



RADIOASTRONOMIE

Observation de Jupiter – Atelier 6

Dernière mise à jour : Mars 2016

Observation de Jupiter

■ Rappels

- Retour sur Atelier n°3
- Principales radiosources (Bruit thermique et non-thermique)
- Jupiter

■ Système Jovien

■ Origine des signaux

■ Réception

■ Observations

□ Bibliographie :

- *An Introduction to Radio Objects that can be detected by Amateur Radio Astronomers - David Morgan www.dmradas.co.uk*
- *These de Sébastien HESS - Processus d'accélération et émissions radio dans le circuit Io-Jupiter*
http://luth.obspm.fr/~luthier/mottez/stages/these_Sebastien_Hess.pdf
- *Observations of Jovian Emissions by Multiple Spaced Radio Spectrographs - Jim Brown and Richard Flagg With data from Wes Greenman, Dave Typinski and Andrew Mount*

Type de signaux à recevoir

■ Puissance des signaux

L'unité utilisée en radioastronomie est le Jansky (radioastronome)

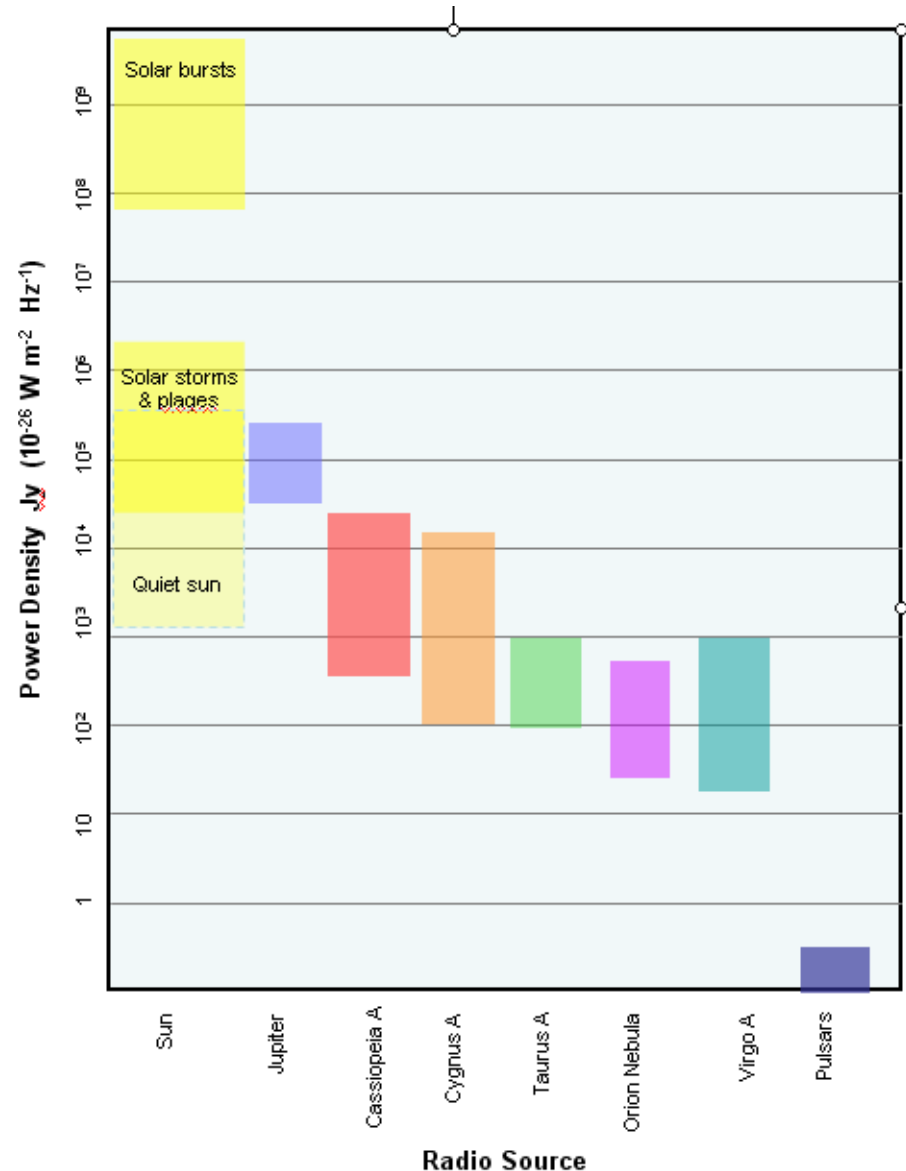
1 Jansky = 1 Jy = 10^{-26} W/m²/Hz

Le tableau ci-contre montre l'étendue des signaux pour quelques principales « radiosources » accessibles à une station amateur

Radiosources : définition Wikipedia

« En astrophysique, une radiosource est un objet céleste qui émet une grande quantité d'énergie sous forme de rayonnement électromagnétique dans la bande de fréquence des ondes radio.

Parmi les radiosources les plus notables, on trouve les quasars, les pulsars, les radiogalaxies, les rémanents de supernova, les centres galactiques. L'étude des radiosources est la radioastronomie »



Type de signaux à recevoir

- Mécanismes d'émission (se reporter à l'atelier n°1)
 - Bruit thermique – Corps noirs, Gaz ionisés...
 - Non thermique – Rayonnement synchrotron, cyclotron
 - Raies d'émission discrète (atomes/molécules)

Émission radios

Sous forme de nuage de mots

Par chauffage

Corps Noir

Friction (vent solaire, plasma, humains...)

Par transitions atomiques/moléculaires

HI

Les autres

Par accélération/pompage

Synchrotron

cyclotron

MASERS

bizareries

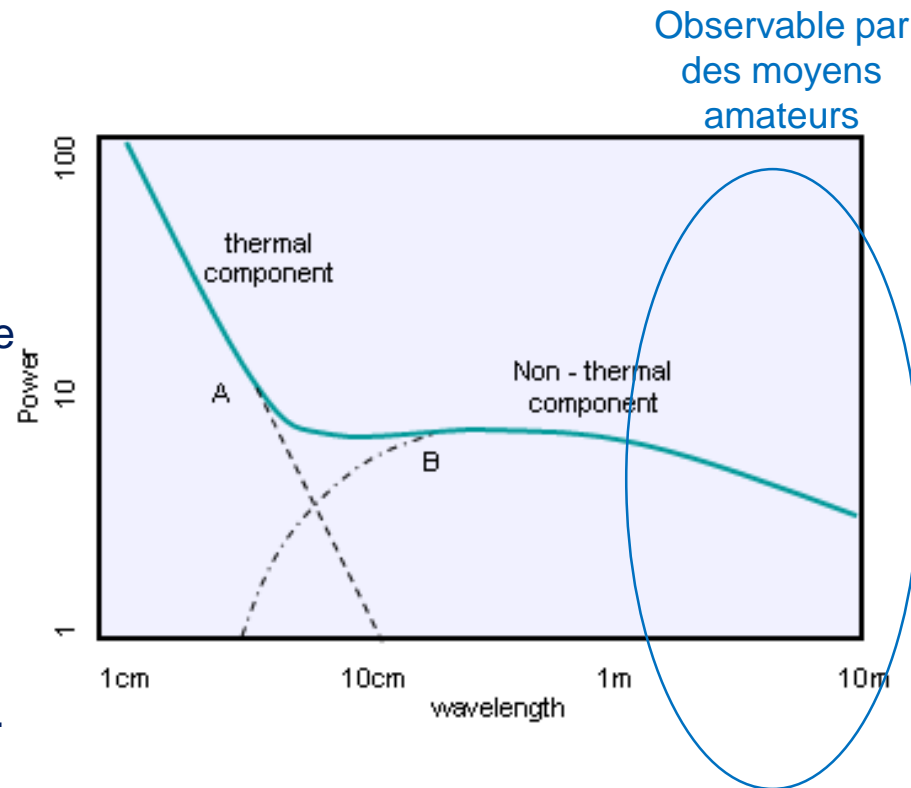
Free-free

Type de signaux à recevoir

□ Jupiter

■ Le spectre est complexe et composé de 2 parties principales

- La partie thermique vient de la planète à 130K
- La partie non thermique vient de l'interaction des électrons à haute énergie et du champ magnétique intense de la planète (> 1 Gauss) ce qui génère un rayonnement cyclotron.

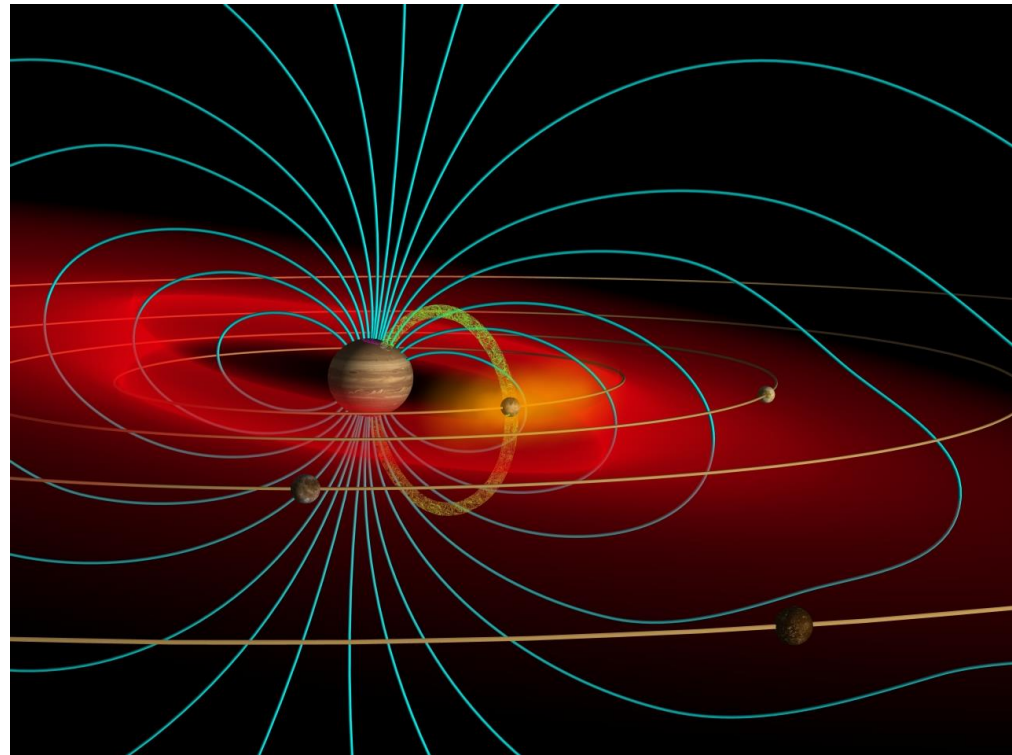


Wikipedia : Le rayonnement cyclotron est un rayonnement électromagnétique émis par des particules chargées en mouvement lorsqu'elles sont déviées par un champ magnétique. La force de Lorentz qui s'exerce sur ces particules perpendiculairement aux lignes de champ magnétique et à la direction du mouvement les accélère, ce qui entraîne l'émission d'un rayonnement.

Origine des signaux Joviens

□ Système Jovien

- Système très complexe
- Représentation de la magnétosphère de Jupiter et de ses composants, influencés par Io (proche du centre de l'image) : le tore de plasma (en rouge), le nuage neutre (en jaune), le tube de flux (en vert) et les lignes du champ magnétique (en bleu)
- C'est la plus vaste et la plus puissante magnétosphère planétaire au sein du système solaire, et la plus large structure continue du système solaire après l'héliosphère.



Volcanopele
sur
Wikipedia
anglais

Origine des signaux Joviens

■ Système de courants

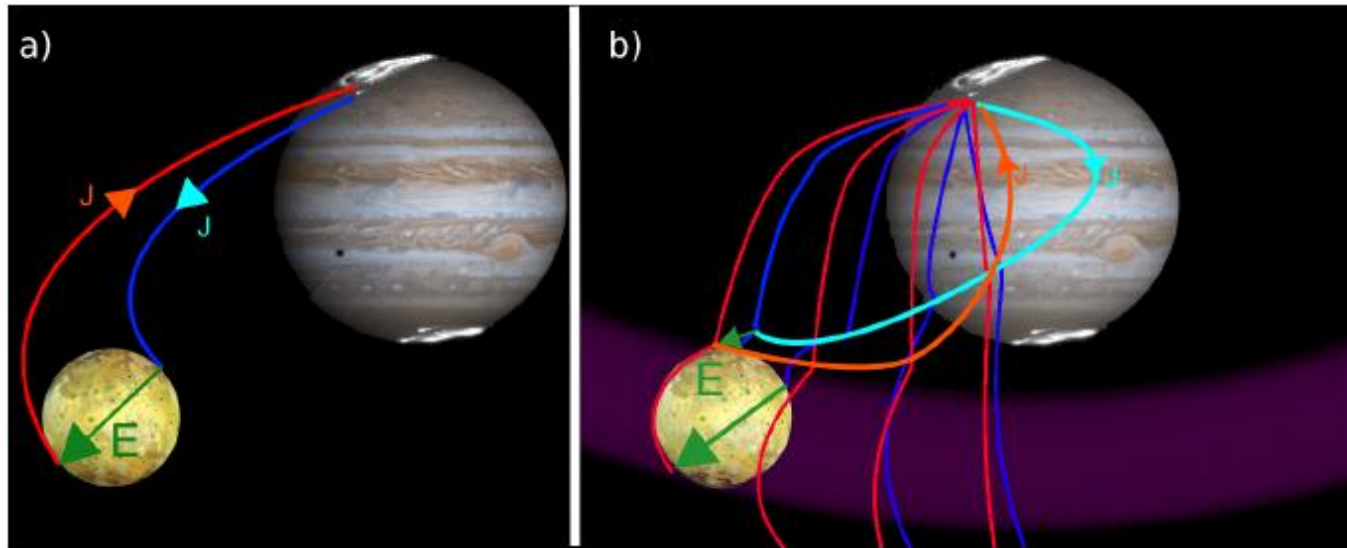
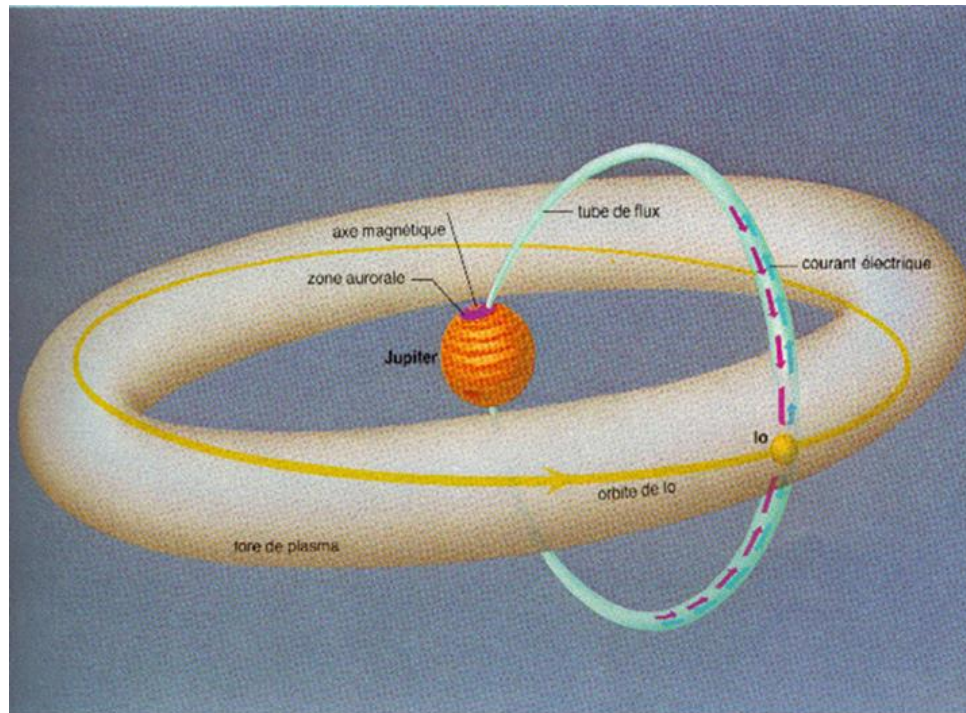


FIG. 2.2 – a) Système de courants dans le modèle d'inducteur unipolaire. Le mouvement de Io par rapport au champ magnétique crée un champ électrique radial E_{Io} . Le courant J suit les lignes de champ magnétique. Le courant montant (bleu ciel) suit les lignes de champ magnétique intérieures (bleu foncé). Le courant descendant (orange) suit les lignes de champ magnétique extérieures (rouge). Le circuit de referme dans l'ionosphère jovienne, provoquant des aurores aux pieds des lignes de champs (visibles au nord et au sud sur ce photo-montage). b) Dans le modèle d'Alfvén, les lignes de champ magnétique (intérieures en bleu foncé et extérieures en rouge) sont gelées dans le tore de plasma (violet) et perturbées (déformées) par le passage de Io. Le courant J engendré par le champ électrique radial E se propage à la même vitesse que la perturbation des lignes de champ magnétique. Le courant est montant sur les lignes de champ intérieures (bleu ciel) et descendant sur les lignes extérieures (orange).

Origine des signaux Joviens

■ Rayonnement radio

- Les émissions radio des planètes magnétisées sont majoritairement observées à des fréquences correspondant aux fréquences cyclotron des électrons (f_{ce}) dans leurs régions aurorales. Les émissions décamétriques contrôlées par Io sont observées entre 1 MHz et 40MHz, ce qui correspond aux valeurs de la fréquence cyclotron électronique entre la "surface" jovienne et le bord du tore de plasma de Io..

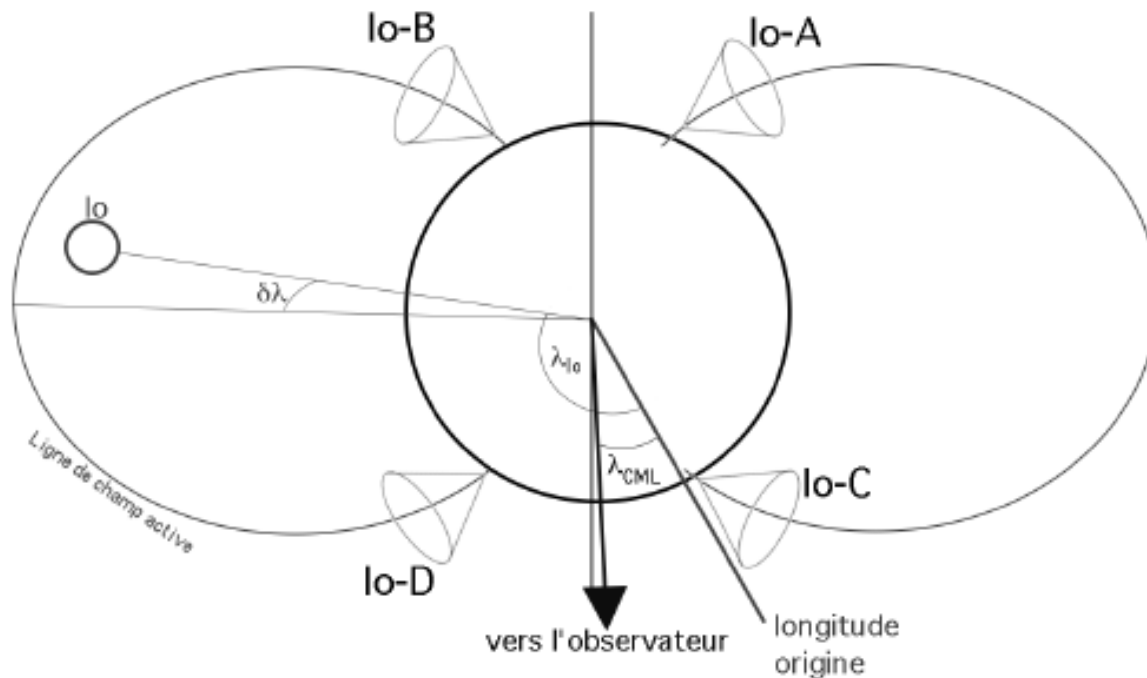


Philippe ZARKA - Sursauts radio et interaction Io-Jupiter

Origine des signaux Joviens

■ Rayonnement radio

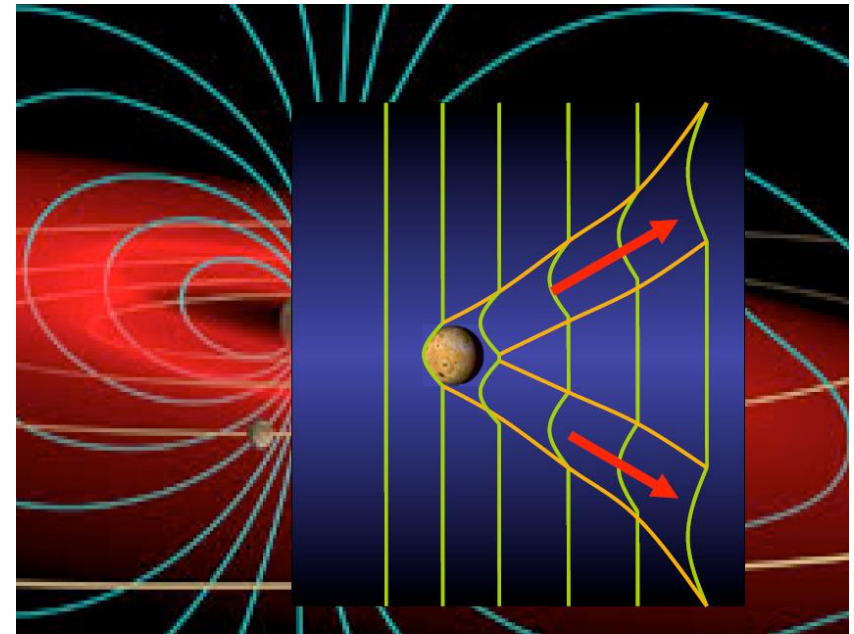
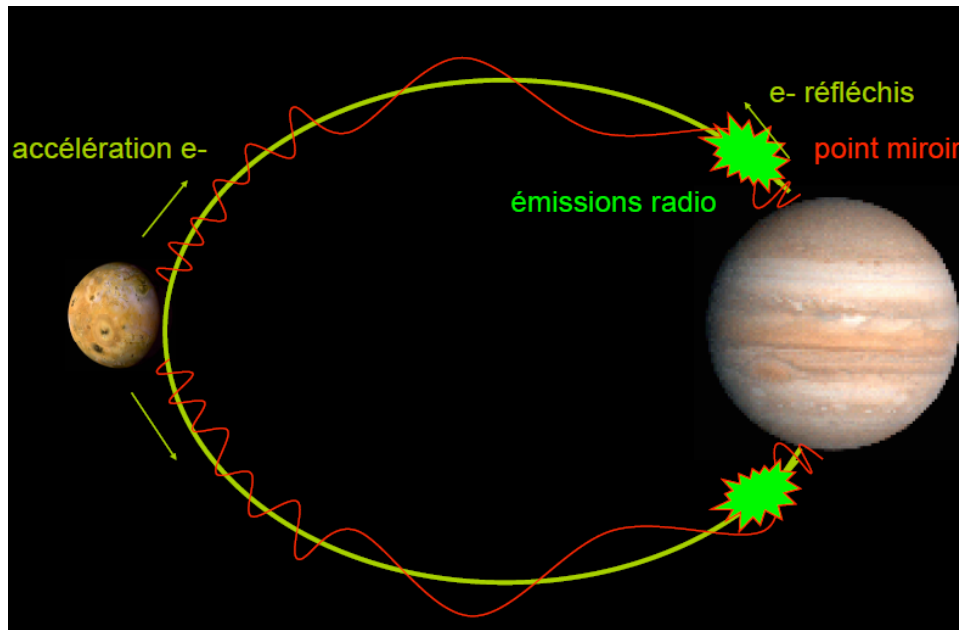
- La période de Io est d'environ 42h.
- Les quatre zones d'émissions sont expliquées par une émission de sources situées dans les hémisphères nord et sud, à la surface d'un "cône d'émission" d'une ouverture de 70° environ (les ondes radio sont émises à 70° de la ligne de champ magnétique active). Un observateur ne voyant les émissions que lorsqu'il se trouve dans la direction d'émission.



Origine des signaux Joviens

■ Short burst (sursaut S)

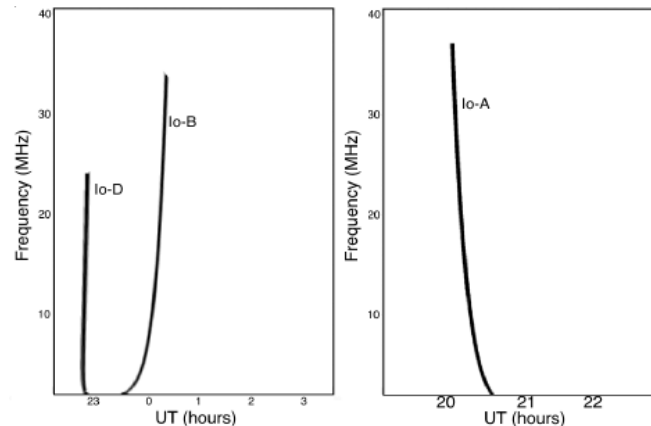
- Accélération des électrons par ondes d'Alfvén
- Les sursauts millisecondes (S) se présentent sous la forme d'émissions discrètes et intenses d'une durée caractéristique de l'ordre du centième de seconde. et peuvent se répéter avec une quasi-période de quelques dizaines de Hz.
- Ces sursauts se caractérisent en particulier par une dérive en fréquence, généralement négative, de l'ordre de -20 MHz/sec, La fréquence d'émission f est proche de la fréquence cyclotron électronique locale f_{ce} , proportionnelle à la valeur du champ magnétique.



Origine des signaux Joviens

■ Long burst (sursaut L)

- Interdépendance entre décalage en longitude et angle d'émission (donc variation de la vitesse des particules émettrices)
- Leur durée est longue de plusieurs minutes à 1 heure
- Leurs spectres dynamiques (Fig. 5.1) montrent des émissions formant des arcs dans le plan temps-fréquence (on parle parfois d'arcs radio joviens). La forme des arcs varie fortement selon le domaine du plan phase de Io (Io) - longitude de l'observateur (CML) dans lequel se déroule l'observation.



■ Narrow Event

- On observe aussi des émissions continues (ou constituées de sursauts très brefs se répétant à l'échelle de la milliseconde) dans des bandes de fréquence étroites (< 1 MHz). On parle alors de sursauts à bande étroite (N : "narrow").

Réception des signaux Joviens

■ Bande HF

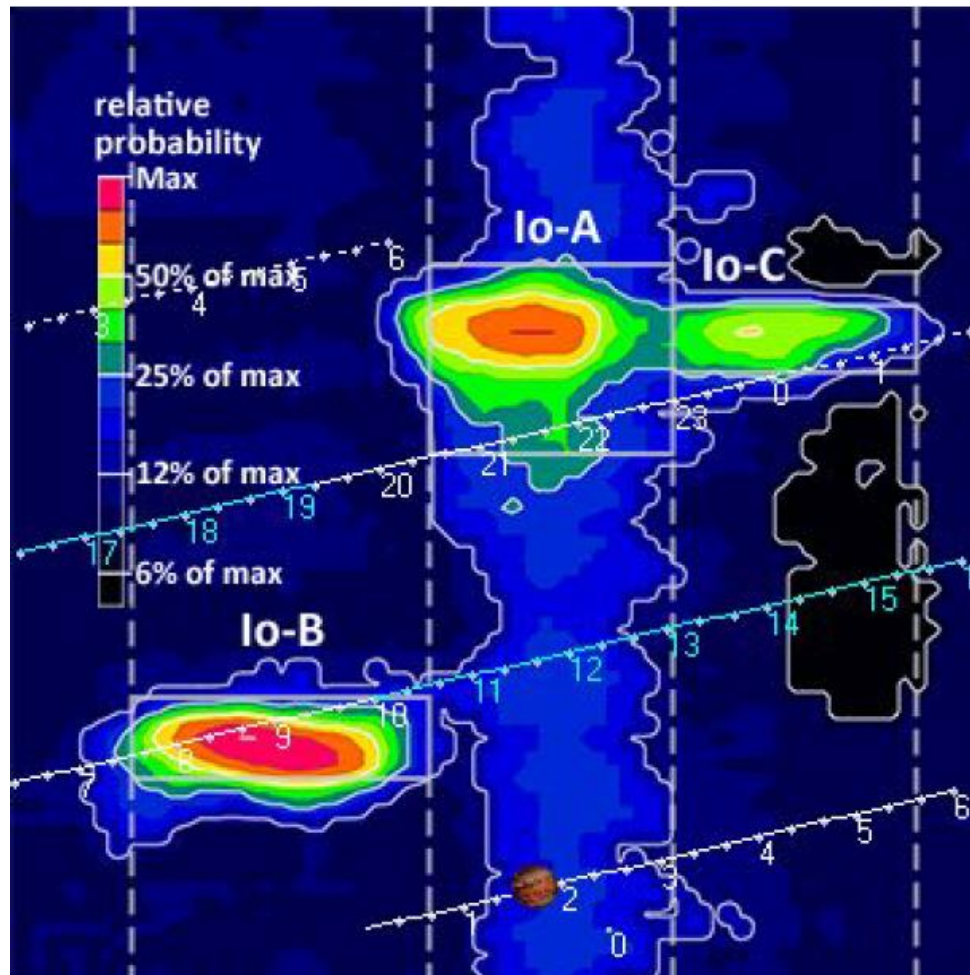
- Récepteur HF (utilisation de la carte SDR de la station 21cm).
- Antenne de type LWA donnée par l'OBSPM (NANCAY – type NENUFAR).
- Emplacement à définir



Les signaux Joviens sont faibles. Il faut donc que les parasites soient réduits – A confirmer

Réception des signaux Joviens

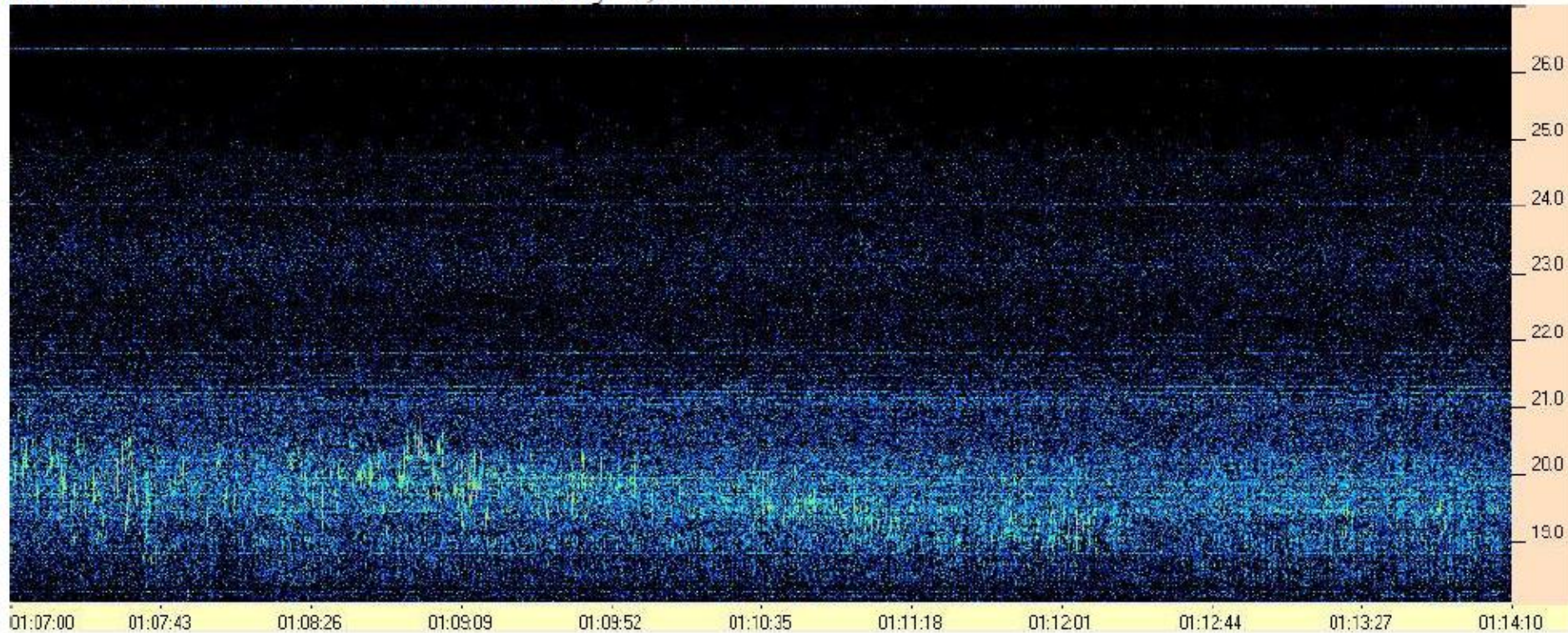
- Prédiction des périodes d'émission
 - Des outils permettent ces prédictions (radio Jupiter pro)
 - <http://radiojove.gsfc.nasa.gov/>



Réception des signaux Joviens

- Exemples de signaux (Short burst – burst S)

HNRAO - Io-B S-Bursts - January 5, 2013

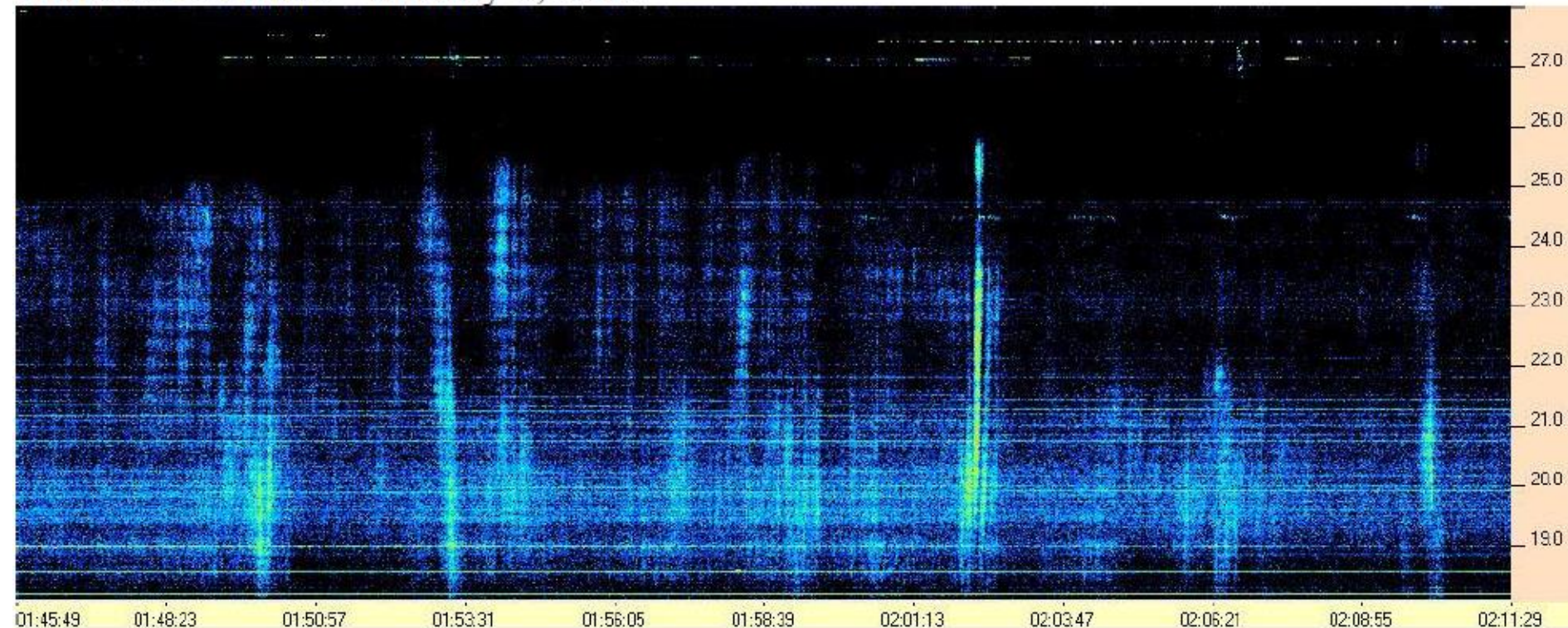


L'observation de ces signaux permettent d'en déduire les principales caractéristiques de la magnétosphère de Jupiter

Réception des signaux Joviens

- Exemples de signaux (Long burst – burst L)

HNRAO \bar{L} -Bursts - January 3, 2013

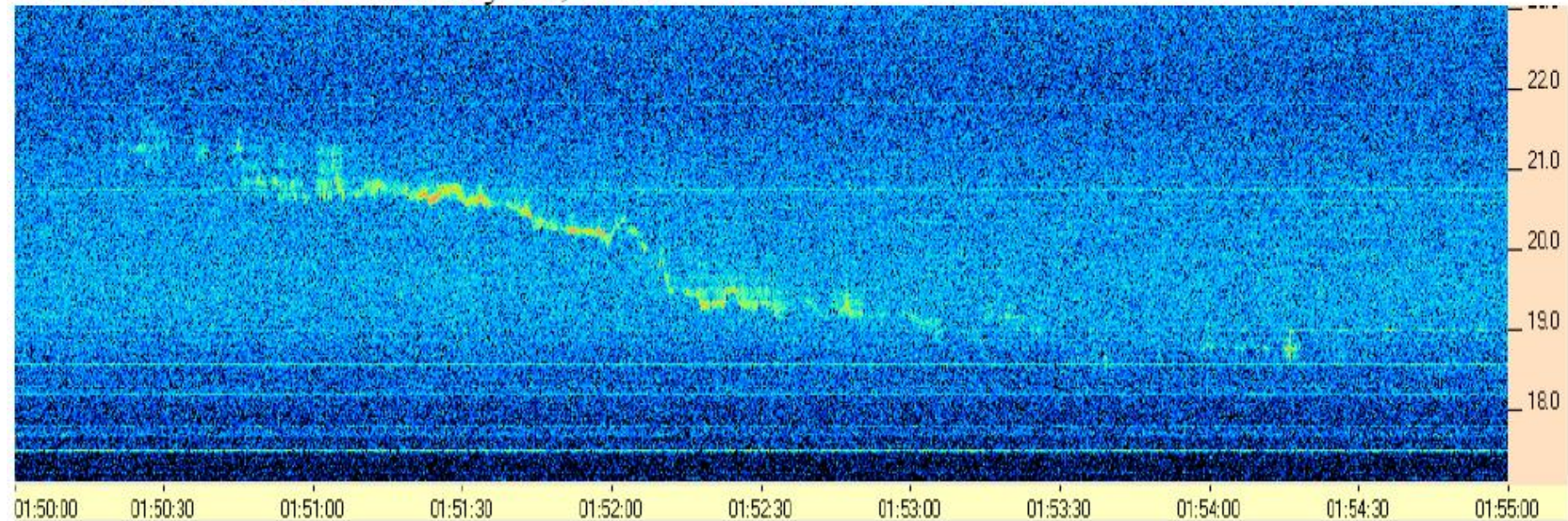


L'observation de ces signaux permettent d'en déduire les principales caractéristiques du système Jupiter / Io

Réception des signaux Joviens

- Exemples de signaux (Narrow Event)

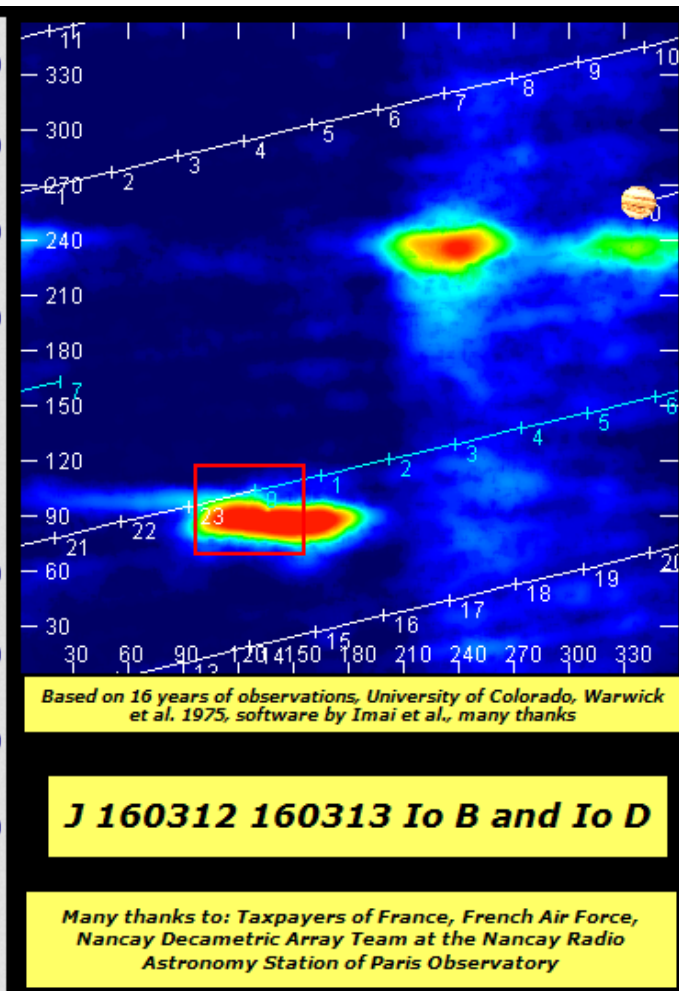
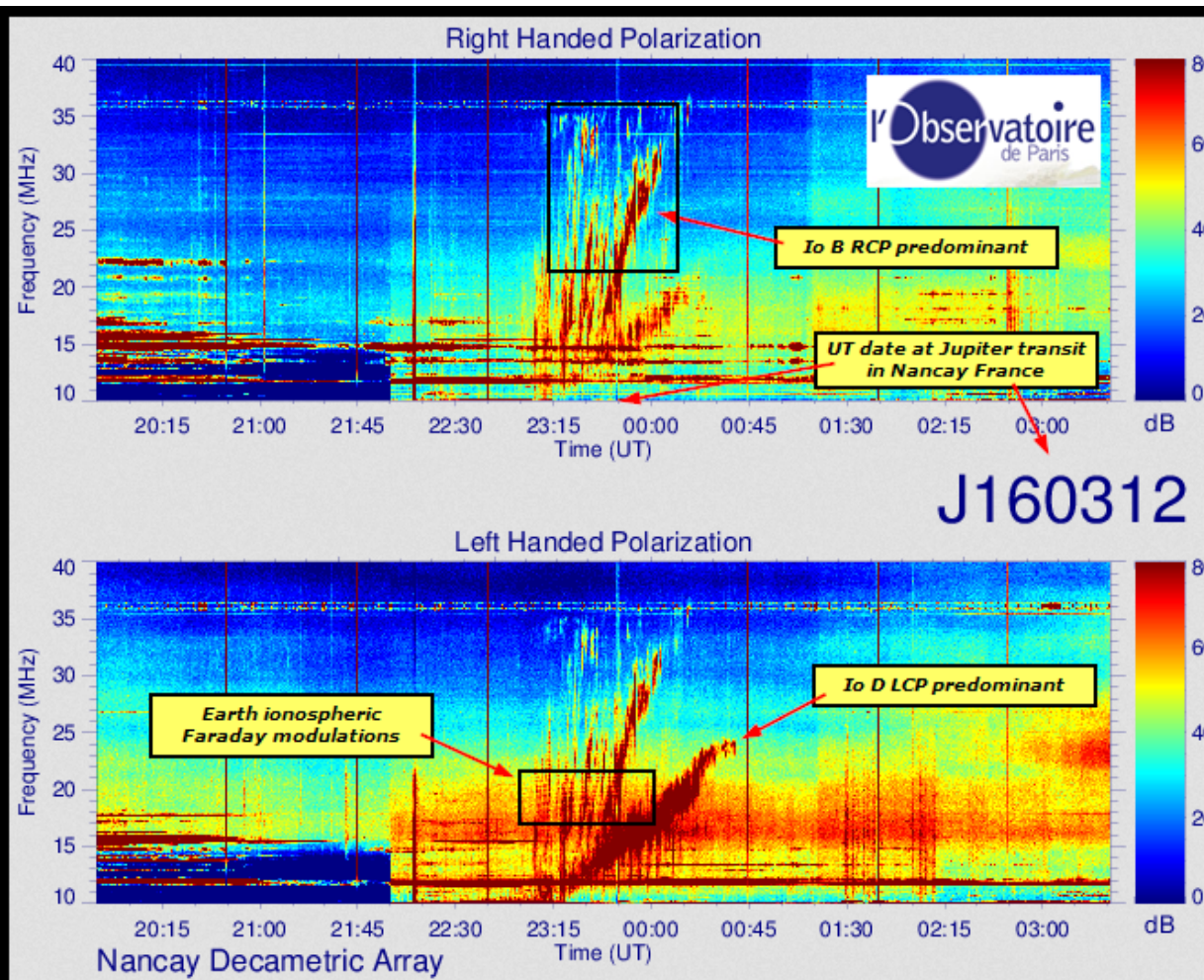
HNRAO N-Event – January 12, 2013



L'observation de ces signaux permettent d'en déduire les principales caractéristiques du système Jupiter / Io

Réception des signaux Joviens

- Possibilités de comparer nos résultats aux observatoires type Nançay ou Radio-Jove



Réception des signaux Joviens

- Observation Radio et Optique



- Discussion (qui fait quoi)
- Planning (quand)