



# RENCONTRES DU CIEL ET DE L'ESPACE

3 novembre 2018

DÉTECTION,  
OBSERVA-  
TION  
DES  
RADIO-  
MÉTÉORES

Hervé  
CHOPLIN et  
le Groupe  
Radio-  
Astronomie

Introduction

La source  
radio

Les stations

Les antennes

Le récepteur  
radio

Logiciel  
SpectrumLab

Observations

Liens

## DÉTECTION, OBSERVATION DES RADIO-MÉTÉORES

Hervé CHOPLIN et le Groupe Radio-Astronomie

Société Astronomique de Touraine





# PRÉFACE

## DÉTECTION, OBSERVA- TION DES RADIO- MÉTÉORES

Hervé  
CHOPLIN et  
le Groupe  
Radio-  
Astronomie

Introduction

La source  
radio

Les stations

Les antennes

Le récepteur  
radio

Logiciel  
SpectrumLab

Observations

Liens

Nous sommes en décembre 2017 et cela fait deux mois que l'on a mis l'œil à l'oculaire. Une certaine « déprime » atteint bon nombre de membres de la SAT (Société Astronomique de Touraine).



# PRÉFACE

## DÉTECTION, OBSERVA- TION DES RADIO- MÉTÉORES

Hervé  
CHOPLIN et  
le Groupe  
Radio-  
Astronomie

Introduction

La source  
radio

Les stations

Les antennes

Le récepteur  
radio

Logiciel  
SpectrumLab

Observations

Liens

Nous sommes en décembre 2017 et cela fait deux mois que l'on a mis l'œil à l'oculaire. Une certaine « déprime » atteint bon nombre de membres de la SAT (Société Astronomique de Touraine).

Pour sortir de cette situation, je propose de créer un groupe de Radio-Astronomie, en présentant ce que l'on peut faire de façon simple et non « dispendieuse ».



# PRÉFACE

DÉTECTION,  
OBSERVA-  
TION  
DES  
RADIO-  
MÉTÉORES

Hervé  
CHOPLIN et  
le Groupe  
Radio-  
Astronomie

Introduction

La source  
radio

Les stations

Les antennes

Le récepteur  
radio

Logiciel  
SpectrumLab

Observations

Liens



La SAT est membre du réseau FRIPON (Fireball Recovery and InterPlanetary Observation Network) possède une caméra optique et est coordinateur régional du projet VigieCiel (région Centre Val de Loire),



# PRÉFACE

DÉTECTION,  
OBSERVA-  
TION  
DES  
RADIO-  
MÉTÉORES

Hervé  
CHOPLIN et  
le Groupe  
Radio-  
Astronomie

Introduction

La source  
radio

Les stations

Les antennes

Le récepteur  
radio

Logiciel  
SpectrumLab

Observations

Liens



La SAT est membre du réseau FRIPON (Fireball Recovery and InterPlanetary Observation Network) possède une caméra optique et est coordinateur régional du projet VigieCiel (région Centre Val de Loire), il a été donc décidé de détecter et d'observer les météores dans le domaine radio.



# INTRODUCTION

DÉTECTION,  
OBSERVA-  
TION  
DES  
RADIO-  
MÉTÉORES

Hervé  
CHOPLIN et  
le Groupe  
Radio-  
Astronomie

Introduction

La source  
radio

Les stations

Les antennes

Le récepteur  
radio

Logiciel  
SpectrumLab

Observations

Liens

Notre groupe est composé des personnes suivantes :





# INTRODUCTION

DÉTECTION,  
OBSERVA-  
TION  
DES  
RADIO-  
MÉTÉORES

Hervé  
CHOPLIN et  
le Groupe  
Radio-  
Astronomie

Introduction

La source  
radio

Les stations

Les antennes

Le récepteur  
radio

Logiciel  
SpectrumLab

Observations

Liens

Notre groupe est composé des personnes suivantes :

H. Choplin chef de projet, localisé à Tours (37), nom de station SAT00

P. De Luca localisé à Veigné (37), nom de station SAT04

D. Deneuchatel localisé à Montlouis sur Loire (37), nom de station SAT01

J.L. Gouzien localisé à Joué les Tours (37), nom de station SAT03



# INTRODUCTION

## DÉTECTION, OBSERVA- TION DES RADIO- MÉTÉORES

Hervé  
CHOPLIN et  
le Groupe  
Radio-  
Astronomie

Introduction

La source  
radio

Les stations

Les antennes

Le récepteur  
radio

Logiciel  
SpectrumLab

Observations

Liens

Après réflexion, et compte-tenu du coût du matériel pour moins de 80 €, les logiciels étant gratuits, nous avons décidé que chacun ai son matériel pour étudier la faisabilité du projet, faire les tests.



# INTRODUCTION

DÉTECTION,  
OBSERVA-  
TION  
DES  
RADIO-  
MÉTÉORES

Hervé  
CHOPLIN et  
le Groupe  
Radio-  
Astronomie

Introduction

La source  
radio

Les stations

Les antennes  
Le récepteur  
radio

Logiciel  
SpectrumLab

Observations

Liens



Après réflexion, et compte-tenu du coût du matériel pour moins de 80 €, les logiciels étant gratuits, nous avons décidé que chacun ai son matériel pour étudier la faisabilité du projet, faire les tests.

Nous utiliserons les échos du radar GRAVES (Grand Réseau Adapté à la VEille Spatiale) sur le plasma généré par la rentrée atmosphérique du météoroïde.



# LA SOURCE RADIO

Le radar GRAVES

DÉTECTION,  
OBSERVA-  
TION  
DES  
RADIO-  
MÉTÉORES

Hervé  
CHOPLIN et  
le Groupe  
Radio-  
Astronomie

Introduction

La source  
radio

Les stations

Les antennes

Le récepteur  
radio

Logiciel  
SpectrumLab

Observations

Liens

Ce radar des forces aérienne françaises est dit bistatique, c'est à dire que la station d'émission (Broyes les Pesnes, près de Dijon) est séparée de la station de réception (Revest du Bion, plateau d'Albion). Sa fréquence d'émission est de 143,050 MHz en mode CW.



# LA SOURCE RADIO

Le radar GRAVES

DÉTECTION,  
OBSERVA-  
TION  
DES  
RADIO-  
MÉTÉORES

Hervé  
CHOPLIN et  
le Groupe  
Radio-  
Astronomie

Introduction

La source  
radio

Les stations

Les antennes

Le récepteur  
radio

Logiciel  
SpectrumLab

Observations

Liens

Ce radar des forces aérienne françaises est dit bistatique, c'est à dire que la station d'émission (Broyes les Pesnes, près de Dijon) est séparée de la station de réception (Revest du Bion, plateau d'Albion). Sa fréquence d'émission est de 143,050 MHz en mode CW.

Le principe de mesure fait appel, entre autres, à l'effet Doppler. Le signal sur 143,050 MHz balaye, grâce à un jeu d'antennes et d'émetteurs un gisement de  $180^\circ$ , entre l'est et l'ouest en passant par le sud. Ce balayage est obtenu par quatre panneaux d'antennes patch, chacune couvrant un secteur de  $45^\circ$ . Ces  $45^\circ$  sont balayés en approximativement 20 secondes par un faisceau de  $8^\circ$  d'ouverture en azimut et  $20^\circ$  d'ouverture en élévation. Il y a donc quatre zones éclairées en permanence.



# LA SOURCE RADIO

Le radar GRAVES

DÉTECTION,  
OBSERVA-  
TION  
DES  
RADIO-  
MÉTÉORES

Hervé  
CHOPLIN et  
le Groupe  
Radio-  
Astronomie

Introduction

La source  
radio

Les stations

Les antennes

Le récepteur  
radio

Logiciel  
SpectrumLab

Observations

Liens



Figure 1 – station d'émission



# LA SOURCE RADIO

Le radar GRAVES

DÉTECTION,  
OBSERVA-  
TION  
DES  
RADIO-  
MÉTÉORES

Hervé  
CHOPLIN et  
le Groupe  
Radio-  
Astronomie

Introduction

La source  
radio

Les stations

Les antennes

Le récepteur  
radio

Logiciel  
SpectrumLab

Observations

Liens



Figure 2 – station de réception



# LA SOURCE RADIO

L'écho radar

DÉTECTION,  
OBSERVA-  
TION  
DES  
RADIO-  
MÉTÉORES

Hervé  
CHOPLIN et  
le Groupe  
Radio-  
Astronomie

Introduction

La source  
radio

Les stations

Les antennes

Le récepteur  
radio

Logiciel  
SpectrumLab

Observations

Liens

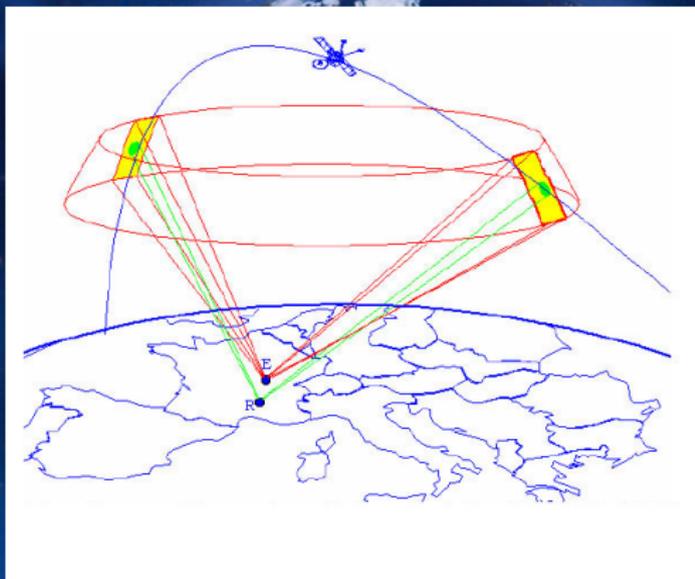


Figure 3 – principe d'écho



# LA SOURCE RADIO

L'écho radar

DÉTECTION,  
OBSERVA-  
TION  
DES  
RADIO-  
MÉTÉORES

Hervé  
CHOPLIN et  
le Groupe  
Radio-  
Astronomie

Introduction

La source  
radio

Les stations

Les antennes

Le récepteur  
radio

Logiciel  
SpectrumLab

Observations

Liens

Tout mobile traversant une zone couverte renverra une partie du signal émis, la mesure du Doppler permettra de tirer des informations de vitesse de défilement et corrélativement d'altitude tandis qu'un phasage de plusieurs stations de réception et du calcul permettront d'obtenir des informations de trajectoire.



# LA SOURCE RADIO

L'écho radar

DÉTECTION,  
OBSERVA-  
TION  
DES  
RADIO-  
MÉTÉORES

Hervé  
CHOPLIN et  
le Groupe  
Radio-  
Astronomie

Introduction

La source  
radio

Les stations

Les antennes

Le récepteur  
radio

Logiciel  
SpectrumLab

Observations

Liens

La trainée d'un météore est composée de petites particules qui impactent la haute atmosphère, à environ 90 km, et à grande vitesse, 20 à 70 km/s. Le choc produit la vaporisation de la surface de ces particules et l'ionisation des atomes arrachés.



# LA SOURCE RADIO

L'écho radar

DÉTECTION,  
OBSERVA-  
TION  
DES  
RADIO-  
MÉTÉORES

Hervé  
CHOPLIN et  
le Groupe  
Radio-  
Astronomie

Introduction

La source  
radio

Les stations

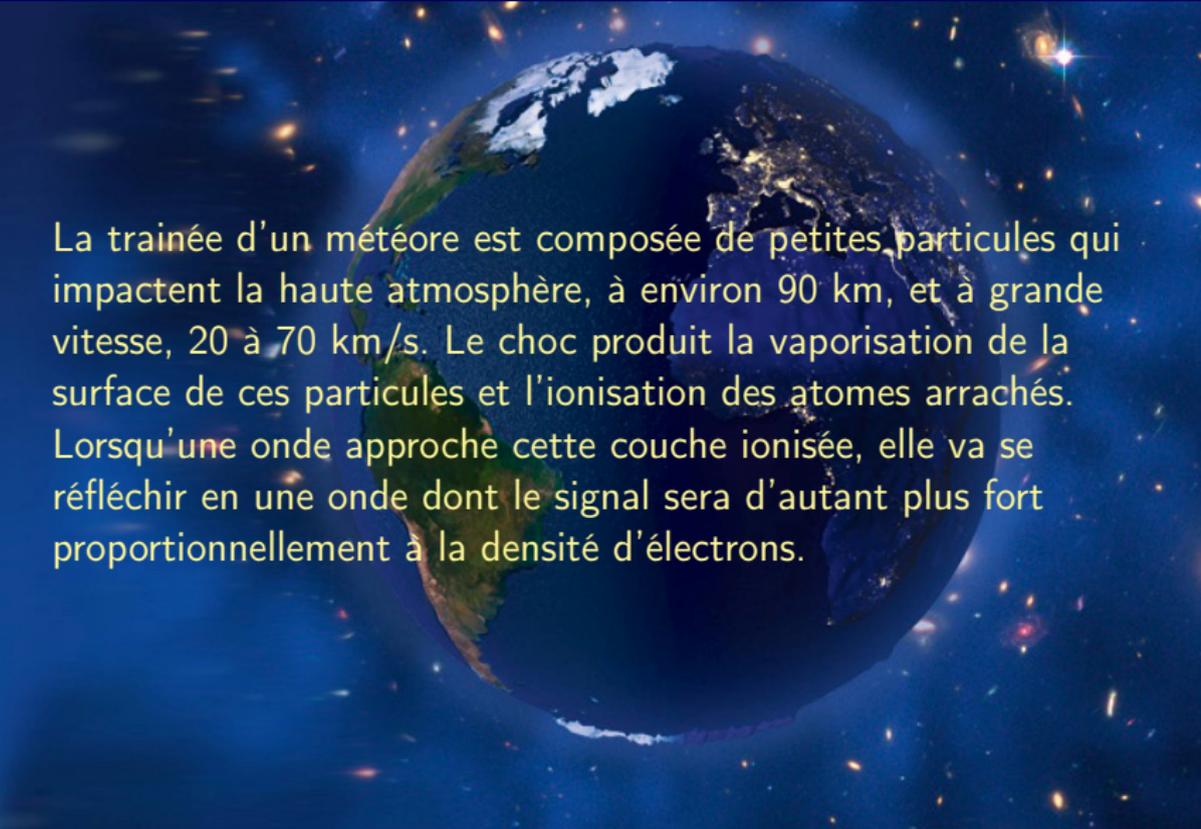
Les antennes

Le récepteur  
radio

Logiciel  
SpectrumLab

Observations

Liens



La trainée d'un météore est composée de petites particules qui impactent la haute atmosphère, à environ 90 km, et à grande vitesse, 20 à 70 km/s. Le choc produit la vaporisation de la surface de ces particules et l'ionisation des atomes arrachés. Lorsqu'une onde approche cette couche ionisée, elle va se réfléchir en une onde dont le signal sera d'autant plus fort proportionnellement à la densité d'électrons.



# LA SOURCE RADIO

L'écho radar

DÉTECTION,  
OBSERVA-  
TION  
DES  
RADIO-  
MÉTÉORES

Hervé  
CHOPLIN et  
le Groupe  
Radio-  
Astronomie

Introduction

La source  
radio

Les stations

Les antennes

Le récepteur  
radio

Logiciel  
SpectrumLab

Observations

Liens

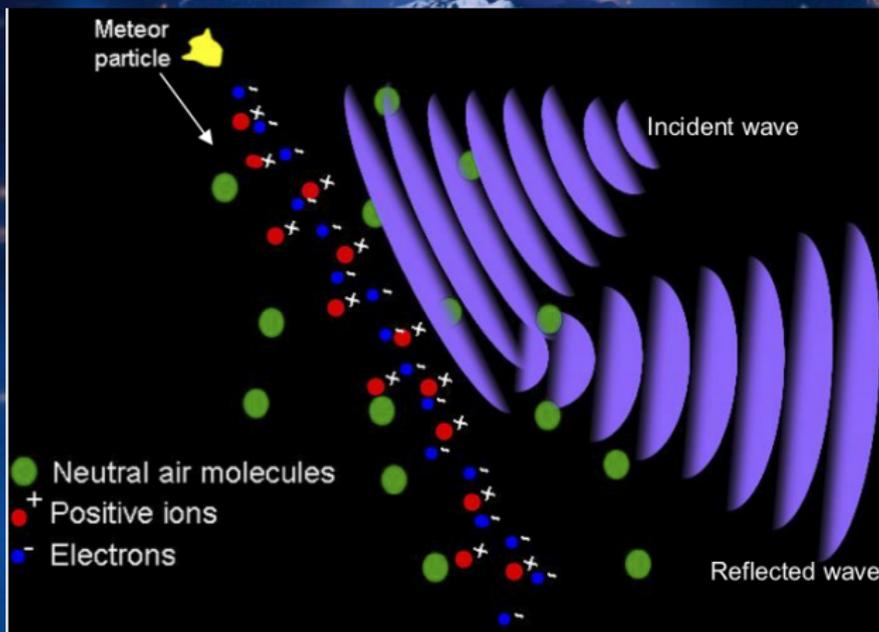


Figure 4 – interaction d'onde sur la trainée ionisée



# LES STATIONS DE RÉCEPTION

Matériel : les antennes

DÉTECTION,  
OBSERVA-  
TION  
DES  
RADIO-  
MÉTÉORES

Hervé  
CHOPLIN et  
le Groupe  
Radio-  
Astronomie

Introduction

La source  
radio

Les stations

**Les antennes**

Le récepteur  
radio

Logiciel  
SpectrumLab

Observations

Liens

Nous avons choisi des antennes verticales afin de détecter le maximum de météores. Ces dernières sont omnidirectionnelles et éventuellement démontables, elles peuvent être déplacées et remontées sur un pied photo facilement, ce qui en fait un avantage si l'on fait des animations autour des météores/météorites.



# LES STATIONS DE RÉCEPTION

Matériel : les antennes

DÉTECTION,  
OBSERVA-  
TION  
DES  
RADIO-  
MÉTÉORES

Hervé  
CHOPLIN et  
le Groupe  
Radio-  
Astronomie

Introduction

La source  
radio

Les stations

**Les antennes**

Le récepteur  
radio

Logiciel  
SpectrumLab

Observations

Liens

Nous avons choisi des antennes verticales afin de détecter le maximum de météores. Ces dernières sont omnidirectionnelles et éventuellement démontables, elles peuvent être déplacées et remontées sur un pied photo facilement, ce qui en fait un avantage si l'on fait des animations autour des météores/météorites.

Quelles sensations de voir en direct un objet extra-terrestre (le météoroïde) pénétrer dans l'atmosphère terrestre !



# LES STATIONS DE RÉCEPTION

Matériel : les antennes

DÉTECTION,  
OBSERVA-  
TION  
DES  
RADIO-  
MÉTÉORES

Hervé  
CHOPLIN et  
le Groupe  
Radio-  
Astronomie

Introduction

La source  
radio

Les stations

**Les antennes**

Le récepteur  
radio

Logiciel  
SpectrumLab

Observations

Liens

Une antenne verticale facile à construire est une « Ground Plane ».



Figure 5 – antenne Ground Plane



# LES STATIONS DE RÉCEPTION

Matériel : les antennes

DÉTECTION,  
OBSERVA-  
TION  
DES  
RADIO-  
MÉTÉORES

Hervé  
CHOPLIN et  
le Groupe  
Radio-  
Astronomie

Introduction

La source  
radio

Les stations

Les antennes

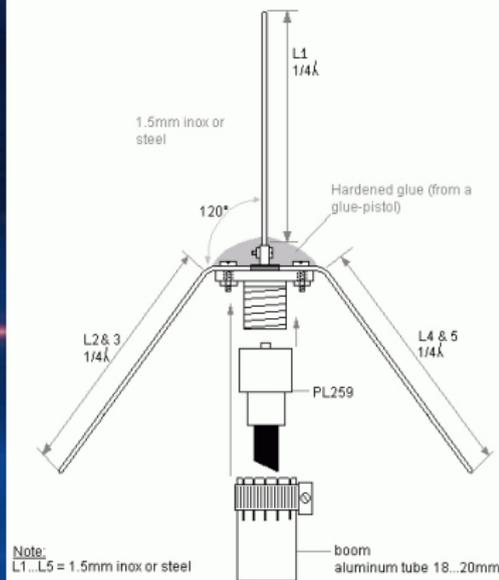
Le récepteur  
radio

Logiciel  
SpectrumLab

Observations

Liens

## RE-A144V14 Quarter Wave Antenna de ON6MU



### Formula for all the elements

$$L = (75 / \text{Frequency in MHz}) * 0.96$$

To calculate the length of the elements for other bands use the above formula. Example 6-meter band (50MHz):  $(75 / 50) * 0.96 = 1.44$  meter

### Dimensions for the 2meter band

L1 = 49 cm (cut for best SWR if needed)  
L2...L5 = 49 cm

### Dimensions for the 70cm band

L1 = 16 cm (cut for best SWR if needed)  
L2...L5 = 16 cm

Note: use N-connector instead of a PL-connector on UHF

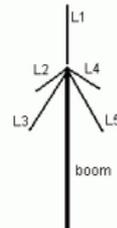


Figure 6 – Construction d'une Ground Plane



# LES STATIONS DE RÉCEPTION

Matériel : les antennes

DÉTECTION,  
OBSERVA-  
TION  
DES  
RADIO-  
MÉTÉORES

Hervé  
CHOPLIN et  
le Groupe  
Radio-  
Astronomie

Introduction

La source  
radio

Les stations

**Les antennes**

Le récepteur  
radio

Logiciel  
SpectrumLab

Observations

Liens

Une autre, facile à construire, mais moins encombrante la  
« Topfkreis ».



Figure 7 – antenne Topfkreis.



# LES STATIONS DE RÉCEPTION

Matériel : les antennes

DÉTECTION,  
OBSERVA-  
TION  
DES  
RADIO-  
MÉTÉORES

Hervé  
CHOPLIN et  
le Groupe  
Radio-  
Astronomie

Introduction

La source  
radio

Les stations

**Les antennes**

Le récepteur  
radio

Logiciel  
SpectrumLab

Observations

Liens

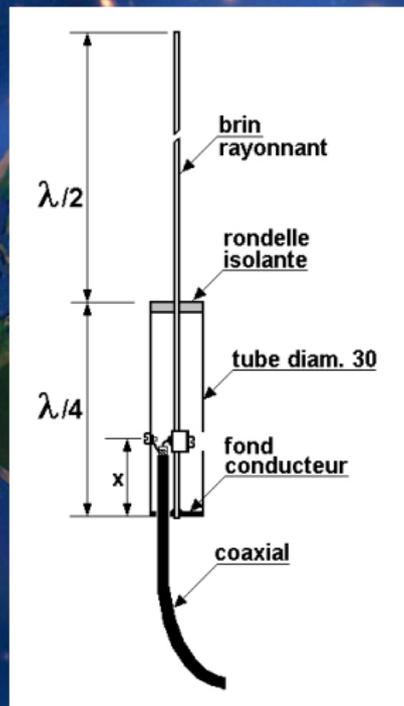


Figure 8 – Construction d'une Topfkreis



# LES STATIONS DE RÉCEPTION

Matériel : les antennes

DÉTECTION,  
OBSERVA-  
TION  
DES  
RADIO-  
MÉTÉORES

Hervé  
CHOPLIN et  
le Groupe  
Radio-  
Astronomie

Introduction

La source  
radio

Les stations

**Les antennes**

Le récepteur  
radio

Logiciel  
SpectrumLab

Observations

Liens

La réalisation nécessite un minimum d'outillage et de soin. On partira d'un tube d'aluminium (ou, à défaut, de cuivre) d'un diamètre intérieur de 30mm.





# LES STATIONS DE RÉCEPTION

Matériel : les antennes

DÉTECTION,  
OBSERVA-  
TION  
DES  
RADIO-  
MÉTÉORES

Hervé  
CHOPLIN et  
le Groupe  
Radio-  
Astronomie

Introduction

La source  
radio

Les stations

**Les antennes**

Le récepteur  
radio

Logiciel  
SpectrumLab

Observations

Liens

La réalisation nécessite un minimum d'outillage et de soin. On partira d'un tube d'aluminium (ou, à défaut, de cuivre) d'un diamètre intérieur de 30mm.

La rondelle isolante pourra être tournée dans une plaque de verre époxy d'épaisseur 5 à 10mm ou dans un rondin de nylon. Elle assure également l'étanchéité.



# LES STATIONS DE RÉCEPTION

Matériel : les antennes

DÉTECTION,  
OBSERVA-  
TION  
DES  
RADIO-  
MÉTÉORES

Hervé  
CHOPLIN et  
le Groupe  
Radio-  
Astronomie

Introduction

La source  
radio

Les stations

**Les antennes**

Le récepteur  
radio

Logiciel  
SpectrumLab

Observations

Liens

La réalisation nécessite un minimum d'outillage et de soin. On partira d'un tube d'aluminium (ou, à défaut, de cuivre) d'un diamètre intérieur de 30mm.

La rondelle isolante pourra être tournée dans une plaque de verre époxy d'épaisseur 5 à 10mm ou dans un rondin de nylon. Elle assure également l'étanchéité.

La base du tube est fermée par une rondelle métallique percée pour le passage du câble coaxial 50 ohms. Laisser un évent pour l'évacuation d'un surplus éventuel d'humidité.



# LES STATIONS DE RÉCEPTION

Matériel : les antennes

DÉTECTION,  
OBSERVA-  
TION  
DES  
RADIO-  
MÉTÉORES

Hervé  
CHOPLIN et  
le Groupe  
Radio-  
Astronomie

Introduction

La source  
radio

Les stations

**Les antennes**

Le récepteur  
radio

Logiciel  
SpectrumLab

Observations

Liens

La réalisation nécessite un minimum d'outillage et de soin. On partira d'un tube d'aluminium (ou, à défaut, de cuivre) d'un diamètre intérieur de 30mm.

La rondelle isolante pourra être tournée dans une plaque de verre époxy d'épaisseur 5 à 10mm ou dans un rondin de nylon. Elle assure également l'étanchéité.

La base du tube est fermée par une rondelle métallique percée pour le passage du câble coaxial 50 ohms. Laisser un évent pour l'évacuation d'un surplus éventuel d'humidité.

Le câble coaxial est raccordé d'une part sur la face interne du tube (tresse) et d'autre part sur le brin rayonnant. La côte x sur la figure est de l'ordre de 100 mm sur 145 MHz.



# LES STATIONS DE RÉCEPTION

Matériel : les antennes

DÉTECTION,  
OBSERVA-  
TION  
DES  
RADIO-  
MÉTÉORES

Hervé  
CHOPLIN et  
le Groupe  
Radio-  
Astronomie

Introduction

La source  
radio

Les stations

**Les antennes**

Le récepteur  
radio

Logiciel  
SpectrumLab

Observations

Liens

La réalisation nécessite un minimum d'outillage et de soin. On partira d'un tube d'aluminium (ou, à défaut, de cuivre) d'un diamètre intérieur de 30mm.

La rondelle isolante pourra être tournée dans une plaque de verre époxy d'épaisseur 5 à 10mm ou dans un rondin de nylon. Elle assure également l'étanchéité.

La base du tube est fermée par une rondelle métallique percée pour le passage du câble coaxial 50 ohms. Laisser un évent pour l'évacuation d'un surplus éventuel d'humidité.

Le câble coaxial est raccordé d'une part sur la face interne du tube (tresse) et d'autre part sur le brin rayonnant. La cote x sur la figure est de l'ordre de 100 mm sur 145 MHz.

La fixation de l'antenne peut se faire sans problème sur la base du tube par un collier. En pédestre, elle peut être tenue à la main.



# LES STATIONS DE RÉCEPTION

Matériel : le récepteur radio

DÉTECTION,  
OBSERVA-  
TION  
DES  
RADIO-  
MÉTÉORES

Hervé  
CHOPLIN et  
le Groupe  
Radio-  
Astronomie

Introduction

La source  
radio

Les stations

Les antennes

**Le récepteur  
radio**

Logiciel  
SpectrumLab

Observations

Liens

Pour le récepteur radio, s'en est bien fini avec les postes analogiques.

Depuis les années 90, le numérique c'est installé dans le domaine des télécommunications. Aujourd'hui l'on parle de récepteurs SDR (*Software-Defined Radio* ou Radio logicielle).



# LES STATIONS DE RÉCEPTION

Matériel : le récepteur radio

DÉTECTION,  
OBSERVA-  
TION  
DES  
RADIO-  
MÉTÉORES

Hervé  
CHOPLIN et  
le Groupe  
Radio-  
Astronomie

Introduction

La source  
radio

Les stations

Les antennes  
**Le récepteur  
radio**

Logiciel  
SpectrumLab

Observations

Liens

Pour le récepteur radio, s'en est bien fini avec les postes analogiques.

Depuis les années 90, le numérique c'est installé dans le domaine des télécommunications. Aujourd'hui l'on parle de récepteurs SDR (*Software-Defined Radio* ou Radio logicielle). Le développement s'est très vite accéléré, notamment pour le grand public par l'envie de recevoir sur son PC portable la radio et la télévision et les téléphones portables.



# LES STATIONS DE RÉCEPTION

Matériel : le récepteur radio

DÉTECTION,  
OBSERVA-  
TION  
DES  
RADIO-  
MÉTÉORES

Hervé  
CHOPLIN et  
le Groupe  
Radio-  
Astronomie

Introduction

La source  
radio

Les stations

Les antennes

**Le récepteur  
radio**

Logiciel  
SpectrumLab

Observations

Liens

Dans le sens réception, la partie matérielle consiste soit en la numérisation directe, par un convertisseur analogique-numérique (CAN), des signaux hautes fréquences de la bande à recevoir, soit en leur conversion dans une bande de Fréquence Intermédiaire (FI) avant la numérisation.



# LES STATIONS DE RÉCEPTION

Matériel : le récepteur radio

DÉTECTION,  
OBSERVA-  
TION  
DES  
RADIO-  
MÉTÉORES

Hervé  
CHOPLIN et  
le Groupe  
Radio-  
Astronomie

Introduction

La source  
radio

Les stations

Les antennes  
**Le récepteur  
radio**

Logiciel  
SpectrumLab

Observations

Liens

Dans le sens réception, la partie matérielle consiste soit en la numérisation directe, par un convertisseur analogique-numérique (CAN), des signaux hautes fréquences de la bande à recevoir, soit en leur conversion dans une bande de Fréquence Intermédiaire (FI) avant la numérisation.

Les traitements qui suivent peuvent ensuite être réalisés de façon logicielle : filtrage, décimation, démodulation, décodage... Ces traitements sont réalisés à l'aide d'un microprocesseur dédié au traitement du signal (DSP, Digital Signal Processor), d'un composant dédié au traitement du signal (ASIC : Application Specific Integrated Circuit), d'un composant électronique programmable (FPGA, Field Programmable Gate Array), ou directement sur le processeur d'un PC traditionnel.



# LES STATIONS DE RÉCEPTION

Matériel : le récepteur radio

DÉTECTION,  
OBSERVA-  
TION  
DES  
RADIO-  
MÉTÉORES

Hervé  
CHOPLIN et  
le Groupe  
Radio-  
Astronomie

Introduction

La source  
radio

Les stations

Les antennes

**Le récepteur  
radio**

Logiciel  
SpectrumLab

Observations

Liens

Du fait de la production en masse des « dongle » DVB-T pour recevoir sur son PC la télévision numérique terrestre, ceux-ci sont équipés du circuit RTL2832U (Realtek) et du tuner R802T2 (Rafael Micro).



# LES STATIONS DE RÉCEPTION

Matériel : le récepteur radio

DÉTECTION,  
OBSERVA-  
TION  
DES  
RADIO-  
MÉTÉORES

Hervé  
CHOPLIN et  
le Groupe  
Radio-  
Astronomie

Introduction

La source  
radio

Les stations

Les antennes  
Le récepteur  
radio

Logiciel  
SpectrumLab

Observations

Liens

Du fait de la production en masse des « dongle » DVB-T pour recevoir sur son PC la télévision numérique terrestre, ceux-ci sont équipés du circuit RTL2832U (Realtek) et du tuner R802T2 (Rafael Micro).

Antti Palosaari, Eric Fry et Osmocom (Steve Markgraf) ont montré que les données (*raw I/Q*) sont accessibles directement et donc que ces « dongle » deviennent des récepteurs radio large bande (24 - 1766 MHz).



# LES STATIONS DE RÉCEPTION

Matériel : le récepteur radio

DÉTECTION,  
OBSERVA-  
TION  
DES  
RADIO-  
MÉTÉORES

Hervé  
CHOPLIN et  
le Groupe  
Radio-  
Astronomie

Introduction

La source  
radio

Les stations

Les antennes

**Le récepteur  
radio**

Logiciel  
SpectrumLab

Observations

Liens

Nous avons choisi le « dongle » USB de *Nooelec NESDR Smart*.





# LES STATIONS DE RÉCEPTION

Matériel : le récepteur radio

DÉTECTION,  
OBSERVA-  
TION  
DES  
RADIO-  
MÉTÉORES

Hervé  
CHOPLIN et  
le Groupe  
Radio-  
Astronomie

Introduction

La source  
radio

Les stations

Les antennes

**Le récepteur  
radio**

Logiciel  
SpectrumLab

Observations

Liens

Nous avons choisi le « dongle » USB de *Nooelec NESDR Smart*.

Celui-ci est équipé d'un TCXO (*Temperature Compensated X (Crystal) Oscillator*) à 0.5 ppm qui permet une bonne stabilité en fréquence entre autres.



Figure 9 – USB « dongle Nooelec NESDR smart »



# LES STATIONS DE RÉCEPTION

Matériel : récapitulatif

DÉTECTION,  
OBSERVA-  
TION  
DES  
RADIO-  
MÉTÉORES

Hervé  
CHOPLIN et  
le Groupe  
Radio-  
Astronomie

Introduction

La source  
radio

Les stations

Les antennes

Le récepteur  
radio

Logiciel  
SpectrumLab

Observations

Liens



Figure 10 – récapitulatif du matériel



# LES STATIONS DE RÉCEPTION

Logiciel : SpectrumLab

DÉTECTION,  
OBSERVA-  
TION  
DES  
RADIO-  
MÉTÉORES

Hervé  
CHOPLIN et  
le Groupe  
Radio-  
Astronomie

Introduction

La source  
radio

Les stations

Les antennes

Le récepteur  
radio

Logiciel  
SpectrumLab

Observations

Liens

Nous utilisons le logiciel *SpectrumLab* de Wolfgang "Wolf" Buescher (DL4YHF) dans la version 2.93b7.  
Nous avons installé à la racine du dossier *Spectrum* (celui de l'installation de *SpectrumLab*) l'extension *ExtIO\_RTL2382.dll*



# LES STATIONS DE RÉCEPTION

Logiciel : SpectrumLab

DÉTECTION,  
OBSERVA-  
TION  
DES  
RADIO-  
MÉTÉORES

Hervé  
CHOPLIN et  
le Groupe  
Radio-  
Astronomie

Introduction

La source  
radio

Les stations

Les antennes

Le récepteur  
radio

Logiciel  
SpectrumLab

Observations

Liens

Nous utilisons le logiciel *SpectrumLab* de Wolfgang "Wolf" Buescher (DL4YHF) dans la version 2.93b7.

Nous avons installé à la racine du dossier *Spectrum* (celui de l'installation de *SpectrumLab*) l'extension *ExtIO\_RTL2382.dll*

Nous sommes partis à la base avec les conseils donnés par J.L. Rault, président de la commission Radio-Astronomie de la SAF (Société Astronomique de France) pour l'installation et mise en œuvre des logiciels radio d'observation des météores pour les stations amateurs (programme FRIPON radio).



# LES STATIONS DE RÉCEPTION

Logiciel : SpectrumLab

DÉTECTION,  
OBSERVA-  
TION  
DES  
RADIO-  
MÉTÉORES

Hervé  
CHOPLIN et  
le Groupe  
Radio-  
Astronomie

Introduction

La source  
radio

Les stations

Les antennes

Le récepteur  
radio

Logiciel  
SpectrumLab

Observations

Liens

Pour commencer il faut maintenir à l'heure l'horloge du PC en la synchronisant sur un serveur de temps, en permanence, par l'installation du programme `ntp-4.2.8p12-win32-setup.exe` (une connexion internet est obligatoire).



# LES STATIONS DE RÉCEPTION

Logiciel : SpectrumLab

DÉTECTION,  
OBSERVA-  
TION  
DES  
RADIO-  
MÉTÉORES

Hervé  
CHOPLIN et  
le Groupe  
Radio-  
Astronomie

Introduction

La source  
radio

Les stations

Les antennes

Le récepteur  
radio

Logiciel  
SpectrumLab

Observations

Liens

Pour commencer il faut maintenir à l'heure l'horloge du PC en la synchronisant sur un serveur de temps, en permanence, par l'installation du programme `ntp-4.2.8p12-win32-setup.exe` (une connexion internet est obligatoire).

Un petit programme pour créer sur un disque externe (1 To minimum) une arborescence de dossiers (année - mois - jour) pour l'enregistrement des captures d'écran et des données radio I/Q.



# LES STATIONS DE RÉCEPTION

Logiciel : SpectrumLab

DÉTECTION,  
OBSERVA-  
TION  
DES  
RADIO-  
MÉTÉORES

Hervé  
CHOPLIN et  
le Groupe  
Radio-  
Astronomie

Introduction

La source  
radio

Les stations

Les antennes

Le récepteur  
radio

Logiciel  
SpectrumLab

Observations

Liens

Maintenant Windows doit reconnaître le RTL SDR, cela se fait par le programme **zadig** après avoir mis le « dongle » dans un port USB2.





# LES STATIONS DE RÉCEPTION

Logiciel : SpectrumLab

DÉTECTION,  
OBSERVA-  
TION  
DES  
RADIO-  
MÉTÉORES

Hervé  
CHOPLIN et  
le Groupe  
Radio-  
Astronomie

Introduction

La source  
radio

Les stations

Les antennes

Le récepteur  
radio

Logiciel  
SpectrumLab

Observations

Liens

Maintenant Windows doit reconnaître le RTL SDR, cela se fait par le programme **zadig** après avoir mis le « dongle » dans un port USB2.

Puis vient l'installation de **SpectrumLab** avec *ExtIO\_RTL2382.dll*. Un fichier de configuration sera placé dans le sous-dossier *configurations* et chargé par le menu *Quick settings* → *Load and create user def'd entries* → *import* de **SpectrumLab**.



# LES STATIONS DE RÉCEPTION

Logiciel : SpectrumLab

DÉTECTION,  
OBSERVA-  
TION  
DES  
RADIO-  
MÉTÉORES

Hervé  
CHOPLIN et  
le Groupe  
Radio-  
Astronomie

Introduction

La source  
radio

Les stations

Les antennes

Le récepteur  
radio

Logiciel  
SpectrumLab

Observations

Liens

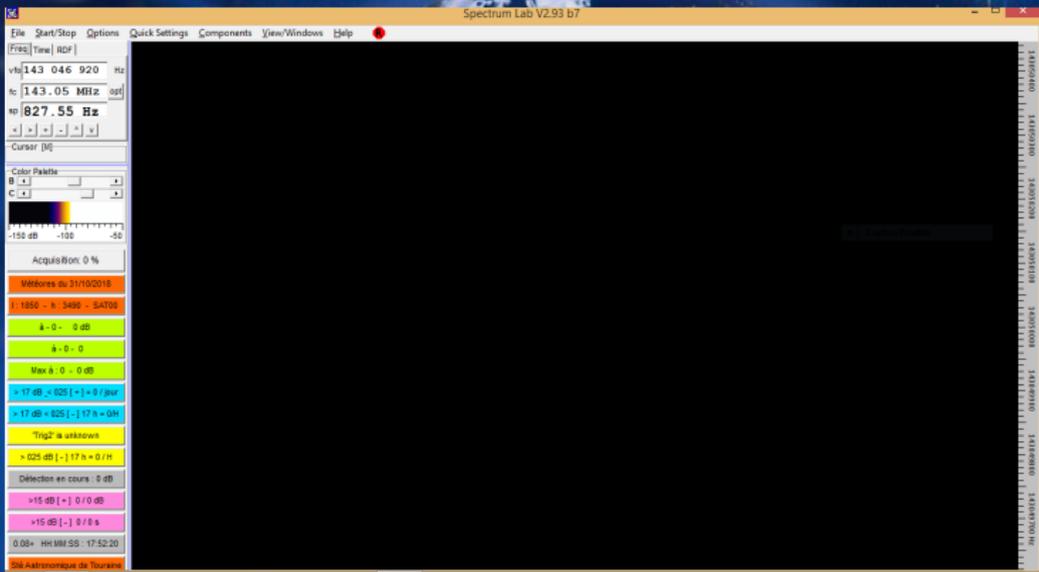


Figure 11 – fenêtre principale de SpectrumLab



# LES STATIONS DE RÉCEPTION

Logiciel : SpectrumLab

DÉTECTION,  
OBSERVA-  
TION  
DES  
RADIO-  
MÉTÉORES

Hervé  
CHOPLIN et  
le Groupe  
Radio-  
Astronomie

Introduction

La source  
radio

Les stations

Les antennes

Le récepteur  
radio

Logiciel  
SpectrumLab

Observations

Liens

The screenshot shows the 'Audio I/O' tab of the 'SpecLab Configuration and Display Control' window. The window title is 'SpecLab Configuration and Display Control'. The 'Audio I/O' tab is selected, showing various audio processing parameters.

**Input Device / Stream / Driver:** C:\Spectrumb7\ExtIO\_RTL2832

**params:** [?] Ctrl other sources >>

**timeout/ms:** 500 **latency/ms:** 0

**Output Device / Pipe / Driver:** -1

**params:** [?] Ctrl other destinations >>

**Output latency comp.:** 0 ms

**16 bits/sample**

Stereo Input  Stereo Output

[/VQ input adjustment...](#)

**Audio Processing**

**Nominal Sample Rate (in):** 2400000

**decimate input SR by:** 16

**Resample..:** nothing (don't resample)

**Sample Rate Calibration Table [Hz]**

Nominal	Input calib	Output calib
5512	5512.000	5512.000
8000	8000.000	8000.000
11025	11025.000	11025.000
12000	12000.000	12000.000

resample to nominal output S.R.

use different sample rate for output :  
nominal: 11025 S/s

**Resampling quality:** low

minimize latency (use small buffers)

**Samplerate Calibrator**

**Correct Frequency:** [ ]

**Displayed Frequency:** [ ]

**Calibrate Input SR**

**Calibrate Output SR**

**Continuous Calib...**

**? about SR calib.**

**Warning:** Audio output device name doesn't match any of the detected devices.

**Shown:** Settings for Analyser 1, channel 1 (L)

**Apply** **Close** **Help**

Figure 12 – audio settings de SpectrumLab



# LES STATIONS DE RÉCEPTION

Logiciel : SpectrumLab

DÉTECTION,  
OBSERVA-  
TION  
DES  
RADIO-  
MÉTÉORES

Hervé  
CHOPLIN et  
le Groupe  
Radio-  
Astronomie

Introduction

La source  
radio

Les stations

Les antennes

Le récepteur  
radio

Logiciel  
SpectrumLab

Observations

Liens

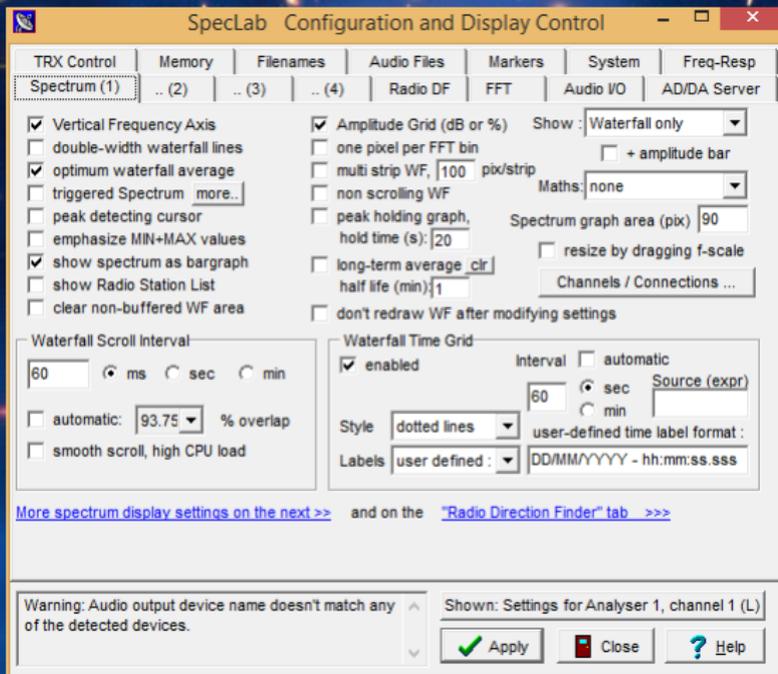


Figure 13 – Spectrum display de SpectrumLab



# LES STATIONS DE RÉCEPTION

Logiciel : SpectrumLab

DÉTECTION,  
OBSERVA-  
TION  
DES  
RADIO-  
MÉTÉORES

Hervé  
CHOPLIN et  
le Groupe  
Radio-  
Astronomie

Introduction

La source  
radio

Les stations

Les antennes

Le récepteur  
radio

Logiciel  
SpectrumLab

Observations

Liens

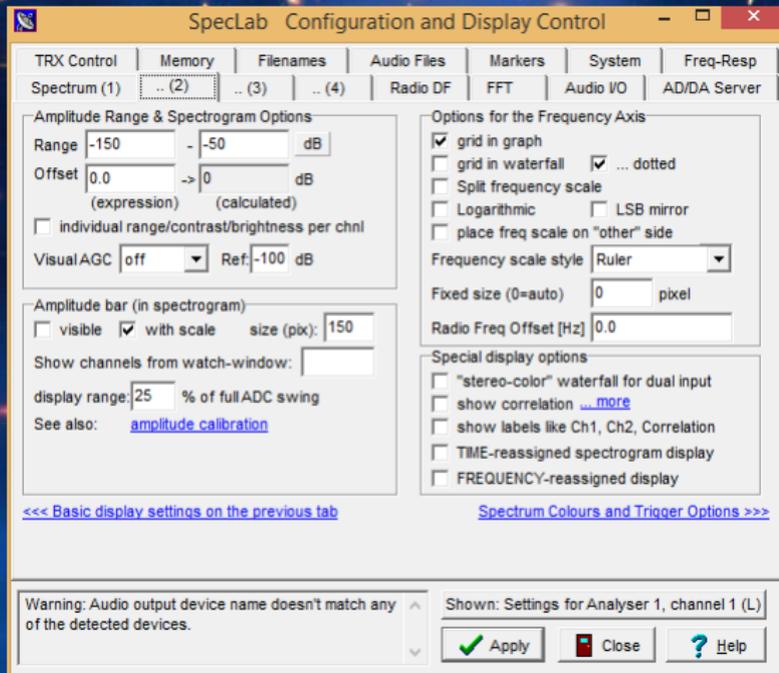


Figure 14 – spectrum display de SpectrumLab



# LES STATIONS DE RÉCEPTION

Logiciel : SpectrumLab

DÉTECTION,  
OBSERVA-  
TION  
DES  
RADIO-  
MÉTÉORES

Hervé  
CHOPLIN et  
le Groupe  
Radio-  
Astronomie

Introduction

La source  
radio

Les stations

Les antennes

Le récepteur  
radio

Logiciel  
SpectrumLab

Observations

Liens

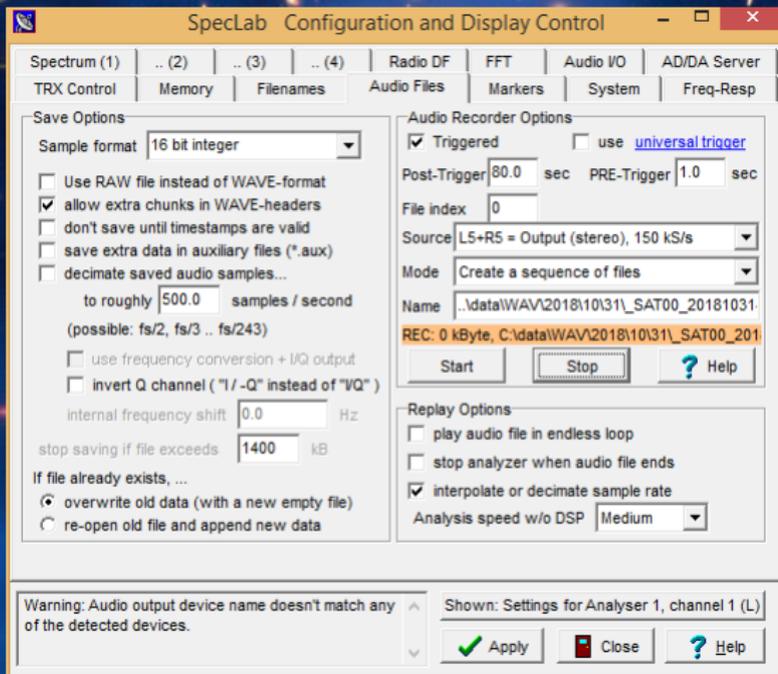


Figure 15 – wave files settings de SpectrumLab



# LES STATIONS DE RÉCEPTION

Logiciel : SpectrumLab

DÉTECTION,  
OBSERVA-  
TION  
DES  
RADIO-  
MÉTÉORES

Hervé  
CHOPLIN et  
le Groupe  
Radio-  
Astronomie

Introduction

La source  
radio

Les stations

Les antennes

Le récepteur  
radio

Logiciel  
SpectrumLab

Observations

Liens

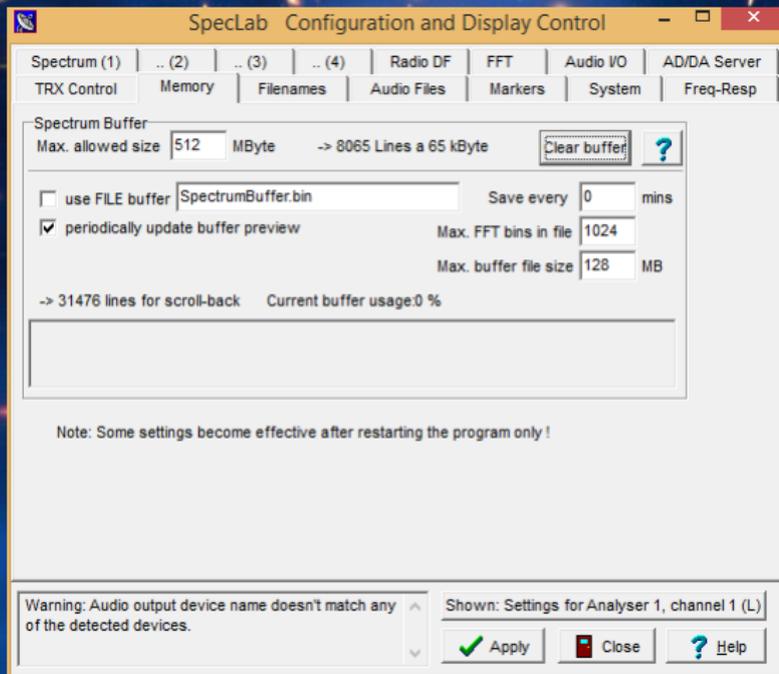


Figure 16 – mémoire et buffer du spectrogramme de SpectrumLab



# LES STATIONS DE RÉCEPTION

Logiciel : SpectrumLab

DÉTECTION,  
OBSERVA-  
TION  
DES  
RADIO-  
MÉTÉORES

Hervé  
CHOPLIN et  
le Groupe  
Radio-  
Astronomie

Introduction

La source  
radio

Les stations

Les antennes

Le récepteur  
radio

Logiciel  
SpectrumLab

Observations

Liens

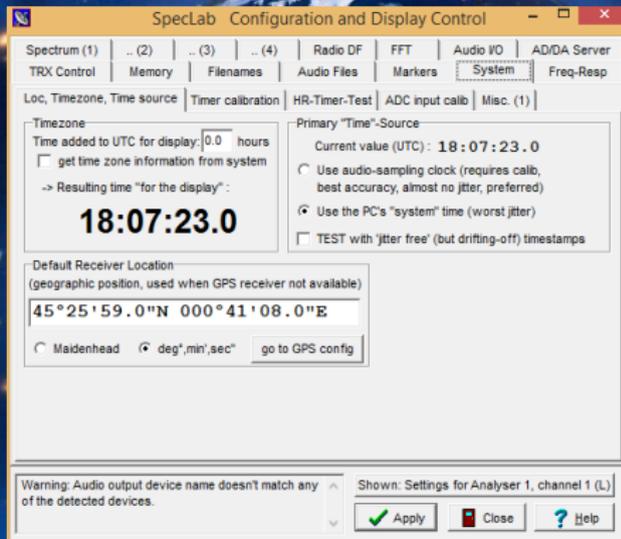


Figure 17 – localisation et time zone de SpectrumLab



# LES STATIONS DE RÉCEPTION

Logiciel : SpectrumLab

DÉTECTION,  
OBSERVA-  
TION  
DES  
RADIO-  
MÉTÉORES

Hervé  
CHOPLIN et  
le Groupe  
Radio-  
Astronomie

Introduction

La source  
radio

Les stations

Les antennes

Le récepteur  
radio

Logiciel  
SpectrumLab

Observations

Liens

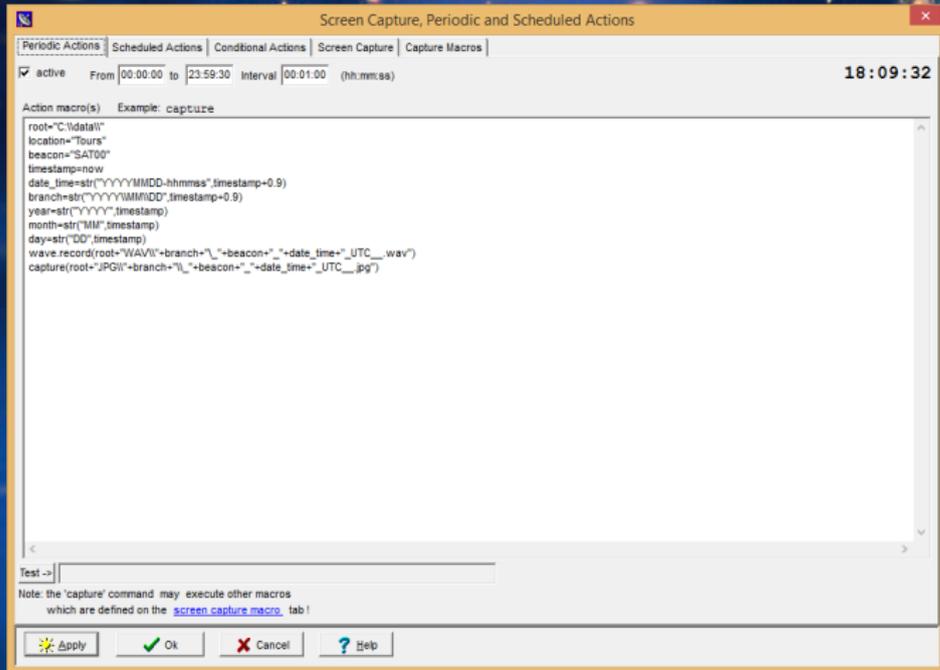


Figure 18 – périodiques actions de SpectrumLab



# LES STATIONS DE RÉCEPTION

Logiciel : SpectrumLab

DÉTECTION,  
OBSERVA-  
TION  
DES  
RADIO-  
MÉTÉORES

Hervé  
CHOPLIN et  
le Groupe  
Radio-  
Astronomie

Introduction

La source  
radio

Les stations

Les antennes

Le récepteur  
radio

Logiciel  
SpectrumLab

Observations

Liens

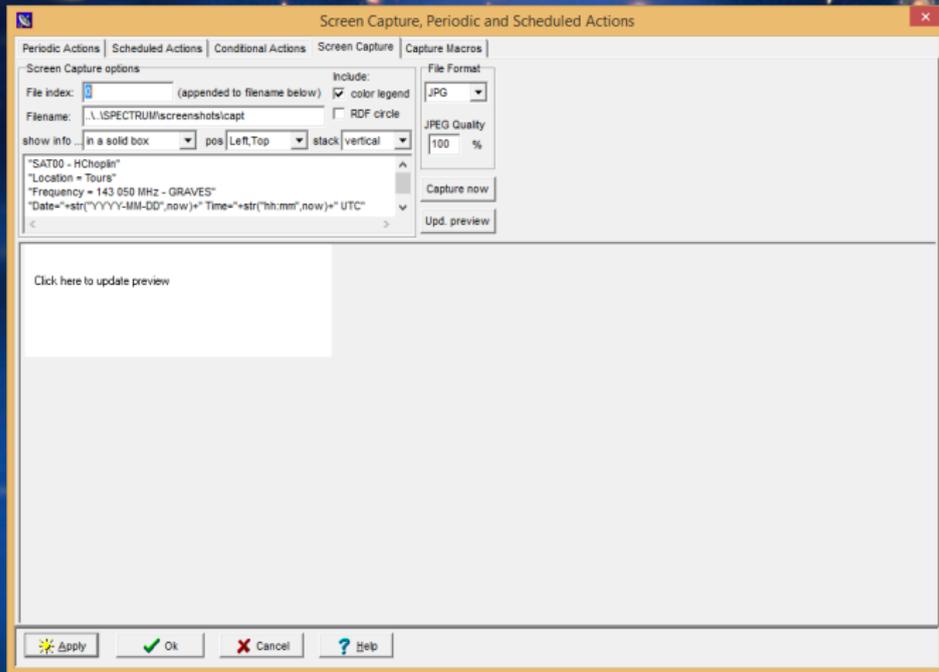


Figure 19 – screen capture settings de SpectrumLab



# LES STATIONS DE RÉCEPTION

Logiciel : SpectrumLab

DÉTECTION,  
OBSERVA-  
TION  
DES  
RADIO-  
MÉTÉORES

Hervé  
CHOPLIN et  
le Groupe  
Radio-  
Astronomie

Introduction

La source  
radio

Les stations

Les antennes

Le récepteur  
radio

Logiciel  
SpectrumLab

Observations

Liens

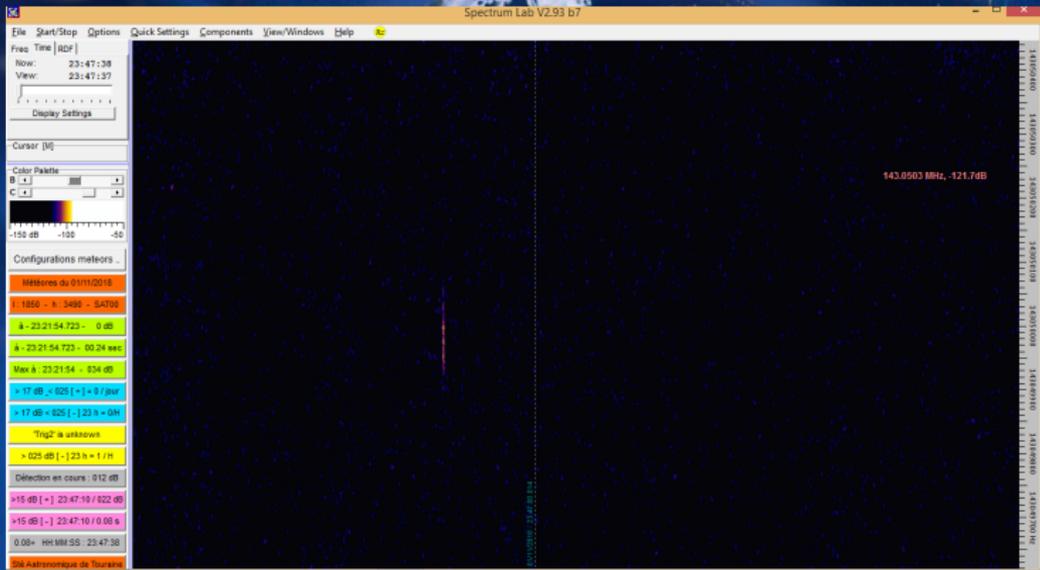


Figure 20 – fenêtre principale de SpectrumLab



# OBSERVATIONS

échos d'avions et l'ISS

DÉTECTION,  
OBSERVA-  
TION  
DES  
RADIO-  
MÉTÉORES

Hervé  
CHOPLIN et  
le Groupe  
Radio-  
Astronomie

Introduction

La source  
radio

Les stations

Les antennes

Le récepteur  
radio

Logiciel  
SpectrumLab

Observations

Liens

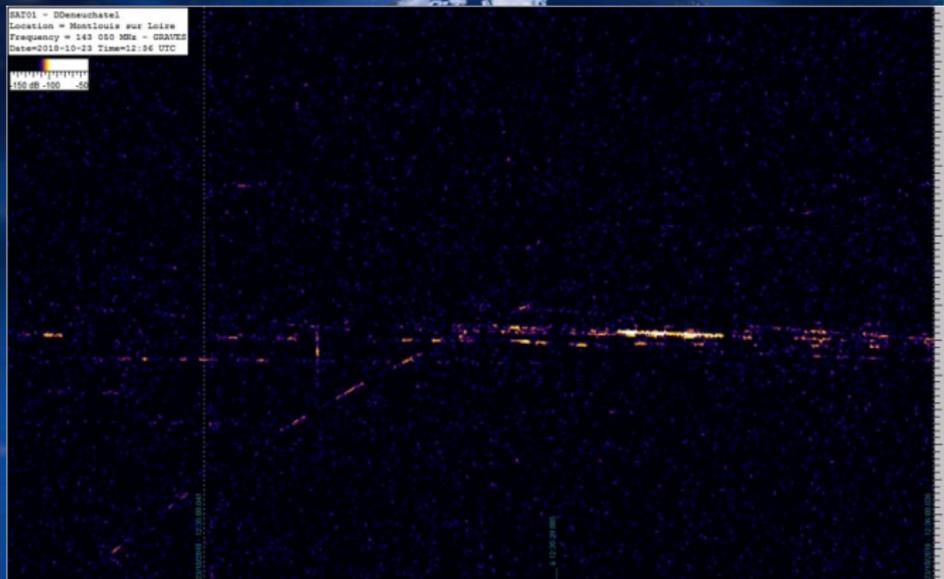


Figure 21 avions et ISS



# OBSERVATIONS

## météore rapide

DÉTECTION,  
OBSERVA-  
TION  
DES  
RADIO-  
MÉTÉORES

Hervé  
CHOPLIN et  
le Groupe  
Radio-  
Astronomie

Introduction

La source  
radio

Les stations

Les antennes

Le récepteur  
radio

Logiciel

SpectrumLab

Observations

Liens

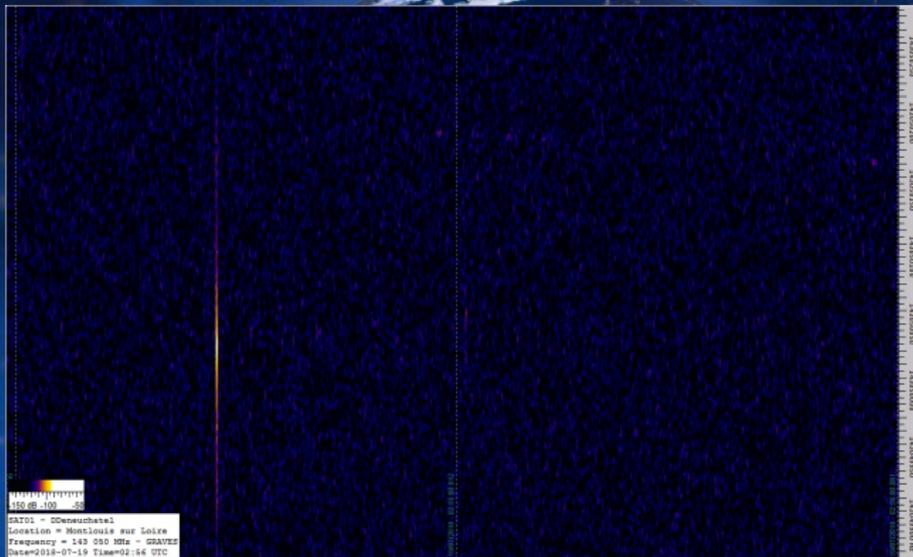


Figure 22 – SAT01-20180719-025600-UTC



# OBSERVATIONS

météore avec trainée  $\zeta$

DÉTECTION,  
OBSERVA-  
TION  
DES  
RADIO-  
MÉTÉORES

Hervé  
CHOPLIN et  
le Groupe  
Radio-  
Astronomie

Introduction

La source  
radio

Les stations

Les antennes

Le récepteur  
radio

Logiciel  
SpectrumLab

Observations

Liens



Figure 23 – SAT01-20180724-002000-UTC



# OBSERVATIONS

météore avec trainée et écho de tête

DÉTECTION,  
OBSERVA-  
TION  
DES  
RADIO-  
MÉTÉORES

Hervé  
CHOPLIN et  
le Groupe  
Radio-  
Astronomie

Introduction

La source  
radio

Les stations

Les antennes

Le récepteur  
radio

Logiciel  
SpectrumLab

Observations

Liens

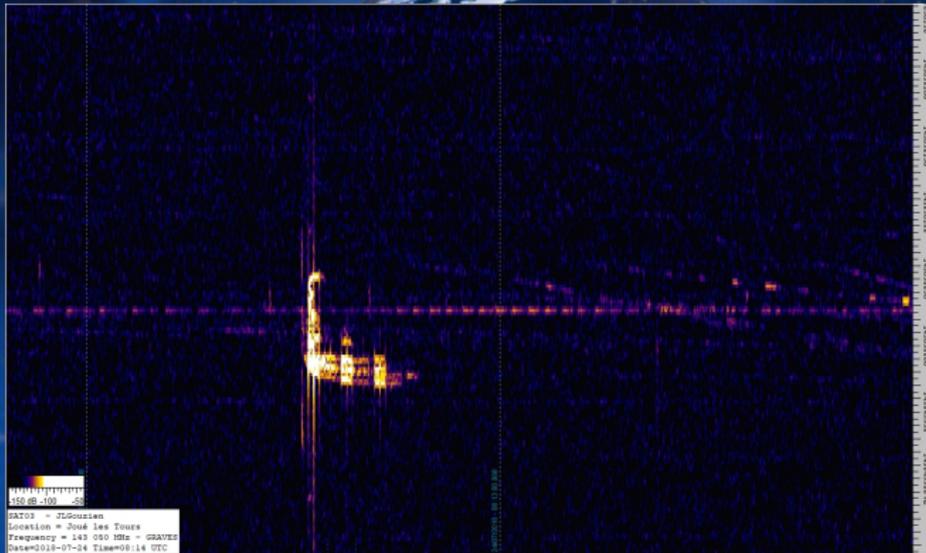


Figure 24 – SAT03-20180724-081359-UTC



# OBSERVATIONS

mééore avec trainée et écho de tête

DÉTECTION,  
OBSERVA-  
TION  
DES  
RADIO-  
MÉTÉORES

Hervé  
CHOPLIN et  
le Groupe  
Radio-  
Astronomie

Introduction

La source  
radio

Les stations

Les antennes

Le récepteur  
radio

Logiciel  
SpectrumLab

Observations

Liens

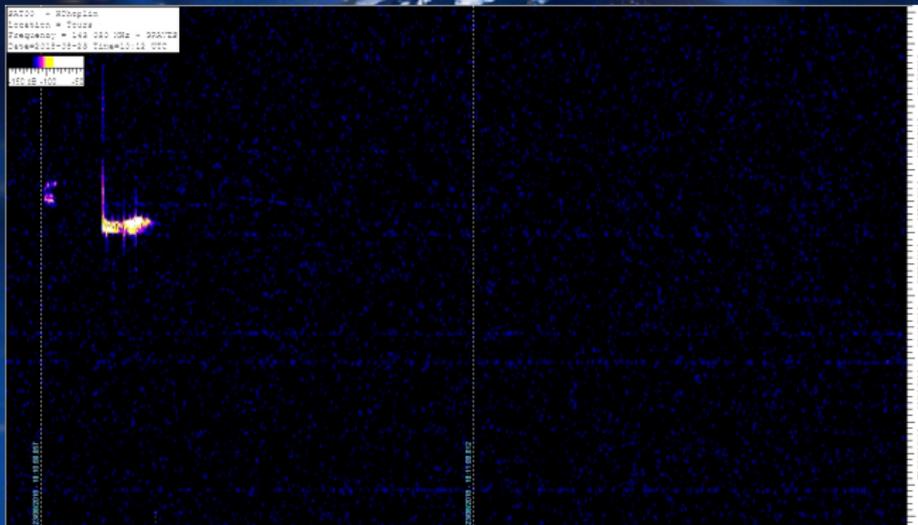


Figure 25 – SAT00-20180823-101159-UTC



# OBSERVATIONS

météore, un bolide

DÉTECTION,  
OBSERVA-  
TION  
DES  
RADIO-  
MÉTÉORES

Hervé  
CHOPLIN et  
le Groupe  
Radio-  
Astronomie

Introduction

La source  
radio

Les stations

Les antennes

Le récepteur  
radio

Logiciel  
SpectrumLab

Observations

Liens

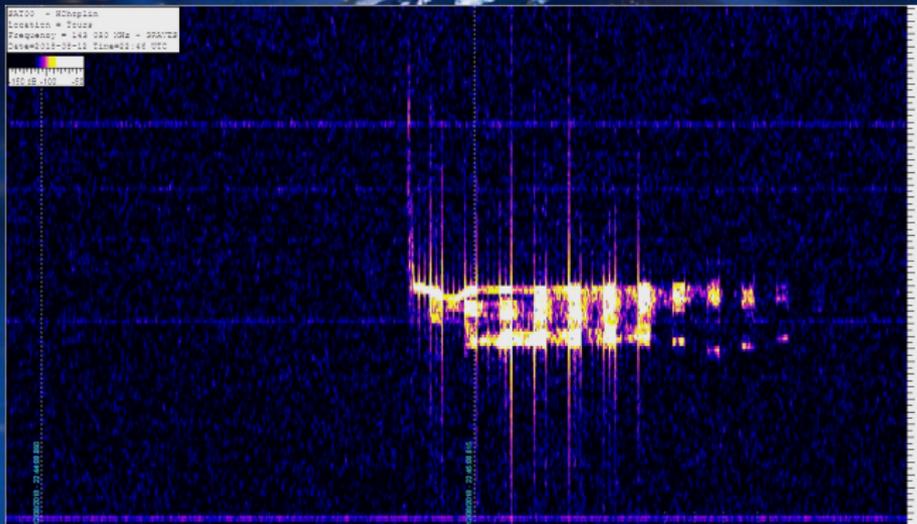


Figure 26 – SAT00-20180812-224559-UTC



# OBSERVATIONS

météore, un super bolide

DÉTECTION,  
OBSERVA-  
TION  
DES  
RADIO-  
MÉTÉORES

Hervé  
CHOPLIN et  
le Groupe  
Radio-  
Astronomie

Introduction

La source  
radio

Les stations

Les antennes

Le récepteur  
radio

Logiciel  
SpectrumLab

Observations

Liens

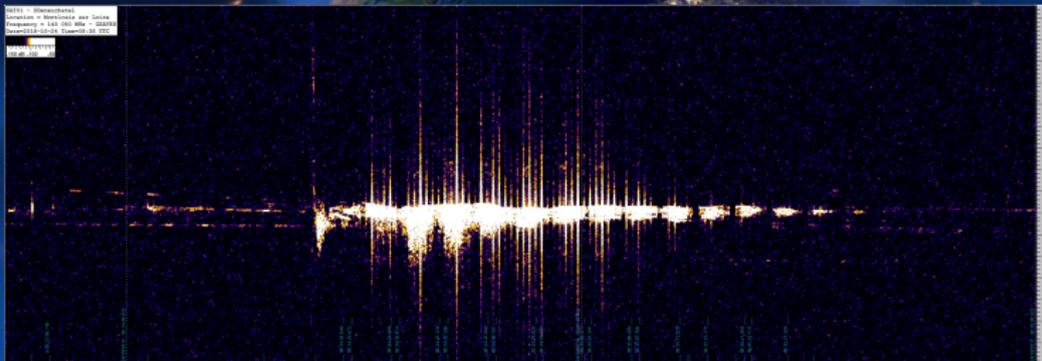


Figure 27 – SAT01-20181024-083500-UTC



## DÉTECTION, OBSERVA- TION DES RADIO- MÉTÉORES

Hervé  
CHOPLIN et  
le Groupe  
Radio-  
Astronomie

Introduction

La source  
radio

Les stations

Les antennes

Le récepteur  
radio

Logiciel  
SpectrumLab

Observations

Liens

- **FRIPON** <https://www.fripon.org/?lang=fr>
- **VigieCiel** <https://www.vigie-ciel.org>
- **IMO** <https://www.imo.net>
- **SpectrumLab**  
<https://www.qsl.net/dl4yhf/spectra1.html>
- **Zadig** <https://zadig.akeo.ie>



DÉTECTION,  
OBSERVA-  
TION  
DES  
RADIO-  
MÉTÉORES

Hervé  
CHOPLIN et  
le Groupe  
Radio-  
Astronomie

Introduction

La source  
radio

Les stations

Les antennes

Le récepteur  
radio

Logiciel  
SpectrumLab

Observations

Liens



MERCI de VOTRE  
ATTENTION  
[herve.choplin@gmail.com](mailto:herve.choplin@gmail.com)