

Surfer sur Jupiter et rayonner lors de la finale des Olympiades de Physique

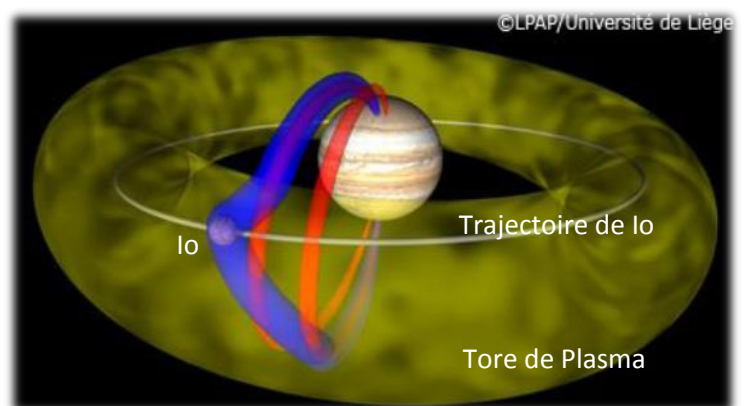
Quatre membres du LP21, Lycée Pilote Innovant et International du Futuroscope, emmenés par Alice Tahir, élève en terminale scientifique, ont fait rayonner leur antenne jusqu'à Paris, lors de la finale des Olympiades de Physique qui s'est déroulée le 8 et 9 février 2013 au Palais de la découverte.

Cette petite troupe, passionnée d'astronomie, a en effet rencontré en début d'année Jean-Charles le Tarnec, président du club d'astronomie de Saint-Benoît, et suite à cet échange, s'est mise en tête d'écouter les grondements de Jupiter lorsque Io, son satellite turbulent, tente de le bombarder de multiples électrons.

Le couple Io Jupiter

Jupiter possède un champ magnétique (en rouge sur le schéma ci-dessous) qui tourne à la même vitesse que la vitesse de rotation du noyau de Jupiter. Ce champ magnétique n'étant pas uniforme va piéger la très grande partie des particules chargées dans les régions où le champ magnétique est plus faible, c'est-à-dire dans un anneau situé dans le plan équatorial de Jupiter. Ces particules constituent ainsi un tore de plasma qui va tourner à la même vitesse que celle du champ magnétique, donc du noyau de Jupiter qui en est à l'origine.

La trajectoire de Io se situe justement dans ce tore de plasma. Mais comme sa vitesse de rotation autour de Jupiter est plus lente que celle du plasma, le satellite va dévier les particules du Tore en les projetant (en bleu) vers les pôles de Jupiter.



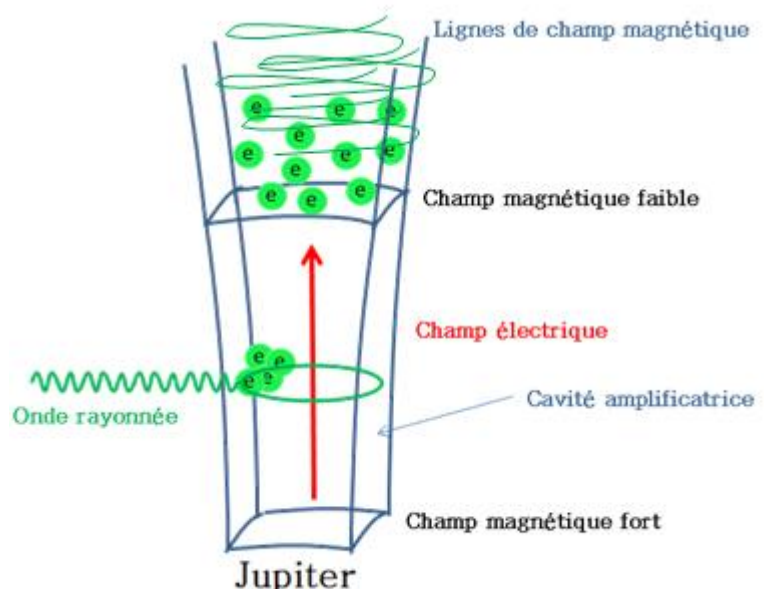
Conformément à la force de Lorentz, les électrons vont, lors de cet assaut vers Jupiter, tourner autour des lignes du champ magnétique. Comme toute particule électrique chargée subissant une accélération émet un rayonnement électromagnétique, ce simple mouvement des électrons suffit-il à expliquer les ondes radio émises par le couple Io-Jupiter ?

Pas du tout, selon Philippe Louarn, directeur de recherche à l'université de Toulouse, avec qui les élèves ont pu échanger sur le sujet. En effet, un simple rayonnement synchrotron ne peut pas expliquer le caractère polarisé du rayonnement émis. Il a fallu imaginer un processus plus complexe : l'effet MASER cyclotron.

L'effet MASER cyclotron

La vitesse des électrons étant constante et le champ magnétique devenant plus intense à l'approche des pôles, la majorité des électrons rebrousse chemin avant d'atteindre le pôle de Jupiter. Ceux arrivant à leur fin signeront par la même occasion leur fin, laissant comme souvenir éphémère une aurore polaire.

Il s'ensuit alors une cavité raréfiée en électrons, dans laquelle un champ électrique va s'établir. Les électrons, attirés par ce champ électrique, vont être aspirés vers le pôle en tournant dans la cavité, et seront pris entre deux feux : le champ magnétique



plus intense qui tentera de les faire remonter, et le champ électrique qui tentera de les faire descendre. Les électrons vont alors osciller dans la cavité pendant un certain temps, durant lequel les ondes qu'ils émettent vont entrer en résonance avec le mouvement même des électrons, conférant ainsi au rayonnement des propriétés (intensité et polarisation) observées depuis la Terre.

Réalisation de l'antenne



Ces ondes trouvant un maximum d'intensité à 20,1 MHz, les élèves ont réalisé une antenne adaptée à cette fréquence. Il ne restait plus alors qu'à écouter...

Trois phénomènes particuliers ont été observés. Ils portent les noms de Io A, Io B et Io C. Ces phénomènes voient le jour en fonction de l'orientation du champ magnétique de Jupiter, décrit par son CML III et la phase de Io par rapport à Jupiter.

Le phénomène Io B est le plus reconnaissable, car il laisse entendre un bruit souvent comparé à une vague, d'où le nom du projet que les élèves lui ont donné : « Surfer sur Jupiter ».

Pour mener à bien ce projet, les élèves jupitériens ont dû se familiariser avec des notions complexes, que l'on n'a pas l'habitude d'aborder dans les années lycée. Ils ont eu le mérite de s'approprier ces notions après en avoir débattu avec des chercheurs.

1^{er} Prix aux Olympiades de Physique

Pour ce travail de qualité, le jury des Olympiades de physique a décerné un premier prix, accompagné du commentaire suivant :

"Pour nous avoir fait écouter la musique des éclairs, vous avez mérité le prix de l'antenne"



Félicitations aux élèves dont les noms sont, de gauche à droite :

Alice Tahir, Clara Tahir, Arthur Julien, Valentin Luksza

Rédacteur et professeur responsable du projet :

Jean-Brice Meyer

Professeur agrégé de physique

Docteur es-sciences

LP2I – Lycée Pilote Innovant et International du Futuroscope

