CA4F5	S			38000					-32.1	10	24	
4CA7B6	S								-38.6	2	22	
4B1A3D	S	1150		28025	415	064			-35.0	9	0	
3964F2	S	1000	TVF32YD	32000	475	029	45.744	-0.348	-34.4	185	0	
406A91	S	5340	EZY98TZ	36000	446	347	44.293	-0.044	-32.4	139	0	
400878	S	0524	BAW310	18225	436	108	49.435	1.690	-33.0	90	1	
4CA8AD	S	2151	ABR1623	33050	436	119			-34.1	25	0	
3944F4	S	1000		22875	351	263			-33.2	21	23	
407574	S	7442		38025	476	002			-32.0	14	4	
3946E0	S	7676	AFR45QX	31000	382	211	44.334	-1.009	-34.0	60	0	
394C10	S	1000		32000	479	358	45.361	1.173	-33.2	43	0	
000000	S								-33.6	15	2	
0101B6	S	5625	MSR802	21975	391	103	48.982	3.264	-33.2	40	26	
4CA6A9	S	1046	RYR8027	36000	471	357	47.507	-0.672	-31.8	257	0	
896471	S	2366	UAE76F	37000	501	103	46.205	-3.247	-34.2	58	2	
484EE4	S	2140	KLM1697	37000	407	219	46.241	-1.917	-33.6	70	1	
485209	S	1000	TRA59L	38000	490	038	47.811	-0.197	-31.0	276	0	
4CA93C	S	7443	RYR5ZL	38000	456	014			-32.8	43	2	
E493BF	S			35000	442	217			-32.0	12	38	
4074B8	S	7520	EZY42BR	38025	463	319	49.414	3.420	-34.5	123	0	
492510	S	7672	JME211P	41000	438	210	44.539	-0.813	-33.6	215	0	

Décoder des signaux, c'est bien mais les visualiser c'est encore mieux !

- Dump1090 F4HUX local



Aidé de quelques copains....quelques milliers, par exemple, en partageant les données sur un même serveur web, on peut avoir une belle carte du monde avec tous les avions décodés en temps réel

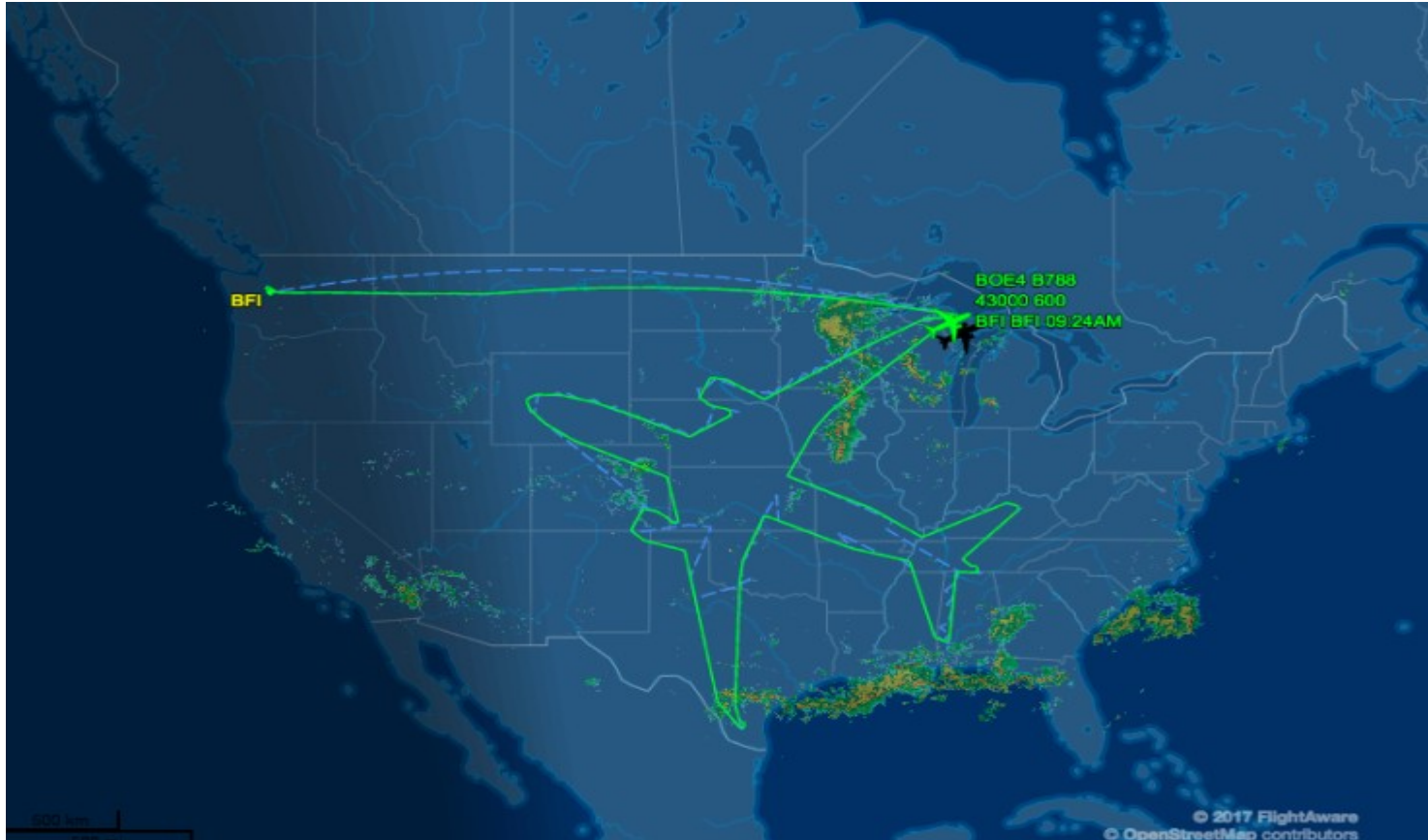


Sur ce site, on peut suivre la route des avions et avoir des renseignements sur eux :

- Numéro de vol
- la compagnie,
- Code registration
- Le msn (manufacturer serial number)
- l'historique de vols
- les caractéristiques techniques et l'historique des cessions de l'avion

La visualisation de routes donne parfois des choses marrantes :

Figure de style de BOEING



La réponse d'AIRBUS

The screenshot shows the Flightradar24 website interface. The top navigation bar includes links for Apps, Add coverage, Data / History, Social, Press, About, and Business services. The left sidebar contains several sections:

- AIRCRAFT**: 0 ▲ / 16,256 ▼
- AIRPORT DELAYS**: A table listing airport arrival and departure times.
- TWEETS**: A tweet about Boeing flight #BOE004.
- BLOG POSTS**: A post about Flightradar24 ADS-B Receivers.

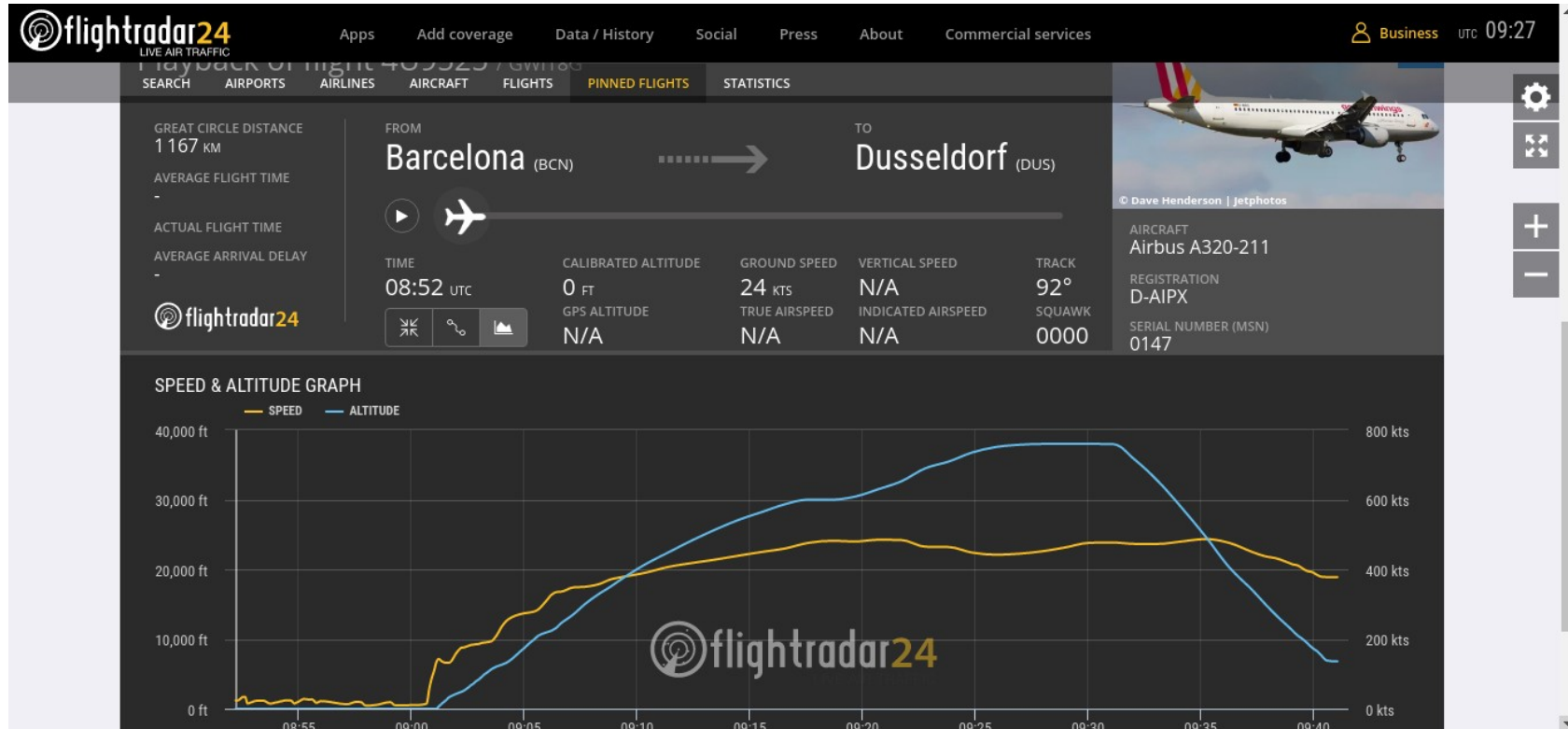
The main map displays Europe with a yellow outline of France. The aircraft AIB03FB is shown near Bordeaux. The map includes labels for various countries and cities, such as Germany, Belgium, Luxembourg, Switzerland, Italy, and France.

AIRPORT	ARR	DEP
Shenzhen (SZX)	5.0	3.9
Guangzhou (CAN)	5.0	3.7
Guiyang (KWE)	5.0	2.3
Nanjing (NKG)	2.2	5.0
Xiamen (XMN)	2.0	5.0

Mais on peut trouver des choses plus tristes

Exemple dans les « pinned flights » de FR24

Le vol 4U9525 de la Germanwings du 24 mars 2015



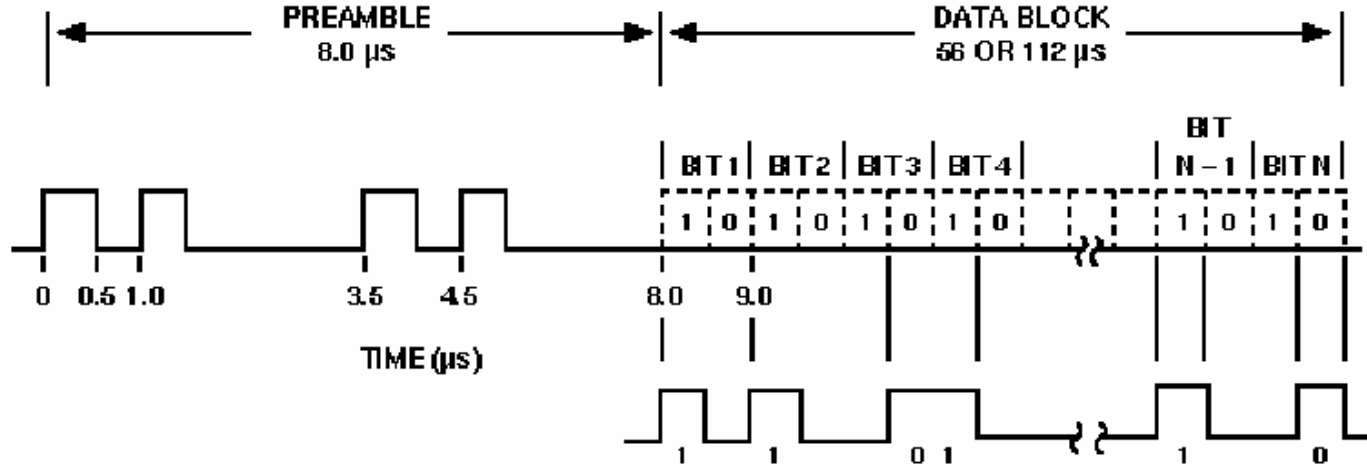
Le vol MH370 du 7 mars 2014



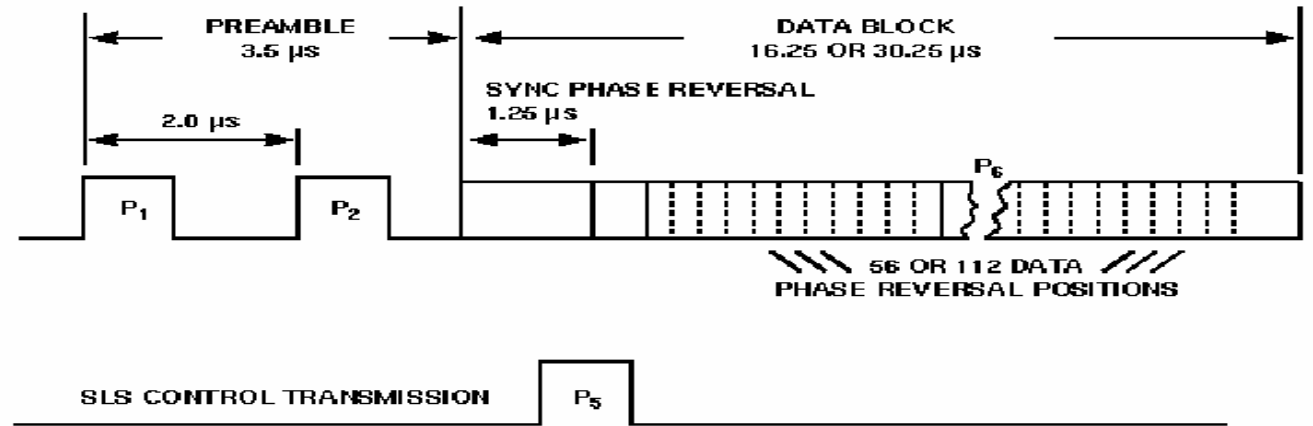
Le message envoyé par le transpondeur de l'avion

- Code hexadécimal (ICAO : International Civil Aviation Organisation)
- Position
- Altitude
- Vitesse
- Route
- Vitesse Ascensionnelle
- Squawk

Mode S Reply 1090MHz
 Data rate: 1 Mbps
 Modulation: PPM
 Pulse Position
 Modulation: Pulse
 transmitted in the 1st or
 2nd half of the bit
 period (indicating a 1 or
 0, respectively).



Mode S Interrogation
 1030MHz
 Data rate: 4 Mbps
 Modulation: DPSK



La clé TNT pour quelques euros



La clé DVB + SDR étendue au HF un peu plus chère : une vingtaine d'euros



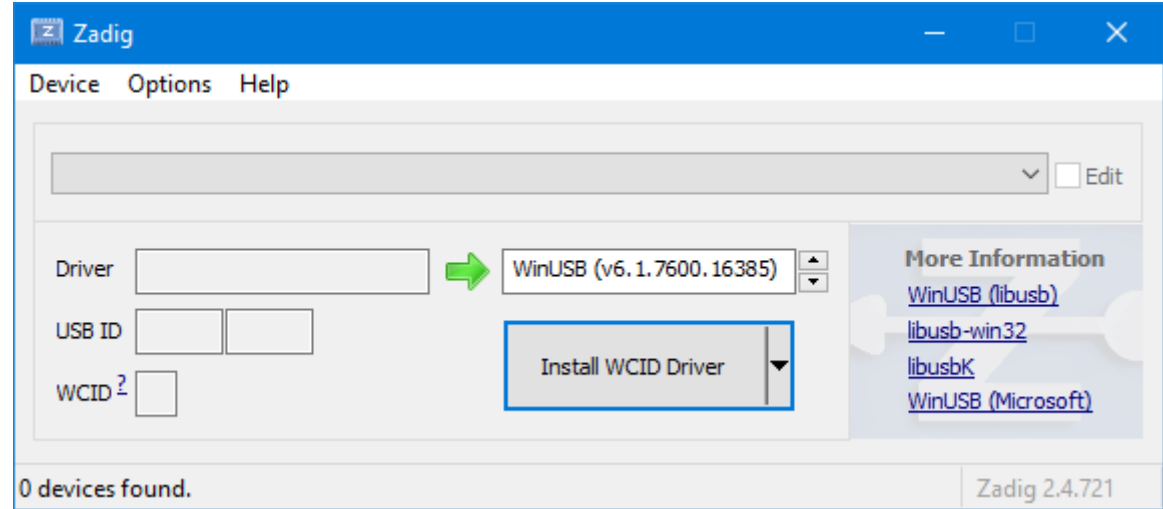
Plus cher, le Pro-Stick de FlightAware (installé sur cubieboard et doté d'un ventilateur)



Installation du driver et du logiciel sur pc

Windows

Il faut installer les drivers de la clé sur l'ordinateur à l'aide du logiciel Zadig, [téléchargeable ici](#). Une fois Zadig téléchargé, lancez-le. Vous devriez avoir cette fenêtre :



Installer dump1090 après l'avoir téléchargé sur [github](#)

Ou rtl1090 à télécharger sur [jetvision](#)

Sous linux

Installation des bibliothèques nécessaires :

Dans un terminal :

```
sudo apt-get install git git-core cmake libusb-1.0-0-dev build-essential
```

Puis téléchargement et compilation du driver

```
git clone git://git.osmocom.org/rtl-sdr.git
```

```
cd rtl-sdr
```

```
mkdir build
```

```
cd build
```

```
cmake ../ -DINSTALL_UDEV_RULES=ON
```

```
make
```

```
sudo make install
```

Puis

```
cd ~
```

```
sudo cp ./rtl-sdr/rtl-sdr.rules /etc/udev/rules.d/
```

```
sudo reboot
```

NB : si la commande `rtl_test -t` renvoie le message suivant :
*Found 1 device(s):
0: Generic RTL2832U
Using device 0: Generic RTL2832U
Kernel driver is active, or device is claimed by second instance of librtlsdr.
In the first case, please either detach or blacklist the kernel module
(`dvb_usb_rtl28xxu`), or enable automatic detaching at compile time.
usb_claim_interface error -6
Failed to open rtlsdr device #0.*

Il faudra refaire la compilation avec la commande suivante :

```
cmake ../-DINSTALL_UDEV_RULES=ON -DDETACH_KERNEL_DRIVER=ON  
make  
sudo make install
```

Installation de dump1090

```
git clone git://github.com/tedsluis/dump1090.git
```

```
cd dump1090
```

```
make
```

Si vous avez des erreurs faites un :

```
sudo apt-get install pkg-config
```

Puis :

```
make
```

Lancement de dump1090

```
./dump1090 --interactive --net
```

Sous win comme sous linux, le logiciel tourne en mode console
Les avions décodés s'affichent en page web : localhost:8080

Les Antennes

Données : F : 1090 MHz, L = 0,275 m polarisation verticale.

Les antennes fournies avec les dongles ne sont pas vraiment satisfaisantes

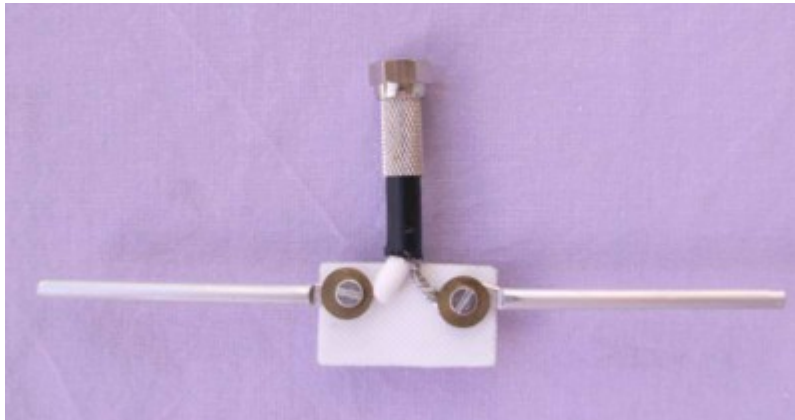
Celles qui donnent les meilleurs résultats sont les dipôles et les collinéaires

En reception on pourra utiliser du cable VTAC17 75 Ohms, mais attention , 20 dB de pertes au 100 m à 1 GHz

Le Dipôle :

Matériel

- Une tige d'alu de diamètre 4 mm, longueur 14 cm ou cuivre
- Une plaquette isolante, vis, rondelles, écrous,
- Un boîtier électrique étanche de dérivation rond ou carré



Longueur d'un brin:66 mm
15 mm d'espacement

En réception , une erreur de quelques mm n 'est pas critique.
Avantage du dipôle : facile à construire, pas cher.

Photo : Roland F1GIL

Antenne colinéaire coaxiale :

Cable coaxial type VTAC 17 75 Ohms velocity 0,85
 $L=0.5*275\text{mm}*0,85=116 \text{ mm}$.

$$L=0.5*\lambda*\text{velocity factor}$$

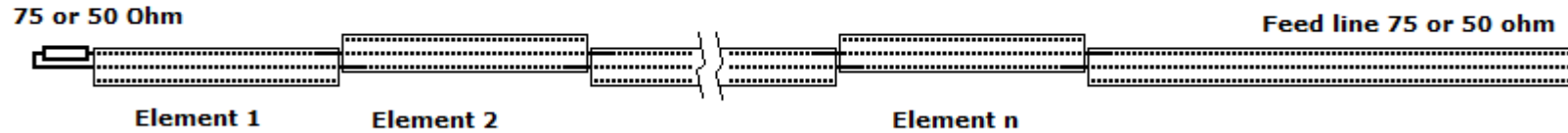
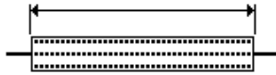


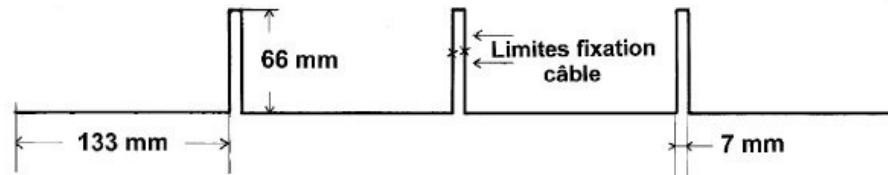
Photo : Balarad

Pas chère, mais fastidieuse à construire, à mettre dans un tube pour une bonne tenue.

La Franklin :

Excellentes performances

Facile et rapide à réaliser. Résistante si elle est fabriquée en laiton



ANTENNE "FRANKLIN" 1090 MHZ
F 6 GKQ / F 1 GIL

Photo et schéma : tuto de F6GKQ et F1GIL

Amélioration de la réception :

-installer l'antenne en extérieur le plus haut possible. Cheminée ou mât

-un filtre peut être nécessaire.



Photo F4HUX



Photo : Amazon FlightAware

Limitation des pertes dues aux longueurs de câble

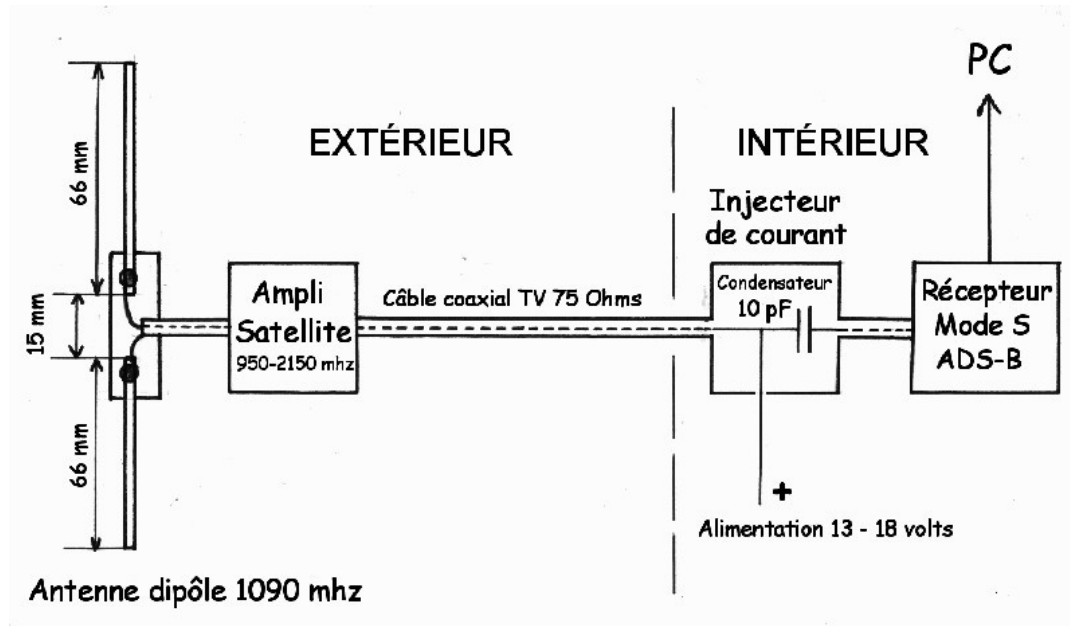


Schéma F1GIL

On peut adapter ce schéma à la Franklin mais il faudra mettre la tresse sur un « queue de cochon » pour éviter le court-circuit.

On enroule le blindage du câble TV avec un fil isolé soudé sur l'antenne. Ce dispositif, très simple permettra à la fréquence UHF de passer alors qu'il bloque le courant provenant de l'ampli.

Sources et photo F1GIL



Amplificateur du commerce, injecteur de courant du commerce et injecteur de courant DIY

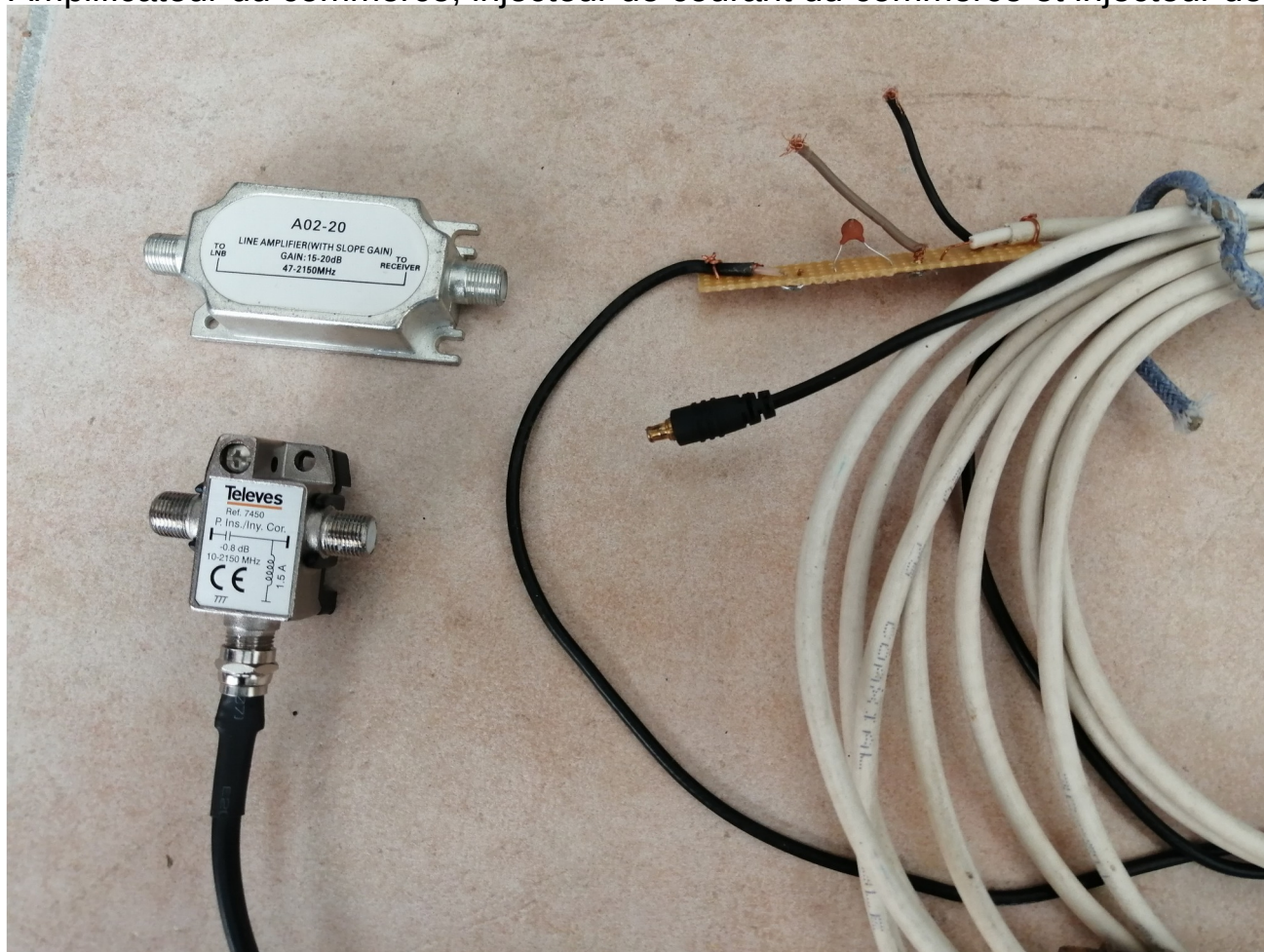


Photo
F4HUX

Envoyer ses données sur les sites web :

Les principaux :

- [Flightradar24](#)
- [FlightAware](#)
- [Virtualradar](#)
- [Planefinder](#)
- [Opensky](#)

Chaque site a son système de feeder.

Généralement il s'agit de logiciels à installer et clé d'accès aux serveurs. Ces logiciels utilisent les données décodées par dump1090, mais d'autres ont leur propre dump1090 donc attention aux conflits si vous « feeder » sur plusieurs sites.

Certains proposent même des solutions complètes pour config arm (type Pi, cubie....etc)
Si vous avez une résidence dans un lieu où les sites n'ont pas de feeders, vous pourriez même obtenir tout le matériel gratuitement : seule condition, envoyer 24/24 et 7/7

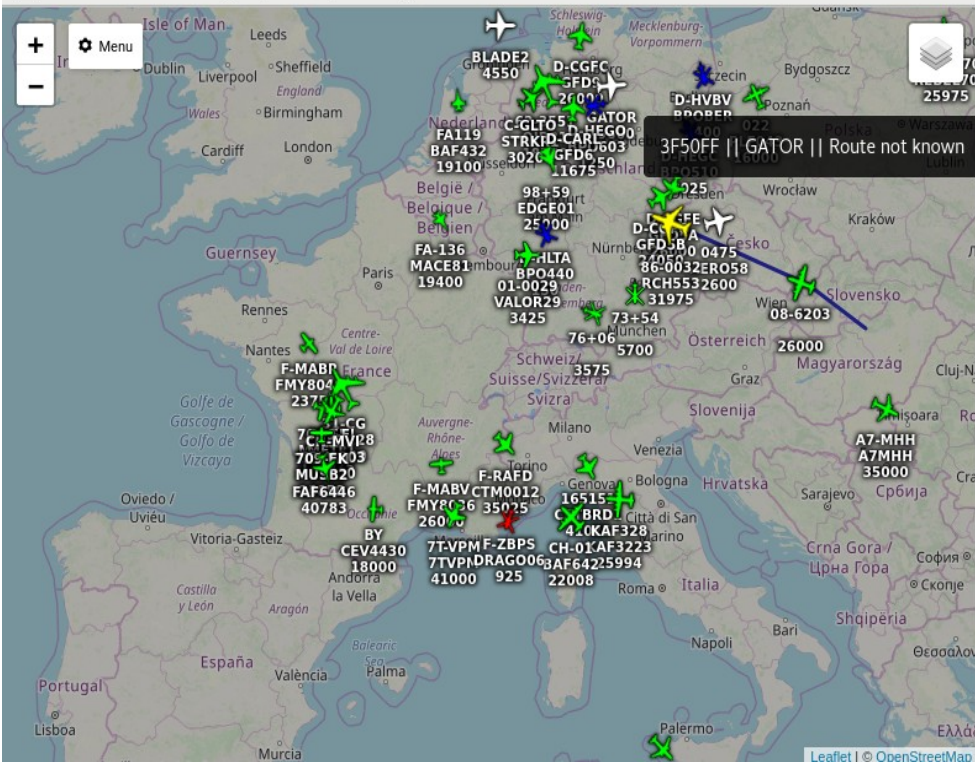
Voir [FlightRadar24](#) [FlightAware](#)

Création d'un site/serveur avec l'outil :

<http://www.virtualradarserver.co.uk/>

Avantage : on peut le rendre privé avec quelques autres feeders et faire afficher les avions militaires

<https://radar.vrs-world.com/>



86-0032 **AE022A** **7** **AMC McGUIRE**
United States Air Force
United States
KC-10A Extender
RCH553
Military
DC10

Altitude: 31975 ft **Vertical Speed:** 49 ft/m **Speed:** 462.0 kts **Heading:** 290.5° **Distance:** 164.61 nmi **Squawk:** 3276 **Engines:** Three jet **Species:** Landplane

Wake Turbulence: Heavy

Route: Positioning flight

Tracking 48 aircraft (out of 1,675) Pause

	Reg.	ICAO	Callsign	Country	Squawk	Receiver
	D204 MI Bn C-120 US ARMY	84-00170	AE0A54	REBEL70	United States	2263
	5th Sqn Sentinel R.1	ZJ691	43C09C	RRR7303	United Kingdom	6303
	VR-48	165151	AE01C1	CATBRD1	United States	6361
	AMC McGUIRE 305AMW	86-0032	AE022A	RCH553	United States	3276
	D-100 ARW	62-3551	AE05A8	QID31	United States	0771
	310 AS	01-0029	AE087F	VALOR29	United States	7101
	AIR FORCE	08-6203	AE29D0		United States	5402
	QATAR AMBI	A7-MHH	06A0D6	A7MHH	Qatar	0661
	Polish Air Force	022	48D84C	PLF043	Poland	0503

La synchronisation de l'heure de votre ordinateur est impérative :

- connexion au serveur ntp
- installer ntp ou chrony si nécessaire

C'est très important pour La Multilateration

La multilatération est une technologie éprouvée utilisée depuis de nombreuses décennies. Il a été développé à des fins militaires pour localiser précisément les avions - dont beaucoup ne souhaitaient pas être "vus" - en utilisant une méthode appelée Time Difference of Arrival (TDOA).

La multilatération utilise un certain nombre de stations au sol, qui sont placées dans des endroits stratégiques autour d'un aéroport, de sa zone terminale locale ou d'une zone plus large qui couvre l'espace aérien environnant plus large.

Ces unités écoutent les "réponses", typiquement aux signaux d'interrogation transmis depuis une station de multilatération.

Étant donné que les aéronefs individuels seront à des distances différentes de chacune des stations au sol, leurs réponses seront reçues par chaque station à des moments légèrement différents. Grâce à des techniques de traitement informatique avancées, ces différences de temps individuelles permettent de calculer avec précision la position d'un avion.

Le taux de mise à jour très élevé des cibles dérivées de multilatération les rend immédiatement reconnaissables par leur mouvement fluide à travers l'écran. Un écran affichant des informations de multilatération peut être réglé pour se mettre à jour aussi rapidement que chaque seconde, en comparaison avec les "sauts" de 4 à 12 secondes des cibles dérivées du radar.

Votre installation peut être une station de multilateration à condition d'installer un logiciel de MLAT propre à chaque site pour pouvoir vous synchroniser avec d'autres radars.

F4HUX -LFJR n'est en MLAT que sur FlightAware et VRS

SITE 22033 -- LFJR -- F4HUX



INFORMATIONS SUR LE SITE



Flux de données: **5 février 2020**

Inscrit: **17 avril 2016**

Séquence la plus la longue: **966 days (15/6/2017 - 5/2/2020)**

Interface Internet: [visualiser les données en direct](#) (nécessite une connexion au réseau local)

PIAware ?

FlightAware ?

MLAT ?

Aéroport le plus proche: **Angers-Loire () (LFJR)**

Élévation de l'antenne au dessus du sol: **12 mètres**

Élévation du sol: **53 mètres**

Position: **(47.57832, -0.56456)**

Installation de l'emplacement: **14 juillet 2017 21:28**

Source de Localisation: **Saisi par l'utilisateur**

Contrôle de l'alimentation: **il y a quelques secondes**

type de transmetteur: **PIAware (Debian Package Add-on) 3.5.0**

Feeder Mode: **Mode-S (1090 MHz)**

Multilateration (MLAT): **Supported / Enabled (synchronized with 48 nearby receivers)**

Ce tableau montre l'état de synchronisation entre tous les récepteurs. Il se mettra automatiquement à jour toutes les 30 secondes environ.

Chaque paire de récepteurs a deux valeurs principales: le nombre de synchronisations effectuées au cours des 30 dernières secondes environ (plus grand est mieux) et l'erreur de synchronisation estimée en microsecondes (plus petite est meilleure)

La troisième valeur (au bas de chaque cellule) est le décalage de fréquence relative des horloges réceptrices, en PPM. C'est surtout juste pour l'intérêt. Si vous avez des valeurs proches de 200, cela peut être un problème, car le serveur rejettera les différences > 200PPM - il vaut mieux corriger votre paramètre `dump1090 --ppm!`

Les cellules vertes sont bonnes, les cellules jaunes sont OK, les rouges sont mauvaises. Les cellules grises signifient qu'il n'y a pas de synchronisation disponible entre cette paire de récepteurs.

Les A.C.A.R.S

Aircraft

Communication

Addressing

Reporting

System

Système automatique de communication

Pourrait être assimilé à un système de FAX pour avion

Trois bandes de Fréquences :

HF : Fréquences propres à chaque station de réception

exemple : Shannon ILR 6.532 MHz USB et 2,998, 3,455, 5,547, 8,843, 8,942, 10,081, 11,384.

decodage avec HDFL et Sorcerer

VHF : 131,725 MHz pour Europe et 136,850 MHz pour VDL (VHF Data Link) décodage avec ACARSD (carte son)

Acardco2, Vdlm2dec (dongle sdr)

UHF : 1.5 GHz logiciel Jaero + parabole calée sur un des quatre satellites géostationnaires (orbite au-dessus de l'équateur) INMARSAT :

- IOR (064,5°E) : Indian Ocean Region
- AOR.E (015,5°W) : Atlantic Ocean Region Est
- AOR.W (055,5°W) : Atlantic Ocean Region West
- POR (180,0°) : Pacific Ocean Region

Bonus : l'A.I.S Automatic Identification System

AIS utilise les deux fréquences VHF 161,975 MHz et 162,025 MHz qui ont été réservées dans le monde entier pour cette application). Le type de modulation est GMSK (Gaussian Minimum Shift Keying) et le débit 9 600 bauds.

