

Titre

La magnétosphère de Jupiter

Sous-titres

Magnétodynamique des particules chargées

Motivation

Ayant développé quelques modestes programmes me permettant de résoudre numériquement le problème à N corps, ou encore de visualiser la modification des lignes du champ électrique lors du passage d'une particule chargée, l'élaboration de ce TIPE m'a permis de concentrer mes efforts de manière utile sur un domaine particulier de l'astrophysique.

A fortiori, il m'a satisfait en m'apportant des résultats inédits par la simulation, et surtout en me donnant l'occasion d'échanger avec quelques chercheurs des plus qualifiés à l'échelle européenne, dans le domaine actuellement en expansion de la physique stellaire.

Objectif

Rendre compte du caractère protecteur des magnétosphères face au vent solaire et des échanges de particules entre Jupiter et ses satellites galiléens.

Travail expérimental

- Utilisation de spires alimentées en courant et d'aiguilles aimantées
- Utilisation d'un canon à électrons dans un dispositif de bobines de Helmholtz
- Un grand nombre de simulations informatiques pour obtenir des résultats satisfaisants

Plan

Introduction

I Origines et structures des magnétosphères

- Sources
- Topographies

II La déflexion du plasma solaire

- Simulation canon à particules de faible rayon
- Simulation canon à particules de rayon élevé

III Trajectoires isoénergétiques

- La force de Lorentz magnétique : une puissance nulle
- Vitesse et énergie cinétique constantes
- Utilisation du dispositif des bobines de Helmholtz
- Ceintures de Van-Allen
- L'effet miroir : une conséquence de la constance du moment magnétique

IV Les échanges de particules

- Io : un satellite très actif
- Les aurores joviennes
- Simulations avec deux magnétosphères

Conclusion

Bilan

Ce TIPE a été pour moi l'occasion de mettre un pied dans le monde de la recherche, d'apporter mon grain de sable à l'édifice en obtenant des résultats inédits approuvés par des chercheurs très qualifiés, qui m'ont vivement encouragé dans mon travail. Mes premiers programmes comportaient une erreur, qui falsifiait tous les résultats précédemment obtenus, et j'ai donc tout recommencé : c'est ainsi qu'on comprend la nécessité de la rigueur dans toute démarche scientifique.

Sans vouloir a priori en faire mon métier, je connais maintenant ce sentiment de félicité qu'éprouve un chercheur à voir ses efforts se traduire en découvertes, surtout après de longues heures de résultats infructueux !

Bibliographie

Internet

www.lesia.obspm.fr

www.larecherche.fr

www.minimagnetosphere.rl.ac.uk

www.samizdat.qc.ca

www.futura-sciences.com

www.swpc.noaa.gov

en.wikipedia.org/wiki/Portal:Physics

en.wikipedia.org/wiki/Category:Geomagnetism

Livres et publications

Vytenis M. Vasyliunas, *Physics of Magnetospheric Variability*, 2010

M. Blanc, R. Kallenbach and N.V. Erkaev, *Solar System Magnetospheres*, 2004

C. Sagan, *Cosmos*, 1980

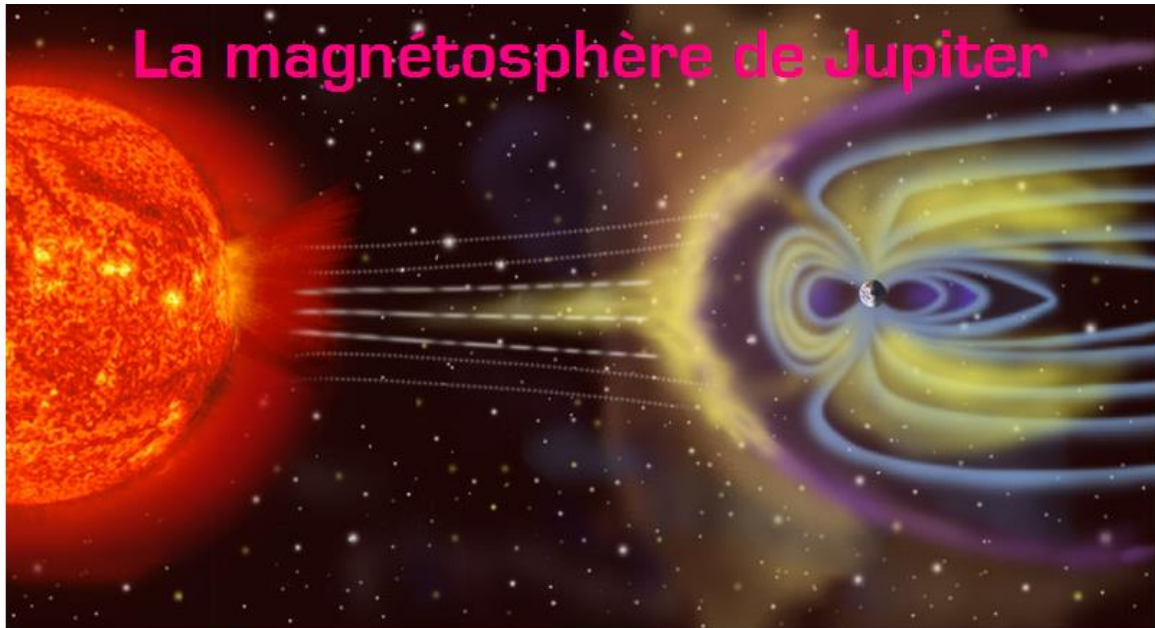
H. Reeves, *Chroniques des atomes et des galaxies*, 2007

Contacts principaux, remerciements

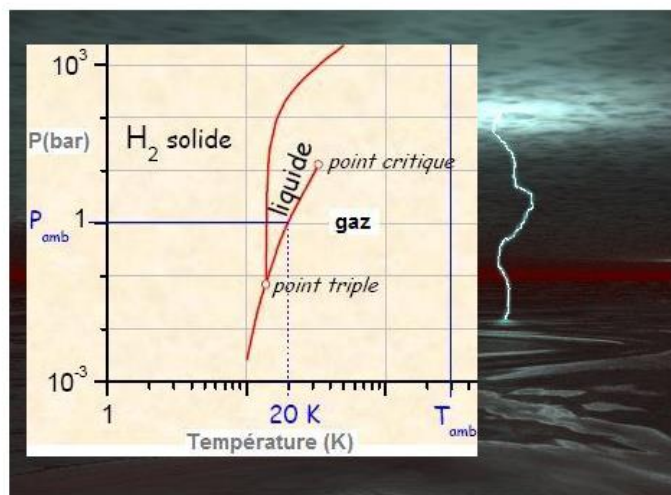
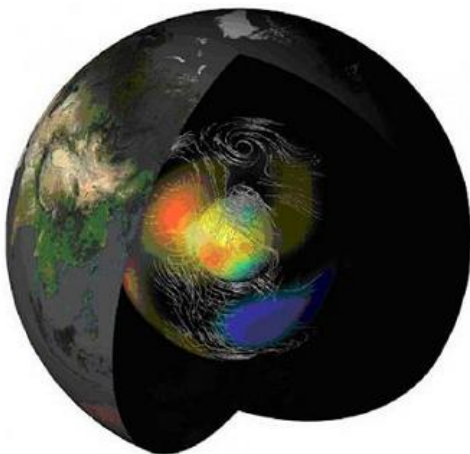
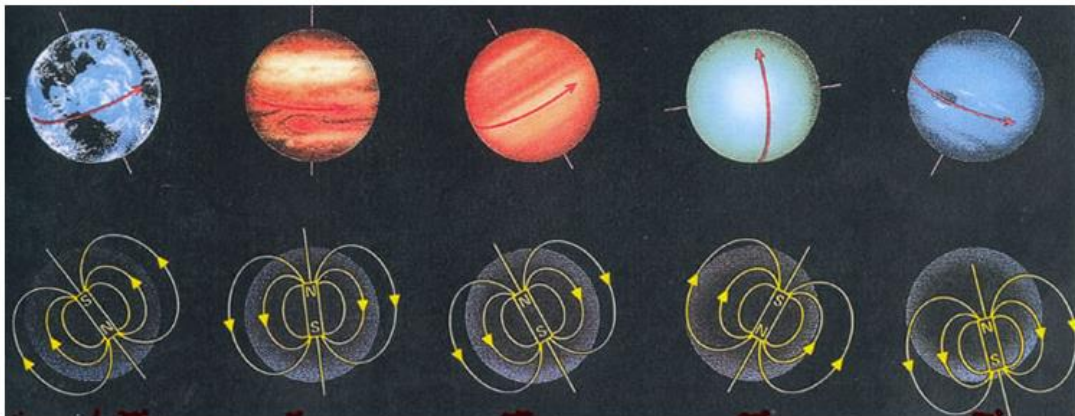
Jean Lilensten, Directeur de Recherche au Laboratoire de Planétologie de Grenoble,
Récompensé en 2010 par Europlanet pour sa « Planeterrella »

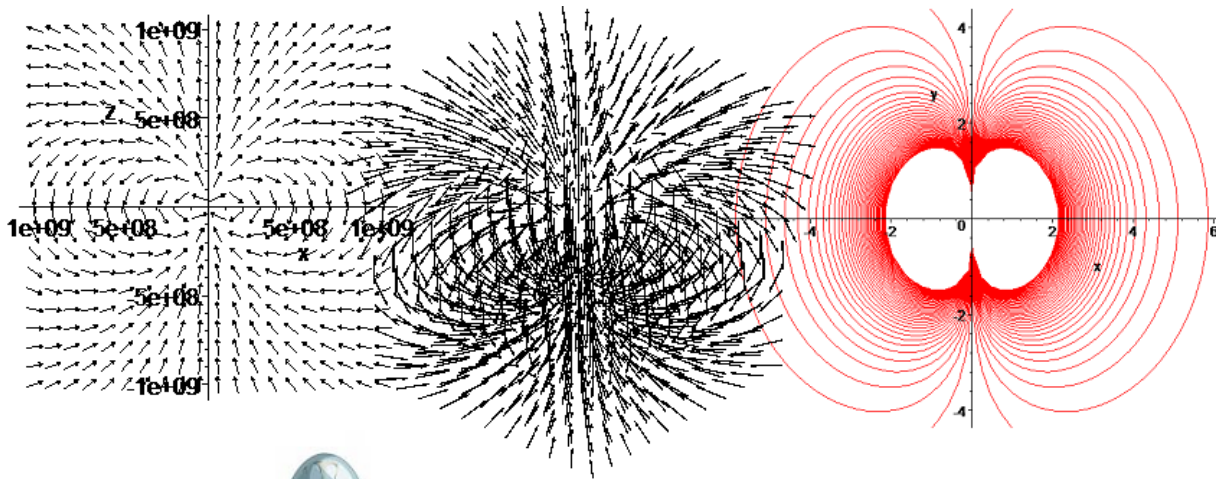
Marianne Faurobert, CNRS Nice & IUA Division IV Commission 36: Theory of Stellar
Atmospheres

Philippe Zarka, Directeur de Recherche au CNRS (Laboratoire d'Études Spatiales et
d'Instrumentation en Astrophysique, Observatoire de Paris)

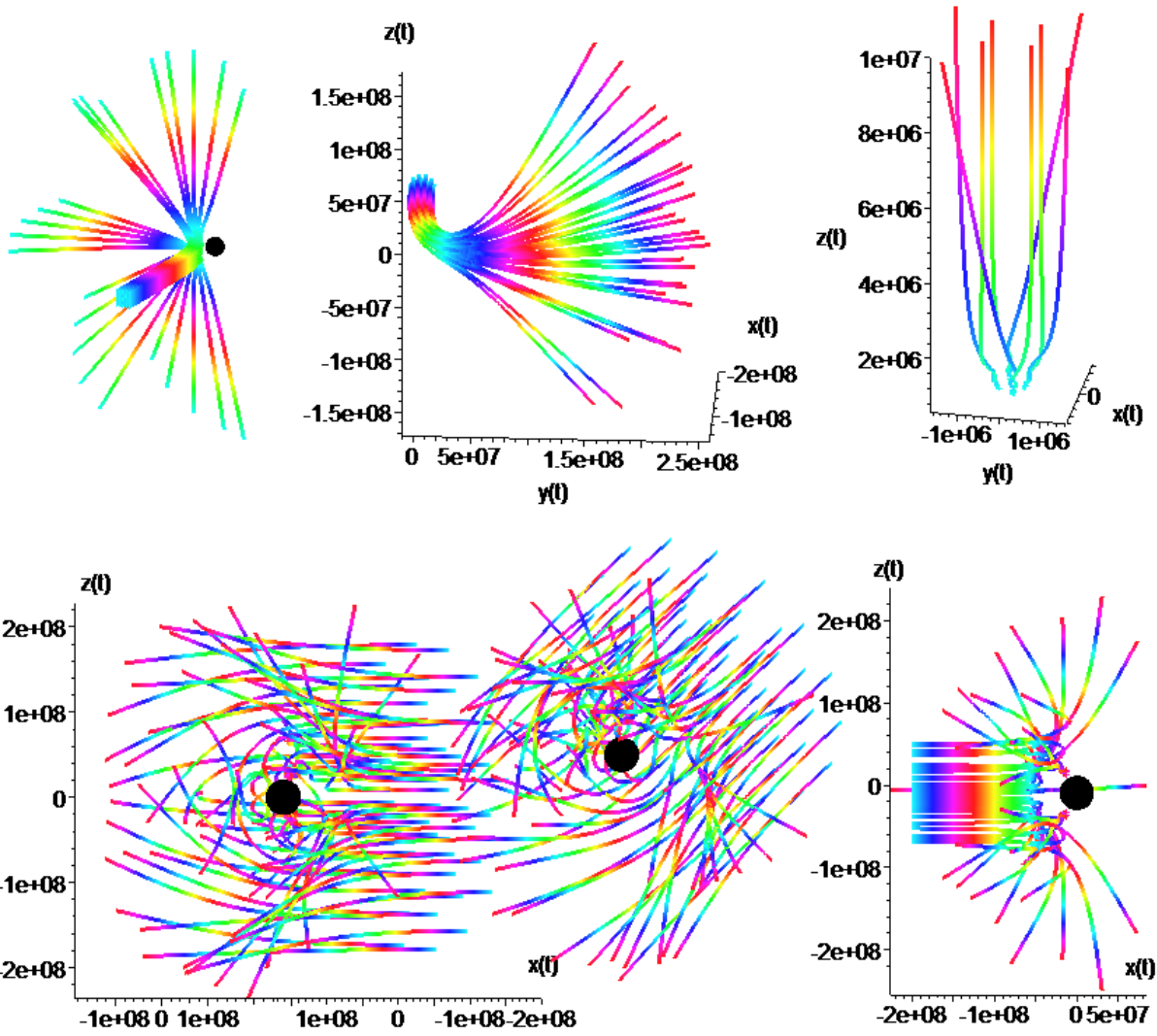


Origines et structures des magnétosphères





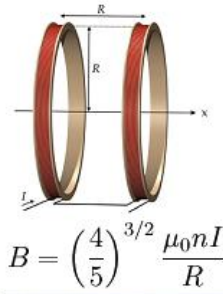
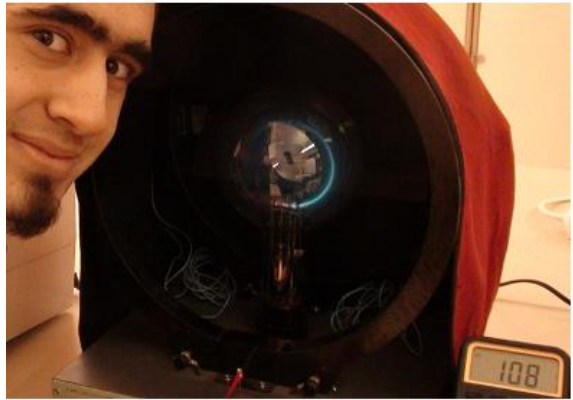
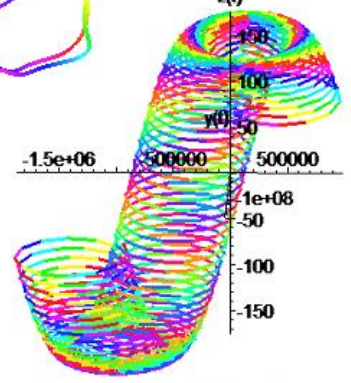
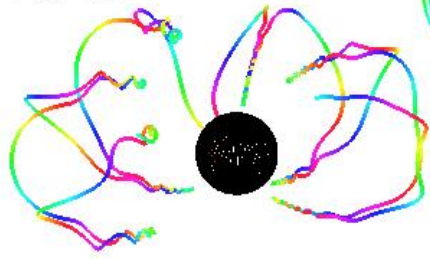
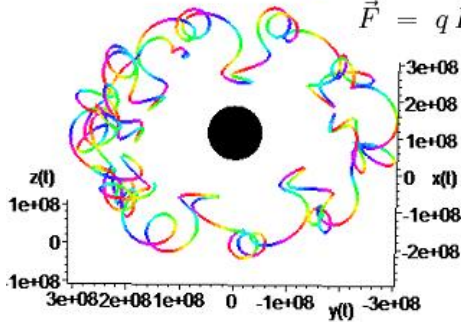
2 La déflexion du plasma solaire



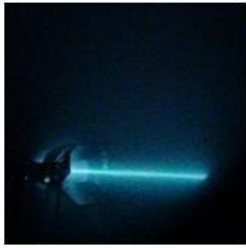
3

Trajectoires isoénergétiques

$$\vec{F} = q\vec{E} + q\vec{v} \wedge \vec{B}$$

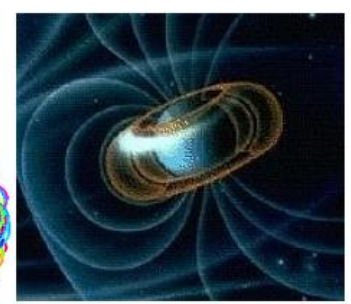
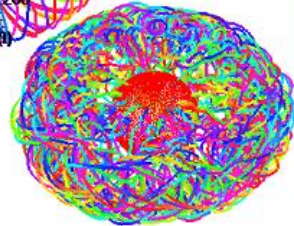
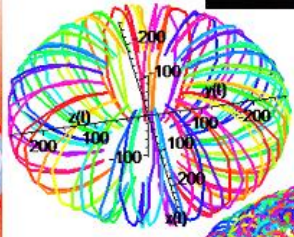
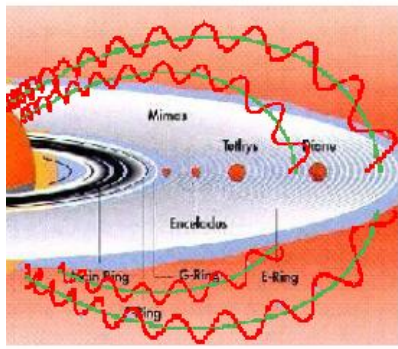


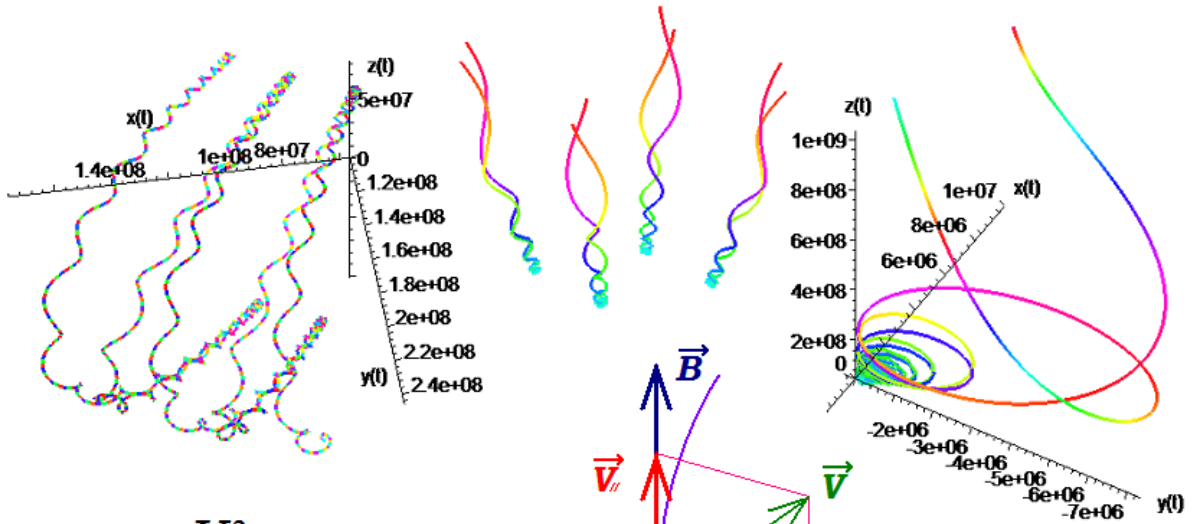
$$B = \left(\frac{4}{5}\right)^{3/2} \frac{\mu_0 n I}{R}$$



$$r = \frac{V_0}{\omega_c}$$

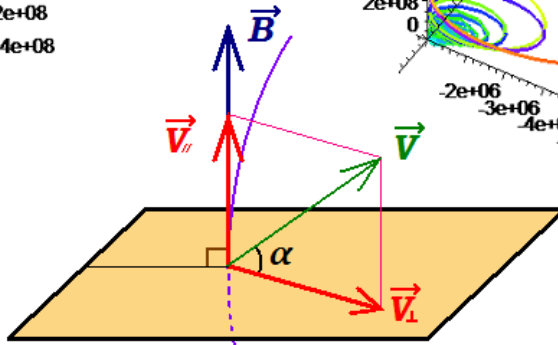
$$\omega_c = \frac{qB}{m}$$





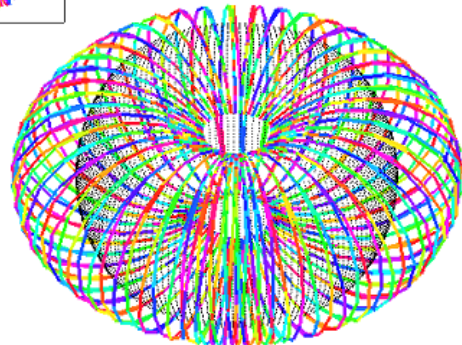
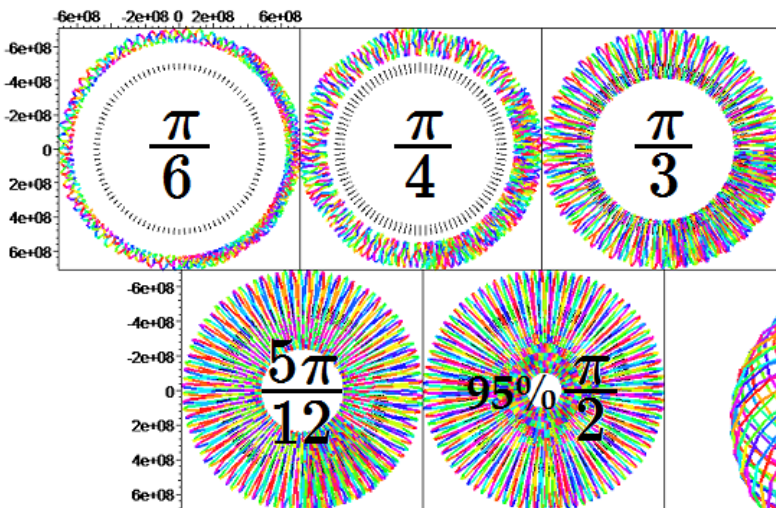
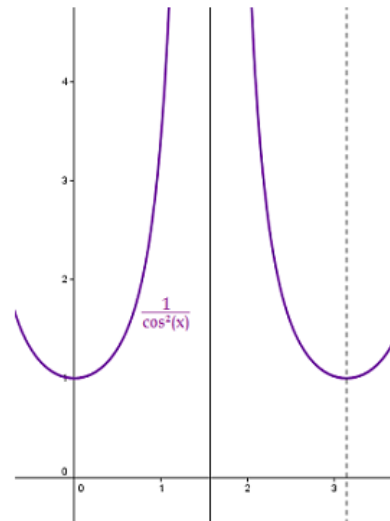
$$\mu = \frac{mV_{\perp}^2}{2B} = \text{cste}$$

Sur une ligne de champ :



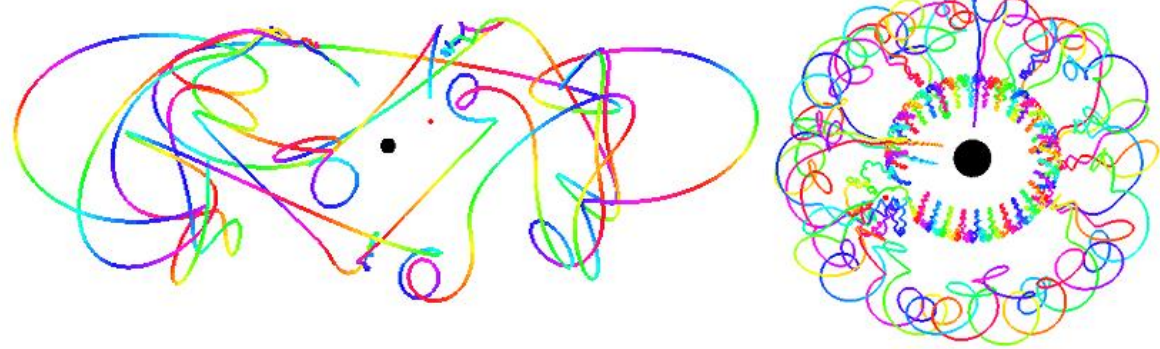
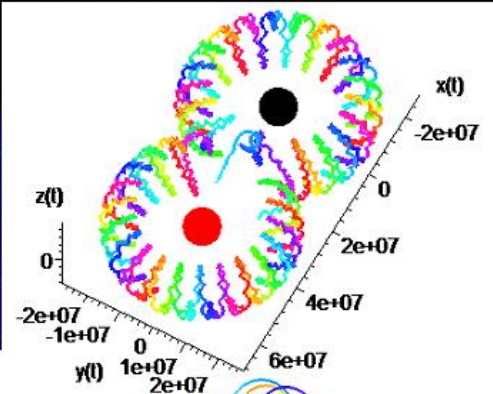
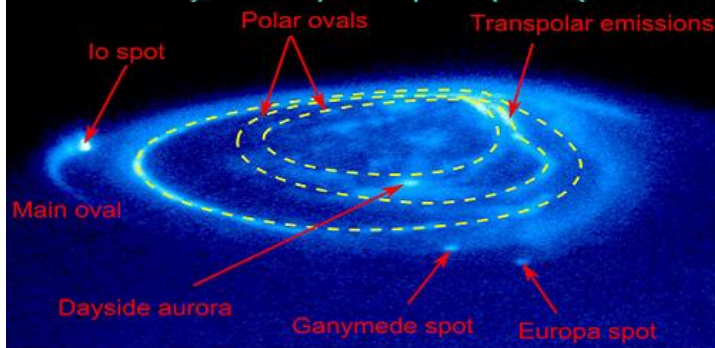
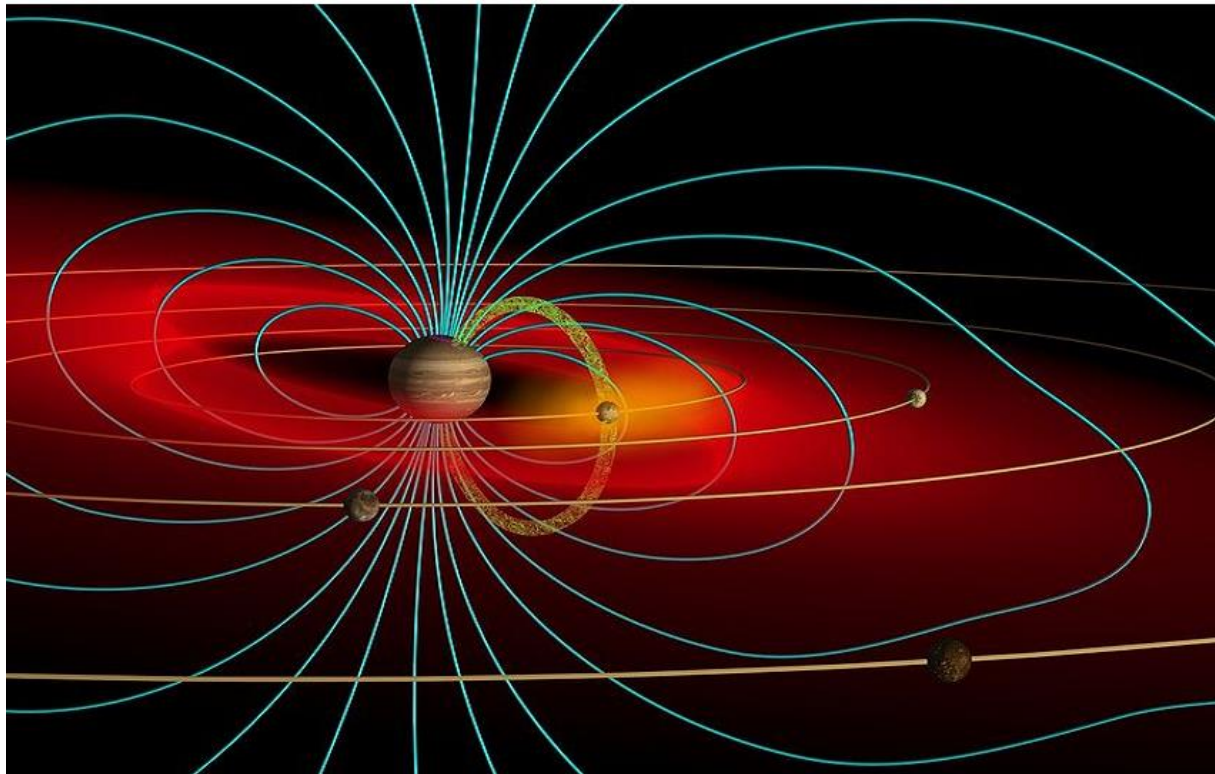
$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dB}{B} = -2 \frac{dV_{\parallel}}{V_{\parallel}} \\ \frac{dB}{B} = 2 \frac{dV_{\perp}}{V_{\perp}} \end{array} \right.$$

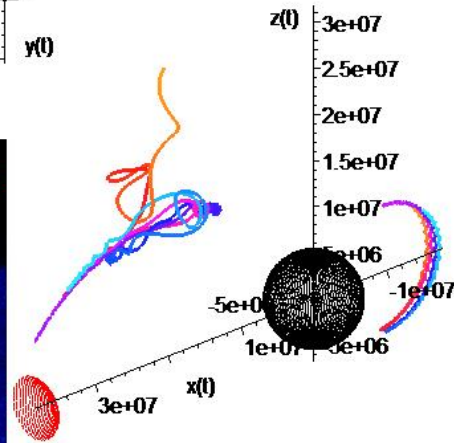
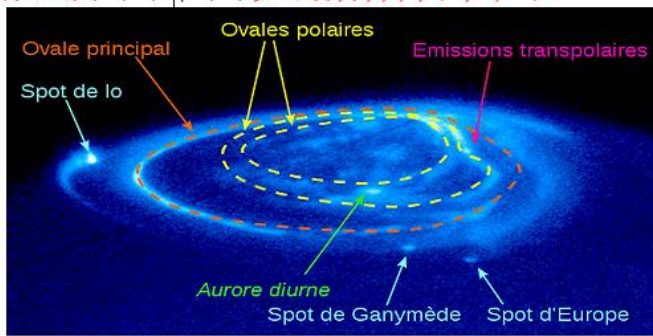
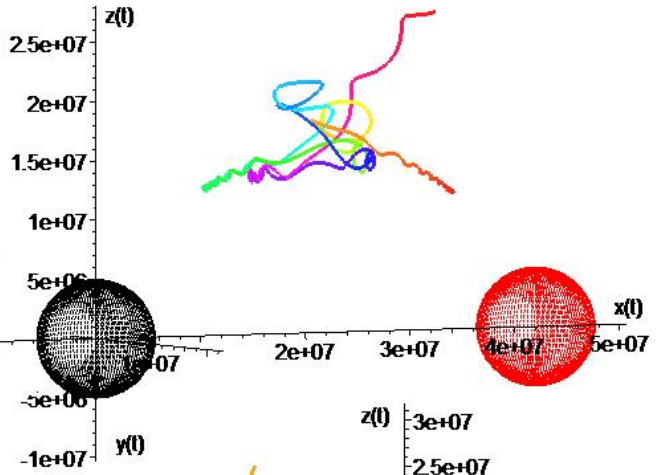
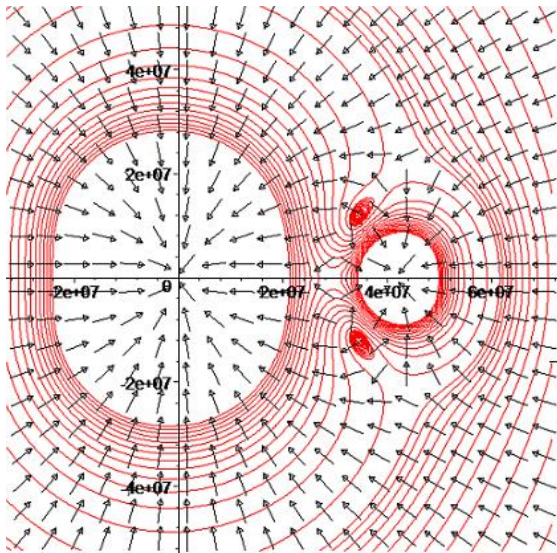
$$B_{\text{rebroussement}} = B_0 \frac{1}{\cos^2(\alpha_0)}$$



4

Les échanges de particules





CONTACTS

MARIANNE FAUROBERT

CNRS Nice & IUA Division IV
Commission 36 :
Theory of Stellar Atmospheres

JEAN LILENSTEN

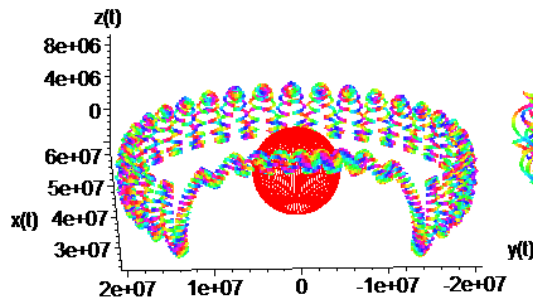
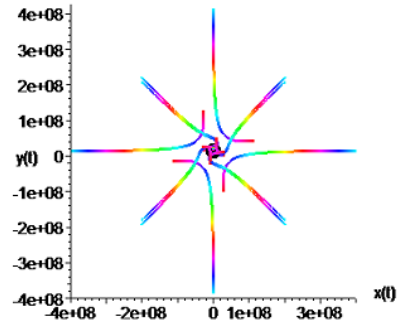
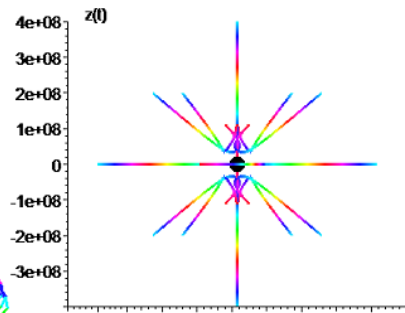
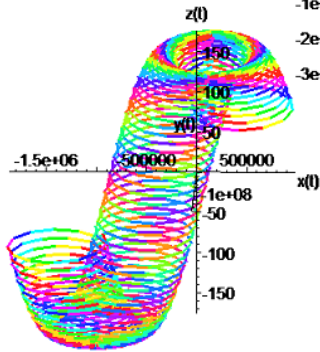
Directeur de Recherche au
Laboratoire de Planétologie de
Grenoble

Récompensé en 2010
par Europlanet pour sa
« Planeterrella »

PHILIPPE ZARKA

Directeur de Recherche au CNRS
(Laboratoire d'Études Spatiales et
d'Instrumentation en Astrophysique,
Observatoire de Paris)

$$B_1(x) = \frac{\mu_0 n I R^2}{2(R^2 + x^2)^{3/2}}$$



$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho \mathbf{V}) + \nabla \cdot \boldsymbol{\kappa} - \rho \mathbf{g} = \frac{1}{c} \mathbf{J} \times \mathbf{B} \quad \text{where } \boldsymbol{\kappa} = \rho \mathbf{V} \mathbf{V} + \mathbf{P} \text{ is the kinetic tensor}$$

