

Détection d'un burst solaire type III/V avec RT LWA

JJ MAINTOUX – F1EHN / Juin 2017

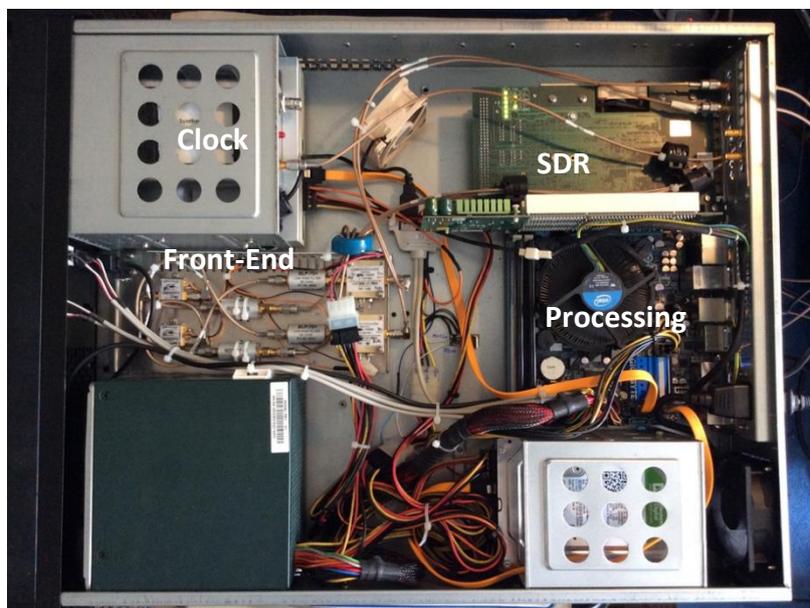
1. Rappels sur radiotélescope LWA :

Le radiotélescope LWA est dédié aux fréquences basses. Il est constitué de :

- ✓ D'une antenne LWA type NENUFAR / NANCAY



- ✓ D'un récepteur numérique large bande adapté.



L'installation de ce radiotélescope est décrite ici : [Radiotelescope LWA - Installation](#)

F1EHN web site : <http://www.f1ehn.org> page « radioastro »

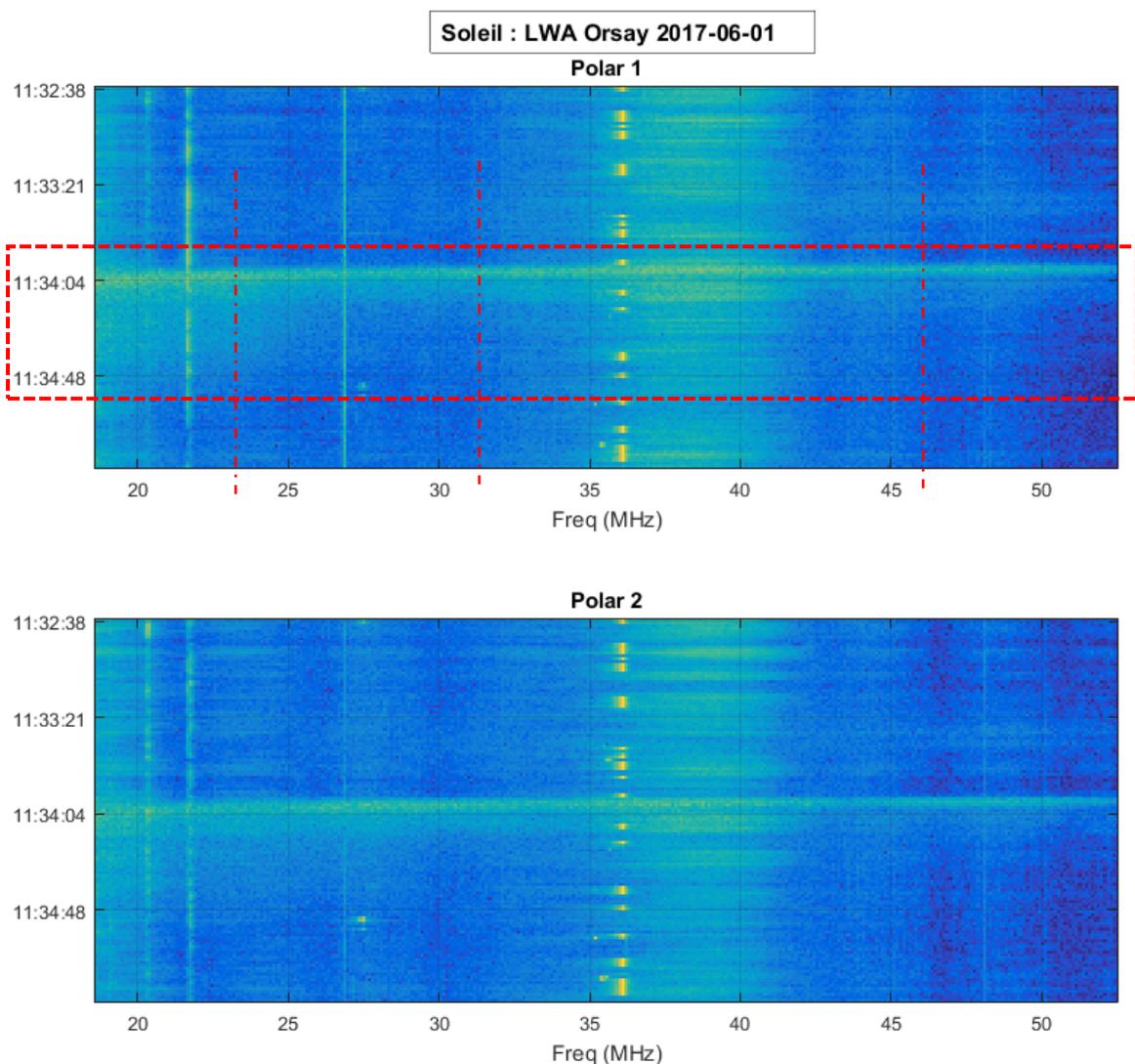
2. Détection du 1^{er} Juin 2017

Il s'agit de la 1^{ère} détection effectuée à l'aide de ce radiotélescope. Ces signaux sont classiques mais ils montrent ici la capacité du RT à surveiller ces événements.

La courbe ci-dessous montre le spectre relevé à large-bande entre 52 et 18 MHz le 1^{er} Juin 2017 autour de 11h34 UTC.

On peut noter la variation très rapide en fréquence sur qq secondes. Cette variation montre l'éloignement (éjection) d'un flux d'électrons à travers le plasma local de la couronne solaire, la fréquence du plasma diminuant avec l'éloignement du soleil (voir explication chapitre 3). Les signaux en dessous 18 MHz ne sont pas montrés car il y a beaucoup de pollution radioélectrique (stations ondes courtes se réfléchissant sur l'ionosphère – ce qui donne une indication sur la fréquence de coupure de l'ionosphère et donc que le flux solaire n'aurait pas été détectable plus bas).

Ici, seules 2 polarisations linéaires sont présentées, les 2 polarisations circulaires n'apportant pas d'informations supplémentaires.



Le burst a également été observé par le DAM à Nançay (voir annexe) mais avec plus de 20 dB de SNR https://realtime.obs-nancay.fr/ql_routine_soleil/Blue-Red/2017/06/S170601.png

3. Phénomène observé

Il existe de nombreuses littératures scientifiques sur le sujet. J'ai extrait qq informations des papiers cités en référence.

La figure ci-dessous montre les chemins suivis par les éjections d'électrons lors de différents types d'évènement solaire (voir <http://cdsads.u-strasbg.fr/full/1972ARA%26A..10..159W>).

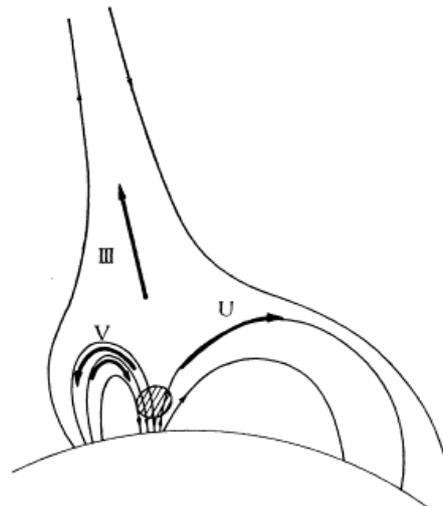


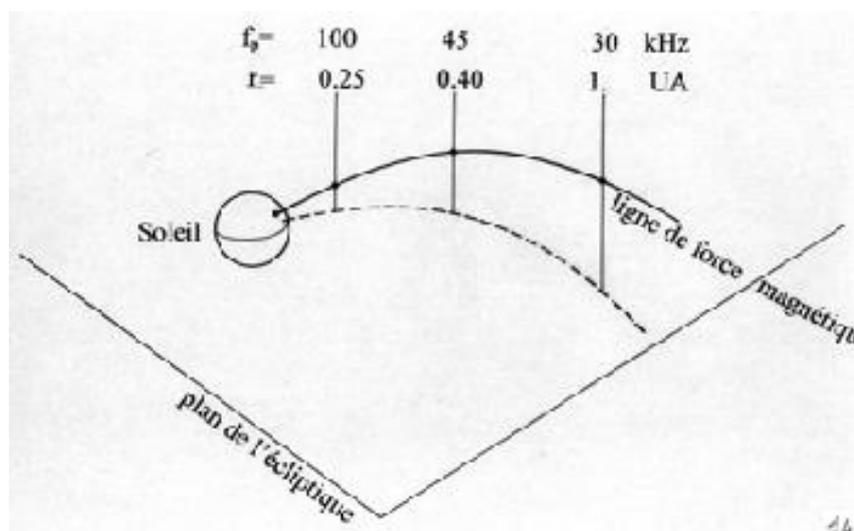
FIGURE 9. Schematic magnetic-field configuration to illustrate the possible different paths taken by electrons ejected in the flash-phase explosion (hatched region) in classical type III, type V, and inverted U bursts.

La page <http://lesia.obspm.fr/De-la-radioastronomie-a-la.html?artpage=4-5> proposée par le LESIA/OBPSM explique également très bien l'excitation du plasma de la couronne solaire produisant les rayonnements mesurés ici. En effet, les ondes radios ne peuvent pas se propager dans un plasma si leur fréquence est inférieure à la fréquence de plasma (même phénomène dans la couronne solaire que dans l'ionosphère).

La fréquence rayonnée est donc la fréquence de plasma qui est liée à la densité électronique du milieu selon la formule :

$$f_p = 9 \cdot \sqrt{N} \text{ avec } f_p \text{ en kHz et } N \text{ étant la densité du plasma en électrons par cm}^3$$

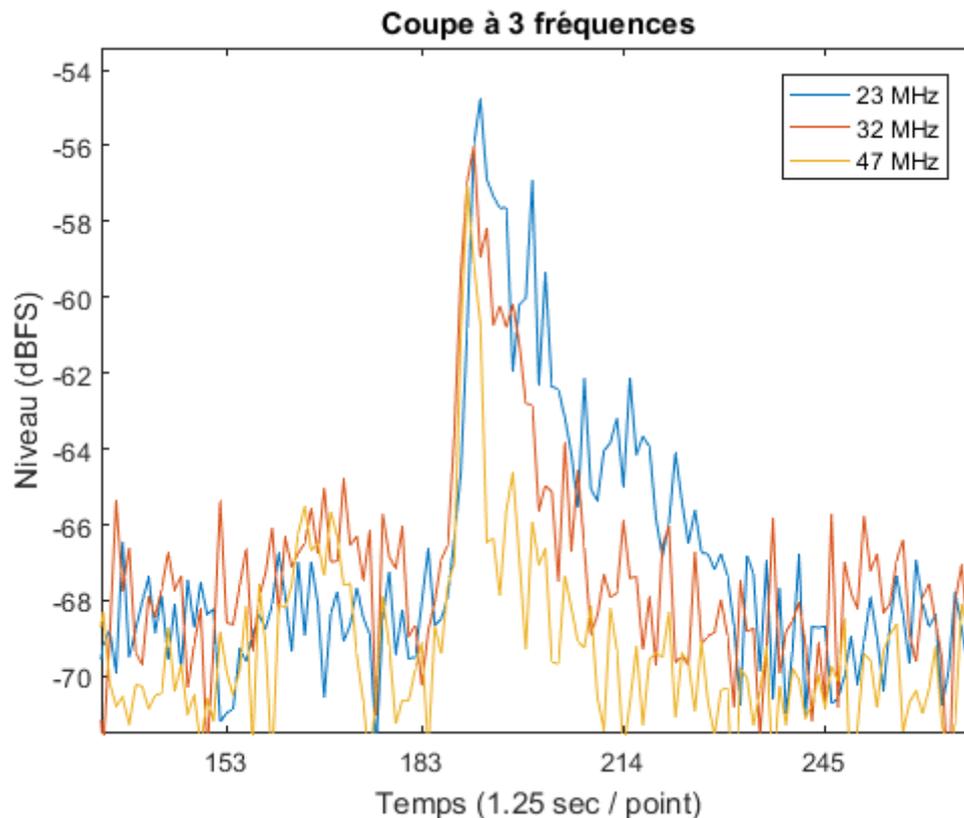
Cette densité diminue avec l'éloignement du soleil et donc f_p également comme le montre la figure ci-dessous issue de cette page.



L'éloignement rapide lors de l'éjection provoque donc cette décroissance rapide de fréquence.

Un burst type V apparait souvent à la suite d'un type III qui commence à des fréquences bien supérieures (plusieurs centaines de MHz). Le type V se produit donc généralement sur les fréquences plus basses et sa taille augmente avec la fréquence qui décroît. Il est aussi plus long de l'ordre de 1 à 3 minutes.

La courbe ci-dessous montre une coupe temporelle effectuée sur le spectre précédent à plusieurs fréquences.



On peut noter l'élargissement de la détection sur les basses fréquences d'une durée d'environ 50 sec à 23 MHz. Ce résultat montre qu'il s'agit probablement d'un burst solaire de type V. Pour observer la partie type III il faudrait observer sur des fréquences plus élevées.

Une des explications pour ce phénomène de type V, montré sur la figure en début de ce chapitre, correspond à un flux d'électrons à plus basse énergie voyageant le long de lignes de champ magnétique dont la direction de rayonnement varie.

De nombreuses informations sur les bursts de type III et leurs variantes sont disponibles dans cette note : <https://arxiv.org/pdf/1404.6117v1.pdf>

4. Conclusions

Ces résultats issus de la première détection effectuée avec le RT LWA montrent que le fonctionnement et les performances attendues sont au rendez-vous, confirmés par d'autres détections les jours suivants.

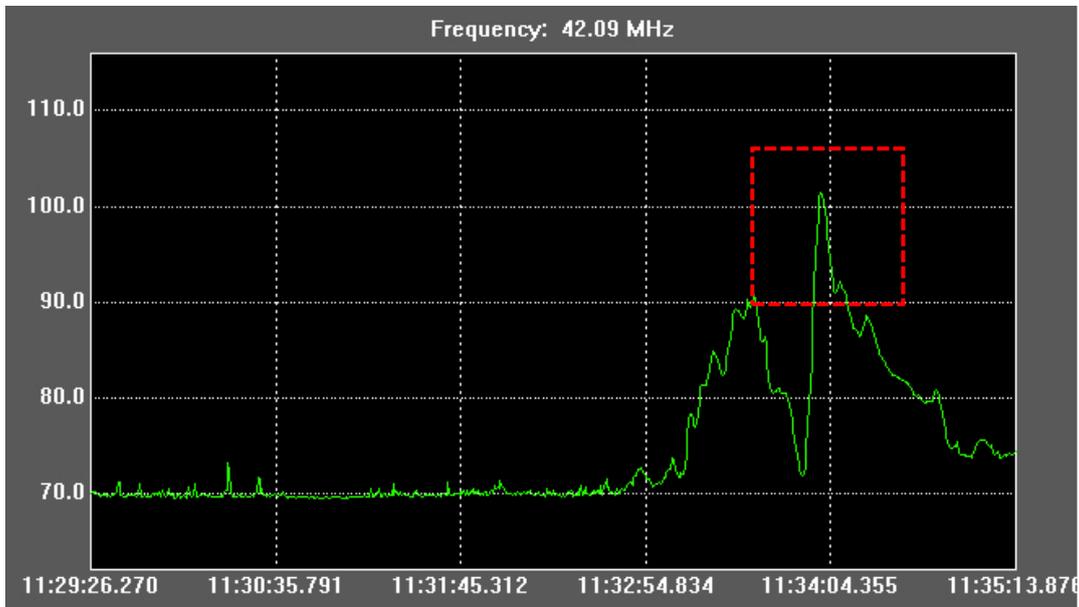
Ces observations révèlent également un comportement complexe du soleil et de son environnement. Il est nécessaire de se référer aux notes et conclusions d'expert pour pouvoir analyser ces signaux. Encore une fois, l'observation en radioastronomie complète parfaitement les observations optiques.

D'autres observations sont prévues autour du système Jovien et de notre Galaxie. A suivre ...

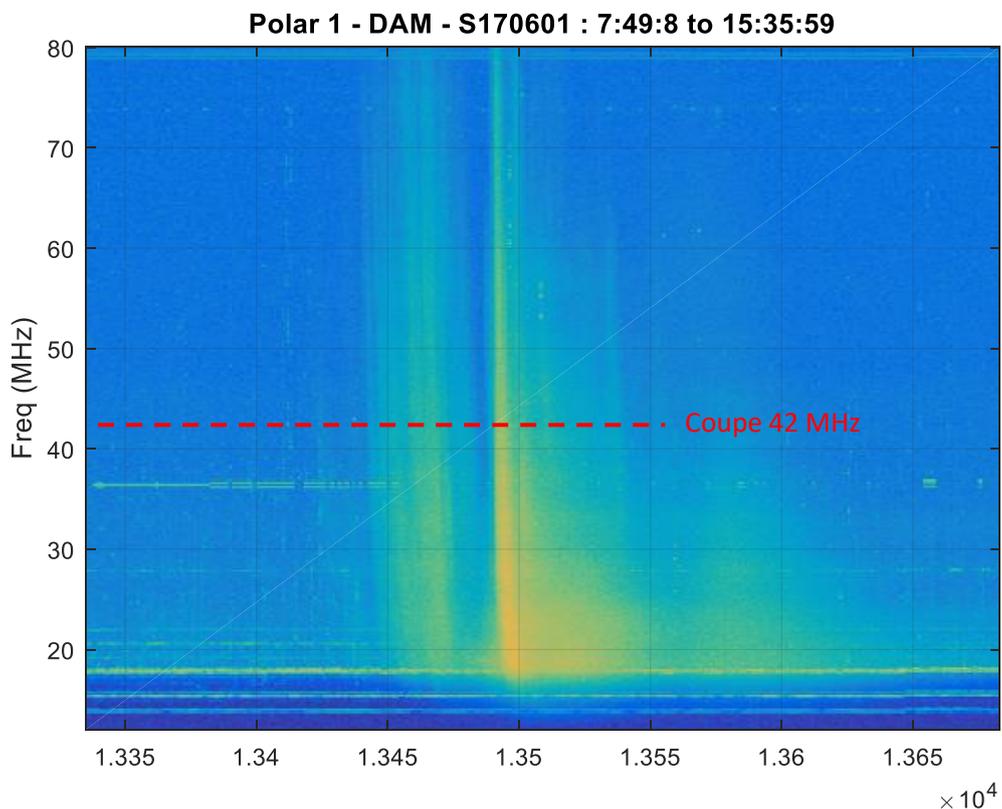
ANNEXES :

1. NANCAY

J'ai reçu une analyse de Nançay sur ce sujet. Si l'on compare les résultats, sur un signal de ce type, le RT à une antenne ne détecte que la pointe du signal (comme la « partie émergée de l'iceberg ») encadrée en rouge ci-dessous. On peut également noter que le RSB est également de l'ordre de 32 dB soit 20 dB de mieux.



Ci-dessous, j'ai traité les données DAM de Nançay. A comparer avec la figure du chapitre 2. Le résultat est encourageant... l'événement précédent le burst n'est pas visible à Orsay. Axe X en secondes à partir de l'heure de début (07 :49 :08). Axe Y, voir coupe 42 MHz ci-dessus.



2. Classification des bursts solaires

Solar radio bursts are classified as follows:

Type I : Short, narrow band events that usually occur in great numbers together with a broader band continuum. May last for hours or days.

Type II : Slow drift from high to low frequencies. Often show fundamental and second harmonic frequency structure.

Type III : Rapidly drift from high to low frequencies. May exhibit harmonics. Often accompany the flash phase of large flares.

Type IV : Flare-related broad-band continua.

Type V : Broad-band continua which may appear with III bursts. Last 1 to 2 minutes, with duration increasing as frequency decreases.

<http://www.radiosky.com/suncentral.html>

