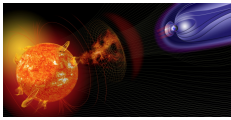


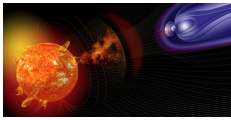
## Sommaire

<b>Liste des Présentations</b> .....	1
Couplages entre les différentes enveloppes de plasma.....	1
Interface photosphère-couronne, enveloppes d'hélium et enrichissement de la couronne en éléments low FIP .....	1
Modélisation 3D de l'ionosphère de Mars.....	2
Electromagnetic particle-in-cell simulations of the solar wind interaction with lunar magnetic anomalies.....	3
Structure compressionnelle/rotationnelle de la magnétopause.....	4
Méthode BV pour l'étude détaillée des traversées de magnétopause .....	5
Rôle de l'onde de choc terrestre dans l'interaction vent-solaire / magnétosphère .....	6
HELIOSARES.....	7
Simulation de l'interaction entre la magnétosphère de Ganymède et le plasma jovien.....	8
Activités ionosphériques autour de SuperDARN .....	9
Interaction vent solaire-comètes : instabilités associées aux ions cométaires et la mission ROSETTA.....	10
Solar wind and coronal rotation during an activity cycle.....	11
Cluster crossing of the magnetopause to be used in two fluid simulations to investigate Kelvin- Helmholtz instability .	12
Couplage photosphère - couronne: derniers résultats des campagnes avec THEMIS.....	13
MHD simulation of the solar wind interaction with the magnetosphere of Mercury.....	14
Transport d'énergie multi-échelles et turbulence .....	15
Solar wind radial expansion: impact on the turbulent cascade.....	15
New perspectives on the small scale magnetic field distribution in the quiet Sun.....	16
Three-dimensional Iroshnikov-Kraichnan turbulence in a mean magnetic field .....	17
Etude de la turbulence dans la magnetosgaine de Saturne .....	18
A survey study of sub-ion scale turbulent fluctuations in the solar wind - constraints from spacecraft observations.....	19
Etude in-situ de la turbulence du vent solaire à l'aide des sondes STEREO .....	21
Dislocations dans les ondes MHD dans la chromosphère et couronne solaires .....	22
Dependence of solar wind speed on the local magnetic field orientation: role of Alfvénic fluctuations.....	23
Simulations numériques directes de turbulence EMHD anisotrope. ....	24
Temperature anisotropy in a turbulent multi-ion plasma .....	25
Characteristics of Jupiter's magnetospheric turbulence observed by Galileo.....	26
Nonlinear wave evolution in the accelerating solar wind.....	27
Bases et services de données .....	28
BASS2000, HELIO et les cartes synoptiques historiques .....	28
Observatoire virtuel héliosphérique : Les suites de HELIO.....	29
MEDOC, cru 2014.....	30
Heliophysics Feature Catalogue : une base de données de structures solaires et héliosphériques.....	31
Données solaires et outils disponibles à MEDOC .....	32
L'héritage d'Europlanet: un protocole adaptable aux relations Soleil-Terre.....	33
Le CDPP, une base de données et d'outils pour la physique des plasmas spatiaux.....	34
APIS, base de données de spectro-imagerie aurorale planétaire .....	35
Activité éruptive et reconnexion.....	36
Reconnexion magnétique à la magnétopause terrestre.....	36
Detection of thin current sheets and associated reconnection in Earth's magnetosheath using in situ data.....	37



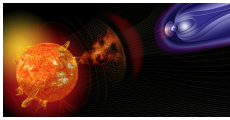
## Colloque PNST 2014

Champs magnétiques non-potentiels dans la couronne solaire .....	38
Instabilité de rebond électronique dans une couche de courant bidimensionnelle.....	39
Evolution des rubans d'éruptions et des courants électriques lors d'un flare éruptif .....	40
Analyse statistique des éruptions solaires observées dans l'EUV par SDO/EVE .....	41
Profils d'émission radio des sursauts solaires de Type III .....	42
Reconnexion magnétique en point nul 3D dans la couronne solaire.....	43
Etude multi-longueurs d'onde de la formation des chocs dans la couronne solaire .....	44
Éruptions de boucles coronales torsadées: émission X thermique .....	45
Relations Soleil-Terre et météorologie de l'espace.....	46
Impacts des évènements solaires sur l'ionosphère équatoriale.....	46
Hot electron density maps deduced from NOAA POES TED and MEPED measurements.....	47
Empirical modelling of the ROTI at high latitudes for L band ionospheric channel studies.....	48
Modélisation du transport par diffusion radiale magnétique dans la magnétosphère interne .....	49
Irradiance solaire spectrale: Observations et Modélisation.....	50
Observations radio synoptiques pour décrire le forçage solaire de la haute atmosphère .....	51
Nouvelles méthodes d'analyse statistique des données in situ déterminant la structure des chocs d'ICMEs.....	52
Particules solaires de haute énergie: propagation coronale et interplanétaire .....	53
DXL and STORM : X-rays study of solar wind-terrestrial interactions and the interplanetary/interstellar medium .....	54
Analyse des données d'irradiance solaire pour le projet européen SOLID .....	55
Lois d'échelle pour les rayonnements radio et UV planétaires et exoplanétaires.....	56
Activity of the corona over a solar cycle and a half .....	57
Magnetic cloud erosion by magnetic reconnection: occurrence statistics, radial evolution and geo-effectiveness.....	58
Diagnostics of the solar corona from comparison between Faraday rotation measurements and MHD simulations.....	59
For a reassessment of the role of the induced electric fields in driving the dynamics of the Earth's radiation belts .....	60
The thermospheric auroral red line polarization: comparison of theory and experiment.....	61
Quelques éléments de l'organisation européenne de la météorologie de l'espace .....	62
La mission Picard est sur la bonne longueur d'onde.....	63
Influence of rotation rate, magnetic field topology and strength on magnetic braking for sun-like stars.....	64
Analyse des effets externes sur les mesures géomagnétiques du satellite CHAMP .....	65
Modélisation de l'interaction d'un nuage magnétique avec le choc d'étrave terrestre .....	66
Outils numériques.....	67
Détection, caractérisation et suivi automatiques des filaments solaires à partir des données spatiales en UV.....	67
Vers une caractérisation du milieu ionosphérique par inversion des spectres de signaux GPS aux hautes latitudes .....	68
VP-Medoc - service de calcul de vent solaire - état actuel et développements.....	69
Simulations of the Solar Orbiter spacecraft interactions with the Solar wind at different heliocentric distances .....	70
Mesure des champs magnétiques: Photosphère, Protubérances, Couronne, Mercure.....	71
AMDA - IonoTool, a new way of exploiting ionospheric data.....	72
New tools to track heliospheric structures between the Sun, planets and probes .....	73
Mécanismes d'accélération des particules et chauffage du plasma .....	74
Observations d'oscillations de longues périodes dans les boucles coronales : détection automatique avec SDO/AIA.....	74
Étude des distributions des énergies des petits événements dans la couronne solaire .....	75
Spicules, Jets and Polar Plumes: origin and dynamics.....	76
Jets de plasma, fronts de dipolarisation et émissions d'ondes à partir des observations de la mission THEMIS (NASA) .....	77
Dynamics of a supercritical perpendicular shock in the presence of pick-up ions.....	78



## Colloque PNST 2014

Modèle dynamique tri-dimensionnel de l'injection de particules énergétiques de la couronne solaire à l'héliosphère .....	79
Low frequency wave packets emission at a planetary bow shock and foreshock .....	80
Etude statistique du mouvement du choc terrestre .....	81
Elargissement thermique des faisceaux alignés dans le pré-choc terrestre .....	82
The ULF wave foreshock boundary: Cluster observations .....	83
Echappement et accélération plasma dans le sillage de Titan .....	84
Accélération par des ondes d'Alfvén en propagation parallèle.....	85
Origin of microturbulence within the foot of supercritical quasiperpendicular shocks .....	86
Relation entre émissions X des électrons accélérés lors des éruptions solaires, champ magnétique et densité de courant	87
Chauffage/accélération des particules dans les fronts de jet de plasma et les régions de freinage dans la magnetosphere	88
On the nature of magnetosheath FTEs .....	89
The connection between pressure waves in the corona and solar energetic particle events.....	90
Modèle du transport dans l'atmosphère des électrons relativistes et des photons gamma en relation avec les TGFs.....	91
Le pré-choc ionique : origine et propriétés des faisceaux gyrotropiques et non gyrotropiques .....	92
Diagnostic du plasma et des poussières dans la magnétosphère de Saturne à partir des données Cassini.....	93
Diagnostics radio et X des faisceaux d'électrons accélérés lors des éruptions solaires.....	94
Observations des éruptions solaires en rayons X avec l'anticoïncidence d'INTEGRAL .....	95
<b>Instrumentation</b> .....	96
L'avenir de l'instrumentation solaire visible sol .....	96
Exploration orbitale du système d'Uranus .....	97
ALFVEN : accélération aurorale et couplage ionosphère-magnétosphère.....	98
3DCAM : caméra plasma 3D .....	99
Radio astronomie très basse fréquence du futur .....	100
PICARD-SOL.....	101
UV variability and ozone: SERB, a nanosatellite answer .....	102
SWUSV: a microsatellite for Space Weather and UV solar variability .....	103
NITRO: une mission pour comprendre les mécanismes d'échappement de l'azote des atmosphères planétaires.....	104
Situation et perspectives futures pour le télescope solaire THEMIS .....	105
Activité présente et future autour des sondes à impédance mutuelle .....	106
RPC : le Consortium Plasma de la sonde ROSETTA .....	107
Physique ionosphérique avec les radars EISCAT : observations et modélisation .....	108
Turbulence et dissipation à petite échelle dans le vent solaire et le projet TOR.....	109
LOFAR et NenuFAR.....	110
<b>Autres</b> .....	111
Une proposition pour réconcilier les gradients vertical et horizontal du champ magnétique dans les taches solaires ....	111
Solar spectral atlas for cos-theta = 1.0 & 0.3.....	112
Large-Amplitude Longitudinal Oscillations in Solar Prominences .....	113
<b>Participants</b> .....	115



## Présentations

### ***Couplages entre les différentes enveloppes de plasma***

#### **Interface photosphère-couronne, enveloppes d'hélium et enrichissement de la couronne en éléments low FIP**

**Bazin Cyrille / Institut d'Astrophysique de Paris**

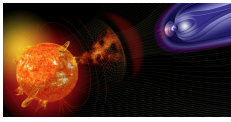
Serge Koutchmy (collaborations avec Ehsan Tavabi, Jean-Claude Vial, Philippe Lamy et Igor Veselovsky)

Laboratoire d'Astrophysique de Marseille, Institut d'Astrophysique Spatiale - Orsay, Payame Noor University -Tehran, Lomonosov Moscow State University

Grâce aux nombreux spectres éclairs obtenus lors des contacts des éclipses totales à l'aide de caméras CCD et/ou CMOS à cadence rapide (résolution radiale équivalente à 60 millisecondes d'arc dans l'atmosphère solaire soit 45 km), il a été possible de montrer que la surabondance dans la couronne en éléments à bas potentiel de première ionisation dits « low FIP » (FeII, TiII, BaII..) provient des basses couches de l'atmosphère solaire située juste au-dessus du minimum de température de la haute photosphère. La myriade de raies en émission de ces éléments se forme dans les régions situées entre 200 et 600 km au dessus du vrai bord solaire (défini avec le continu pris entre les raies d'émission et, pour la première fois, en l'absence de toute lumière parasite), où le bêta du plasma est  $< 1$  au moins dans le réseau chromosphérique. Les enveloppes de l'HeI à 4713Å et de l'HeII à 4686Å (raie Paschen alpha) dans ces raies optiquement minces observées lors des récentes éclipses (2008, 2009, 2010, 2012, et 2013) commencent à apparaître à partir de 800 km du bord, bien au-dessus du minimum de température. Ces résultats montrent des courbes de lumière pour chaque ion  $I = f(h)$  qui se situent dans des altitudes relativement distinctes dans l'atmosphère solaire. Les échelles de hauteur correspondantes traduisent des gradients de densités qui permettent d'évaluer des températures dans l'hypothèse hydrostatique.

Par ailleurs, avec des raies du Titane ionisé utilisées comme traceurs, nous montrons une analogie entre l'interface photosphère-couronne et l'interface protubérance-couronne.

Nous discuterons du rôle du champ magnétique et de la diffusion ambipolaire pour alimenter la couronne en masse. Enfin des mécanismes de photo-ionisation des raies de l'hélium par le rayonnement EUV coronal seront illustrés grâce aux données SDO/AIA obtenues simultanément à l'occasion de ces éclipses.

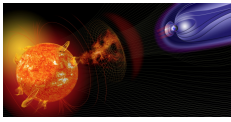


**Modélisation 3D de l'ionosphère de Mars**  
**Chaufray Jean-Yves / LATMOS**

équipe Heliosares

IAA, LMD, IRAP, ESTEC

Pour étudier le transport ionosphérique sur Mars, nous avons inclus un cœur dynamique ionosphérique dans le Modèle de Circulation Général (GCM) du LMD. Le transport joue un rôle important dans la haute ionosphère de jour aux altitudes supérieures à ~180 km. Les profils de densité des ions produits à haute altitudes ( $O^+$ ,  $N^+$ ,  $C^+$ ) sont fortement affectés par le transport. Les forts gradients horizontaux de pression au terminateur engendrent un écoulement horizontal pouvant atteindre des vitesses de plusieurs centaines de mètres par seconde au voisinage de l'exobase (~ 200 km). Cet écoulement n'est pas suffisant pour peupler de façon significative l'ionosphère de nuit à haute altitude à cause d'un important transport vers les basses altitudes résultant des gradients de pression verticaux. Ce transport vertical vers le bas modifie la densité côté nuit des ions  $O_2^+$  et  $NO^+$  vers 130 km, par rapport à un modèle supposant l'équilibre photochimique, alors que les autres espèces sont détruites par des processus chimiques. Nous avons utilisé ce modèle pour simuler les variations diurnes, saisonnières et liées au cycle solaire de la composition de la haute ionosphère de Mars. Les résultats de ces simulations et les développements futurs seront présentés. Ce modèle développé dans le cadre du projet HELIOSARES sera utilisé pour interpréter les futures observations de la sonde MAVEN de la NASA.



**Electromagnetic particle-in-cell simulations of the solar wind interaction with lunar magnetic anomalies**

**Deca Jan / Centre for mathematical Plasma Astrophysics/KU Leuven (Belgium), AND LATMOS/UVSQ/CNRS (paris)**

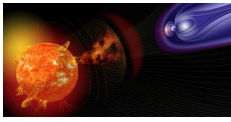
indiff

Divin, Lapenta, Lembège, Markidis, Horányi

Swedish Institute of Space Physics, Centre for mathematical Plasma Astrophysics, LATMOS, KTH Royal Institute of Technology, Laboratory for Atmospheric and Space Physics

We present the first three-dimensional fully kinetic and electromagnetic simulations of the solar wind interaction with lunar crustal magnetic anomalies (LMAs). Using the implicit particle-in-cell code iPic3D, we confirm that LMAs may indeed be strong enough to stand off the solar wind from directly impacting the lunar surface forming a mini-magnetosphere, as suggested by spacecraft observations and theory. In contrast to earlier MHD and hybrid simulations, the fully kinetic nature of iPic3D allows to investigate the space charge effects and in particular the electron dynamics dominating the near-surface lunar plasma environment. We describe the general picture of the interaction of a dipole model centred just below the lunar surface under various solar wind and plasma conditions and focus on the kinetic effects. It is shown that the configuration is dominated by electron motion, because the LMA scale size is small with respect to the gyroradius of the solar wind ions. Driven by strong pressure anisotropies, the mini-magnetosphere is also unstable over time, leading to only temporal shielding of the surface underneath. Our work opens new frontiers of research toward a deeper understanding of LMAs and is ideally suited to be compared with field or particle observations from spacecraft such as Kaguya (SELENE), Lunar Prospector or ARTEMIS. The ability to evaluate the implications for future lunar exploration as well as lunar science in general hinges on a better understanding of LMAs.

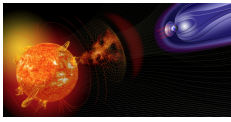
This research has received funding from the European Commission's FP7 Program with the grant agreement SWIFF (project 2633430, [swiff.eu](http://swiff.eu)) and EHEROES (project 284461, [www.eheroes.eu](http://www.eheroes.eu)). The simulations were conducted on the computational resources provided by the PRACE Tier-0 project 2011050747 (Curie supercomputer). This research was supported by the Swedish National Space Board, Grant No. 136/11. JD has received support through the HPC-Europa2 visitor programme (project HPC08SSG85) and the KuLeuven Junior Mobility Programme Special Research Fund.



**Structure compressionnelle/rotationnelle de la magnétopause**  
**Dorville Nicolas / Laboratoire de Physique des Plasmas**

G., Belmont, L. Rezeau, R. Grappin, A. Retinò

La magnétopause doit être le lieu, du fait des conditions aux limites imposées, d'au moins deux types de variations : des variations de densité/température et une rotation de champ magnétique, c'est-à-dire des variations "compressionnelles" et des variations "rotationnelles". Les variations des deux types peuvent être superposées dans le cadre « usuel » où la magnétopause est vue comme une discontinuité tangentielle stationnaire, mais, lorsque celle-ci est « agitée » et qu'un champ magnétique normal se développe (suite par exemple à de la reconnexion), on peut observer leur séparation partielle ou totale. Nous présentons ici une étude de cas sur des données Cluster où les variations des deux types peuvent être clairement distinguées, et nous étudions la nature des deux couches. Preuve est faite que les variations compressionnelles sont portées par un choc lent, tandis qu'une discontinuité rotationnelle est le siège de la rotation de champ magnétique. L'interaction de ces deux types de discontinuités est alors étudiée à l'aide de simulations MHD 1.5D, et se compare bien aux données. Nous proposons la conjecture qu'une magnétopause agitée est toujours une combinaison de plusieurs discontinuités compressionnelles (chocs lents) et rotationnelles. Une étude systématique sur un plus grand nombre d'évènements sera faite pour étayer cette conjecture de façon statistique.



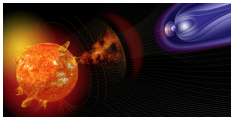
**Méthode BV pour l'étude détaillée des traversées de magnétopause  
Dorville Nicolas / Laboratoire de Physique des Plasmas**

G., Belmont, L. Rezeau, N. Aunai, A. Retinò

IRAP

Des traversées de magnétopause sont étudiées grâce aux données Cluster. La méthode BV que nous présentons est une méthode uni-satellite que nous avons développée et qui combine les données temporelles de champ magnétique (FGM) et de vitesses ionique (CIS). Elle permet d'obtenir la direction normale à la frontière avec une précision généralement supérieure aux méthodes existantes ainsi qu'une coordonnée spatiale 1D le long de cet axe. La méthode est actuellement limitée aux cas où le champ magnétique tangentiel varie en suivant un hodogramme "en forme de C", ce qui est assez fréquent. Une simulation de reconnexion a été utilisée pour mettre au point et tester la méthode BV. Grâce à cette méthode, nous pouvons maintenant étudier précisément la structure interne de la frontière, à des échelles spatiales auxquelles les méthodes usuelles de reconstruction multi-satellites ne permettent pas d'accéder. La méthode est également testée sur des données simulées et réelles, et comparée aux autres méthodes de détermination de normale. Un travail est en cours afin de généraliser le traitement aux cas plus compliqués (typiquement les hodogrammes dits « en S ») et aux couches trop fines pour permettre l'utilisation des données ioniques, compte tenu de la résolution de ces données.

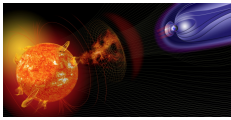




**Rôle de l'onde de choc terrestre dans l'interaction vent-solaire / magnétosphère**  
**Fontaine Dominique / LPP - CNRS - Ecole Polytechnique**

L. Turc, P. Savoini

Le choc d'étrave de la Terre contribue à décélérer la vitesse supersonique et super-Alfvénique de l'écoulement solaire à des valeurs sous-critiques lui permettant de contourner l'obstacle. Des études statistiques ont montré que la structure des champs et plasmas en aval du choc pouvait être fortement modifiée par l'interaction du vent solaire avec le choc. En particulier, la probabilité d'avoir le même signe pour la composante Nord-Sud ( $B_z$ ) du champ magnétique interplanétaire en amont et en aval du choc est beaucoup plus faible qu'attendu, et ce même pour des champs forts ( $> 9$  nT). La distribution de cette composante  $B_z$  en aval du choc à proximité de la magnétosphère joue un rôle important dans le développement d'activité géomagnétique dans la magnétosphère terrestre. Nous avons étudié l'interaction du vent solaire avec le choc dans le cas d'événements solaires comme les éjections de masse coronale et les nuages magnétiques, connus pour leur impact important sur la magnétosphère. Pour cela, nous avons exploité des observations de Cluster lors du passage de ces événements au niveau du choc. Nous avons aussi utilisé les résultats d'un modèle simple d'interaction avec le choc (Turc et al., 2013) pour relier les observations en aval et en amont du choc. Nous avons en particulier identifié les conditions dans lesquelles l'interaction avec le choc peut induire une rotation du champ magnétique.

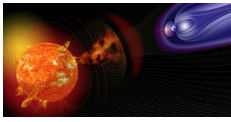


**HELIOSARES**  
**Leblanc Francois / LATMOS**

R. Modolo (1), J.Y. Chaufray (1), S. Hess (2), F. Forget (3), C. Mazelle (4), F. Gonzalez-Galindo (5) et L. Leclercq (1)

(1) LATMOS, Paris, France (2) Observatoire de Paris, Meudon, France (3) LMD, Paris, France (4) IRAP, Toulouse, France (5) IAA, Grenada, Espagne

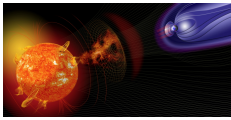
La compréhension de la formation, de la dynamique et de l'évolution des atmosphères des planètes du système solaire est devenue une composante à part entière de l'étude de notre environnement. L'objectif des travaux, proposé dans le projet HELIOSARES (ANR 2009-2014), est de décrire l'interaction de l'atmosphère de Mars avec le rayonnement solaire et le plasma incident. L'atmosphère martienne est affectée par son interaction avec le rayonnement solaire et le vent solaire. L'interaction modifie considérablement non seulement l'environnement ionisé mais participe également à l'érosion de l'atmosphère de la planète. Dans ce projet, nous cherchons à développer, tester et appliquer à Mars une approche détaillée pour décrire l'interaction du vent solaire avec Mars et sa relation avec la haute atmosphère martienne. Les objectifs d'HELIOSARES étaient d'améliorer trois modèles existants : un modèle de circulation générale (Gonzalez-Galindo et al 2009), un modèle « exosphérique » (Chaufray et al. 2007 ; Yagi et al. 2012) et un modèle magnétosphérique multi-espèces (Modolo et al, 2005 ; 2006, 2013 ; Hess et al. 2013) et de les coupler de manière cohérente. De ce couplage, nous espérons une description consistante et originale de l'effet du soleil sur l'atmosphère martienne. Par ailleurs, MAVEN une mission Scout de la NASA va être lancée en 2013 et va explorer la haute atmosphère de Mars, son ionosphère et son interaction avec le Soleil et le vent solaire. HELIOSARES est partie prenante de cette mission. Nous sommes aujourd'hui capable de décrire de manière coupler les différentes enveloppes de l'environnement martien, de sa surface jusqu'au vent solaire, ce qui représente un des premiers modèles capables de décrire l'effet des saisons, du vent solaire et du flux solaire sur Mars, un outil qui sera utilisé pour simuler, analyser et extrapoler les mesures de MAVEN.



**Simulation de l'interaction entre la magnétosphère de Ganymède et le plasma jovien  
Leclercq Ludivine / LATMOS**

Ronan Modolo, Sébastien Hess, François Leblanc

Ganymède est un objet unique puisqu'il s'agit du plus gros et du plus massif des satellites du système solaire, et de l'unique lune qui possède son propre champ magnétique intrinsèque engendrant la formation d'une mini-magnétosphère. La magnétosphère de la lune galiléenne se situant à l'intérieur de la magnétosphère géante de Jupiter, l'environnement de Ganymède présente l'unique cas connu d'interaction entre 2 magnétosphères (Kivelson et al. 1996). Cette interaction particulière est étudiée grâce à un modèle hybride 3D multi-espèces parallèle basé sur l'algorithme CAM-CL (Mathews et al. 1994). Ce modèle générique a été appliqué à d'autres objets, magnétisés ou non, du système solaire tels que Mars (Modolo et al. 2005; 2006 and 2012), Titan (Modolo et al. 2007, Modolo and Chateaur 2008) ou encore Mercure (Richer et al. 2012). Dans le formalisme hybride, les ions sont décrits de façon cinétique alors que les électrons sont considérés comme étant un flux sans inertie qui assure la quasi-neutralité du plasma et contribue au courant total et à la pression électronique. Les équations de Maxwell sont résolues afin de calculer l'évolution temporelle du champ électromagnétique. La simulation hybride décrit la dynamique du plasma magnétosphérique, composé d'ions  $O^+$  et  $H^+$ , ainsi que la plasma ionosphérique de Ganymède ( $W^+$ ,  $H_2^+$ ,  $H^+$ ). Comme Paty et Winglee (2004), un profil de densité ionosphérique avec une échelle de hauteur de 125km est chargé à l'initialisation et maintenu au cours de la simulation. Des échanges de charges menant à la création de  $H_2^+$  et  $H^+$  sont implémentés. Dans le but de représenter la magnétosphère de Ganymède, nous implémentons à l'initialisation un dipôle magnétique avec les valeurs de moments magnétiques de Kivelson et al. 2002. Ce dipôle est progressivement déformé pour créer une mini-magnétosphère. Les résultats de simulation permettent de mettre en évidence la présence d'ailes d'Alfvén et sont en bon accord avec d'autres simulations (Jia et al, 2008, Paty et al, 2008). Les simulations hybrides sont effectuées sur une grille cartésienne uniforme avec une résolution spatiale avoisinant les 220km. Les résultats sont comparés aux observations obtenues durant les survols G1 et G2 de Ganymède par la sonde Galileo.



**Activités ionosphériques autour de SuperDARN  
Marchaudon Aurélie / IRAP (UPS/CNRS)**

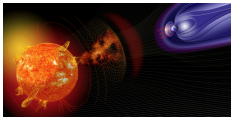
indiff

P.-L. Blelly, F. Forme, C. Peymirat, F. Pitout

IRAP

SuperDARN est un outil de premier choix pour assurer le suivi de la convection ionosphérique à haute et moyenne latitudes et donc obtenir un diagnostic de l'état du couplage entre la magnétosphère et l'ionosphère terrestre. Du fait de son large réseau couvrant les zones aurorales des deux hémisphères, il est également possible d'étudier les couplages interhémisphériques. La France est membre du consortium SuperDARN au travers du radar de Kerguelen ce qui lui permet d'avoir accès aux données de l'ensemble des radars.

Dans ce poster, nous présenterons quelques résultats récents sur les conjugaisons interhémisphériques dans le cornet polaire, au travers d'études de cas tels que des conjonctions Cluster-Polar-SuperDARN ou des conjugaisons de radars Kerguelen-Hankasalmi. Puis, nous présenterons les perspectives de travail associées à SuperDARN côté français. Nous prévoyons la mise au point d'un modèle d'assimilation de données utilisant comme points d'entrée les données de convection SuperDARN et le modèle IMM, pour obtenir un diagnostic électrodynamique complet de l'ionosphère de hautes latitudes. Nous utiliserons également l'opportunité des missions SWARM et TARANIS pour approfondir la compréhension des couplages magnétosphère-ionosphère et ionosphère-atmosphère.



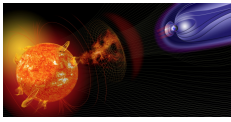
**Interaction vent solaire-comètes : instabilités associées aux ions cométaires et la mission  
ROSETTA  
Matteini Lorenzo / Imperial College**

indiff

Schwartz, S., and Hellinger, P.

Institute of Astronomy

Nous reportons une étude préliminaire de l'interaction vent solaire-comètes en préparation des futures mesures de ROSETTA, mission qui au cours du 2014 accompagnera la comète 67P/Churyumov-Gerasimenko dans son approche au Soleil et en monitorera l'activité. Nous discutons en particulier l'évolution des distributions des ions cométaires injectés dans le vent solaire et les processus cinétiques associés. A cause de la grande vitesse différentielle entre le gas de la comète et les protons du vent solaire, la configuration des ions cométaires produits par la photoionisation solaire et "capturés" par le champ magnétique interplanétaire (ions pickup), résulte fortement instable par rapport à plusieurs instabilités de plasma. Des différents modes électromagnétiques peuvent être générés selon la direction du champ magnétique local par rapport à la vitesse du vent solaire. L'analyse discutée est basé sur des simulations hybrides 2-D, mettant en évidence les caractéristiques non-thermiques des ions pickup, l'évolution non-linéaire des ondes engendrées dans l'interaction, la formation d'une cascade turbulente et le conséquent chauffage du plasma du vent solaire par ces processus.



**Solar wind and coronal rotation during an activity cycle**  
**Pinto Rui / LESIA, Observatoire de Paris; CEA Saclay, AIM/SAP**

S. Brun, R. Grappin

AIM/SAP/CEA Saclay; LPP - École Polytechnique

The properties of the solar wind flow are strongly affected by the time-varying strength and geometry of the global background magnetic field.

The wind velocity and mass flux depend directly on the size and position of the wind sources at the surface.

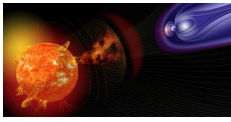
The angular momentum (torque) balance depends on how the differential surface rotation is transmitted upwards across the highly stratified chromospheric layers, and up to the corona along the magnetic field.

We address these problems by performing numerical simulations coupling a kinematic dynamo code (STELEM) evolve in a 2.5D axisymmetric coronal MHD code (DIP) covering an 11 yr activity cycle.

The latitudinal distribution of the calculated wind velocities agrees with in-situ (ULYSSES) and radio measurements (IPS).

We found that the Alfvén radii and the global Sun's mass loss rate vary considerably throughout the cycle (by a factor 4.5 and 1.6, respectively), leading to strong temporal modulations of the global angular momentum flux and magnetic braking torque.

Finally, we point out directions to assess the effects of more transient phenomena on the global properties of the wind.



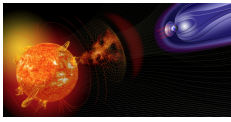
**Cluster crossing of the magnetopause to be used in two fluid simulations to investigate  
Kelvin- Helmholtz instability  
Rossi Claudia / Laboratoire de Physique des Plasmas**

Califano, F.(1); Retino', A.(2); Rezeau, L.(2)

(1) Dip.Fisica,Università di Pisa, Pisa, Italy (2)LPP/CNRS/Ecole Polytechnique/UPMC, Palaiseau,  
France

Kelvin-Helmoltz instability plays a fundamental role in the transport of solar wind plasma inside the magnetopause during northward interplanetary magnetic field. This instability cause the formation of a mixing layer by providing the conditions for secondary instabilities to occur. Indeed the transport properties of the system depend on the microphysical processes that develop on the shoulder of the vortices since there is an interplay between their large-scale evolution and the development of such secondary, small scale instabilities. Spacecraft observations show that physical quantities measured along the the flank magnetopause at low latitude are compatible with Kelvin-Helmoltzvortex structures. The mixing layer is investigated here using Cluster satellites.

We made a list of possible Cluster crossings of Kelvin-Helmoltz events and we also focus also on the event of 2001-11-20 in which first evidence of KH vortices using four satellites has been demonstrated by Hasegawa et al. in 2004. In particular, we have obtained density, temperature and magnetic field profiles of these layer during few crossings of Earth's magnetopause. This investigation aims at obtaining more realistic initial conditions to be used in two fluid simulations of this system and at studying the role of large scale fields in driving the non-linear evolution of the instability.



**Couplage photosphère - couronne: derniers résultats des campagnes avec THEMIS**  
**Schmieder Brigitte / LESIA, Observatoire de Paris**

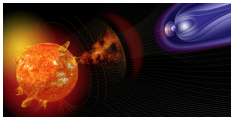
Dalmasse K, Aulanier G., Lopez-Ariste A.

THEMIS, Lalaguna , Tenerife

THEMIS le magnétographe vectoriel installé aux Canaries nous a permis de faire des avancées en physique solaire sur plusieurs points. Ce télescope nous permet de nous placer sur la scène internationale et de choisir nos cibles sur les télescopes spatiaux (Hinode, IRIS) pendant les campagnes. Cette année est particulièrement productive. Exploitant des observations faites en 2010 et 2012, notre groupe au LESIA auquel s'ajoutent étudiants et post docs a pu écrire une demi-douzaine de papiers. Je montrerai un ou deux exemples choisis parmi les suivants.

THEMIS est tout d'abord le seul instrument au sol et dans l'espace pouvant observer la dépolarisation de la raie de He D3 et en déduire les paramètres de Stokes. Nous avons encore montré que le champ magnétique dans une protubérance avec des structures fines quasi-verticales était horizontal. Cet instrument nous a permis aussi de calculer les courants électriques à la base de jets coronaux, de suivre la dynamique des filaments et de les coupler aux mouvements de la photosphère, de montrer à l'existence de points nuls au dessus des flux émergents en utilisant aussi des extrapolations magnétiques non force free. Nous achevons par ailleurs l'étude d'une éruption atypique suivie à THEMIS. Elle ne pouvait s'expliquer par un modèle standard d'éruption. L'extrapolation du champ magnétique nous a permis d'étudier la topologie de la région et l'implantation de nappes de courants dans la couronne. L'intersection de ces nappes de courants avec la photosphère mime bien les endroits de forte brillance, appelés aussi rubans de l'éruption et les lignes de champ suivent bien les boucles post-éruptives.



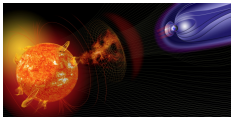


**MHD simulation of the solar wind interaction with the magnetosphere of Mercury**  
**Varela Jacobo / Observatoire de Paris - CNRS, LESIA**

J. Varela and F. Pantellini

Observatoire de Paris

We show first results from numerical simulation of the solar wind interaction with the magnetosphere of Mercury using the magneto-hydrodynamic framework. We use the open source codes Pluto 3.1.1 and MPI-AMRVAC in 3 dimensional spherical geometry. Our aim is to set up a fast computational tool to simulate the magnetosphere of Mercury as a complement to PIC (particle in cell) simulations, in particular the hybrid simulations [Pavel M. Trávníček, Icarus, Vol. 209, Issue 1, Pag. 11722, 2010]. The other aim of this study is to provide a mean for the interpretation of future BEPI Colombo observations using Messenger data, analyzing the structure of the magnetosphere for different planetary magnetic field configurations (displaced dipole and multi-polar expansion) and realistic solar wind conditions [Brian J. Anderson, JGR, Vol. 117, E00L12, 2012]. This work is supported by the European Commission funded FP7 SHOCK project (284515).



## ***Transport d'énergie multi-échelles et turbulence***

**Solar wind radial expansion: impact on the turbulent cascade  
Dong Yue / Laboratoire de Physique des Plasmas**

Roland Grappin, Andrea Verdini

LPP Palaiseau, Obs. Florence

Il y a vingt ans, nous avons proposé avec A. Mangeney et M. Velli un modèle de turbulence permettant de prendre en compte assez complètement à la fois les couplages non-linéaires (que ce soit dans une version microscopique ou macroscopique, MHD) et l'expansion du vent solaire.

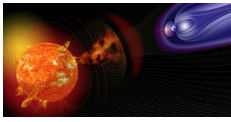
Nous avons montré à l'époque qu'un certain nombre d'idées reçues (sur l'équivalence entre turbulence homogène et turbulence advectée par le vent solaire) tombaient immédiatement, bref, que le modèle était indispensable pour comprendre.

Mais, pour des raisons de capacité de calcul, nous avons à l'époque limité notre travail à des simulations MHD 2D.

Nous avons maintenant repris le modèle avec Yue Dong et A. Verdini et étudié le développement de la turbulence MHD 3D.

Nous exposons ici les premiers résultats et comparons avec les observations.

Les principaux mots-clés sont: expansion radiale, MHD 3D compressible, variation des pentes spectrales, écart à l'équipartition, structures cohérentes, fonctions de structure.



**New perspectives on the small scale magnetic field distribution in the quiet Sun**  
**Faurobert Marianne / Université de Nice-Sophia Antipolis**

Gilbert Ricort

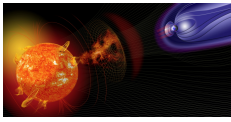
We present a new statistical method aimed at investigating the spatial distribution of magnetic fields in the quiet solar photosphere, without relying on the inversion of the magnetic field. We used high resolution spectro-polarimetric scans recorded in the 630 nm FeI line pair at varying heliocentric angles along the North-South polar axis of the Sun, with SOT onboard the Hinode satellite. We derived line-integrated polarization images, considered as a tracer of magnetic regions in the quiet photosphere. We computed their 2D cross-correlations with images of the granulation observed simultaneously in the line wings and in the line cores.

At disk center the cross-correlation with the granulation shows a negative peak. Out of disk-center both a negative and a positive peak are detected. We assign these cross-correlation signals to the presence of two kinds of magnetized regions spatially separated, one of them is located in the intergranular lanes (anti-correlated with the granulation), the other one lies within the bright granules.

Out of disk center, the correlation and anti-correlation peaks are shifted along the South-North direction in opposite directions in the Southern and Northern hemispheres. A consistent interpretation is proposed in terms of the perspective effect arising when two images formed at different heights are observed at an angle.

This allowed us to measure the formation depth of the line-integrated polarization signals.

Some prospects for further developments of the method will also be presented.



**Three-dimensional Iroshnikov-Kraichnan turbulence in a mean magnetic field**  
**Grappin Roland / LPP Palaiseau**

W.-C. Müller, A. Verdini, Özgür Gürçan

TUB Berlin, Obs. Florence, LPP Palaiseau

As shown by Muller et al 2003, the 1D energy spectra deduced from structure functions in simulations of MHD turbulence with mean field  $B_0$  show varying scalings, passing from  $k_{\perp}^{-5/3}$  to  $k_{\perp}^{-3/2}$  when  $B_0$  increases, while the parallel scaling remains  $k_{\parallel}^{-2}$ .

To explain this, several authors proposed, as an alternative to the Iroshnikov-Kraichnan (IK) scenario which predicts an isotropic  $k^{-3/2}$  scaling,

a scenario with a strong perpendicular  $k^{-3/2}$  cascade constrained by small-scale dynamic alignment, and critical balance controlling the parallel extent of the spectrum (Goldreich & Sridhar 1995).

Since then however, a more complete analysis of the 3D energy spectra by (Grappin, Müller 2010)

showed that the spectral anisotropy is in fact in between the two predictions, with a scaling as  $k^{-3/2}$  independent of the direction with respect to the mean field.

As this isotropic scaling is in contradiction with the 1D parallel scaling  $k_{\parallel}^{-2}$  found via structure functions, several authors proposed that the isotropic scaling is the mere consequence of measuring the energy spectrum in a frame of reference defined by the global mean field  $B_0$  while the structure function scaling, being measured in the local frame, reflects the true anisotropic dynamics.

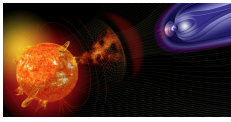
We reanalyze the data and show here that this is not so: the structure function scalings actually yield the same results, whether measured in the local or global frame, as soon as  $B_0/b_{\text{rms}} \gtrsim 5$ .

We then show that the 1D parallel scaling  $k_{\parallel}^{-2}$  is generated by the scales outside the inertial range, and thus should disappear at larger Reynolds number.

To explain the scaling isotropy of the 3D spectrum, as well as the large oblique extent of the spectrum well outside the critical balance domain, we propose here a new theory, involving the ricochet process that generates oblique cascades coupled to a 2D IK perpendicular cascade.

We thus conclude that the turbulent regime studied is a 3D extension of the 2D IK regime.

We conjecture that the bifurcation between this regime and the regime with scale-dependent anisotropy ruled by the critical balance is controlled by the correlation time of the large-scale forcing.



**Etude de la turbulence dans la magnetogaine de Saturne**  
**Hadid Lina / Laboratoire de Physique des Plasmas**

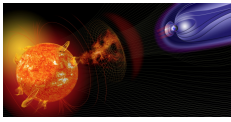
Fouad Sahraoui, Alessandro Retino, Khurom Kiyani, Ronan Modolo, Patrick Canu

LPP, LATMOS

La Turbulence, l'une des dix grandes énigmes de la physique (Journal du CNRS, n° 181, 2005), est connue aussi pour être le dernier problème non-résolu de la mécanique classique. L'un des rôles les plus importants de la turbulence est sa capacité à transporter et à diffuser la matière ainsi qu'à dissiper l'énergie. Ceci est vrai dans tous les milieux, en hydrodynamique comme dans les plasmas. Mais ce rôle devient encore plus important dans les milieux sans collisions comme la plupart des plasmas du système solaire (dans le vent solaire par exemple le libre parcours moyen des particules est de l'ordre de l'unité astronomique, UA), car ce sont habituellement les collisions qui contrôlent ces processus physiques.

Le but de ce travail est d'étudier les propriétés de la turbulence du vent solaire près de Saturne ( $\sim 9$ UA), et ainsi que dans sa magnétogaine et de les comparer à celles de la turbulence dans les plasmas de l'environnement terrestre. La turbulence dans l'environnement de Saturne demeure très mal étudiée en comparaison avec la turbulence plasma au voisinage de la Terre, ainsi les données de la mission Cassini sont traitées ; en particulier celles des expériences RPWS (mesures des fluctuations électriques et magnétiques à haute fréquence, [1Hz, 2.5kHz], FGM (magnétomètre continu mesurant le champ magnétique du continu jusqu'à 1Hz) et CAPS (mesures des fonctions de distribution des ions). La 1ère étape de ce travail consiste à analyser les spectres d'énergie magnétique des grandes échelles ( $f \sim 10^{-4}$ Hz) jusqu'à  $\sim 10$ Hz. Ceci permet de couvrir environ cinq décades d'échelles spatiales, de  $k \sim 0.01$  jusqu'à  $k \sim 1$  (i.e. des échelles MHD aux échelles cinétiques ioniques et électroniques). La confrontation des résultats de cette partie aux prédictions théoriques existantes et aux observations similaires dans l'environnement terrestre sont en cours (existence du spectre  $f^{-1}$  à grande échelle, existence ou non du spectre de Kolmogorov  $f^{-5/3}$  dans la magnétogaine de Saturne).

L'objectif est d'étudier les moments statistiques d'ordre supérieur (au delà des spectres de puissance qui constituent les moments d'ordre 2) pour révéler la nature self-similaire ou intermittente de la turbulence. Le 3ème problème abordé est la nature des modes plasmas susceptibles de transporter la cascade d'énergie de la turbulence jusqu'aux échelles électroniques (modes torsionnels ou compressionnels),



**A survey study of sub-ion scale turbulent fluctuations in the solar wind - constraints from spacecraft observations**

**Kiyani Khurom / Laboratoire de physique des plasmas**

Fouad Sahraoui,

We present the beginnings of a large and detailed observational survey of the properties of near and sub-ion scale turbulent fluctuations in the near-Earth solar wind. We use approximately 28 intervals of spacecraft data from the Cluster mission ? some of which are from periods when the instruments were operating in burst mode and can thus access near-electron scales. We supplement this data from Cluster by a large subset of intervals from the NASA Wind mission, which sample the magnetic field for frequencies below 11 Hz and thus sample around the ion spatial scales. Both these data sets were chosen with stringent conditions e.g. in solar wind, not connected to bow shock, no CMEs or holes, sufficient sample size and time duration, stationarity of plasma parameters etc.; and crucially, that they sample a large variety of plasma conditions e.g. varying ion and electron plasma beta, fast and slow wind, periods throughout solar cycle etc. We will be exclusively focusing on plasma and magnetic field measurements.

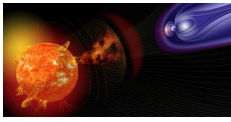
The results of the following investigations will be presented:

1./ Plasma beta variation of the magnetic compressibility ratio scanning from the inertial range to near and sub-ion scales; this is also linked to the component (variance) anisotropy of the fluctuations. Due to its ease of calculation from an observational view, it is also a useful measure (although slightly redundant) to distinguish between different wave modes ? Whistlers or kinetic Alfvén waves ? in theories that suggest that the turbulence is mediated by the various linear waves supported by the plasma; although a more general description of the behaviour of the magnetic compressibility can be furnished by considering the Hall physics.

2./ A thorough and exhaustive study of whether the intermittency and scaling changes seen by some of the authors in earlier papers (Kiyani et al. 2009, 2013) and also seen by other kinetic simulation and observational studies when crossing the inertial range to the dissipation range are ubiquitous in all intervals studied; thereby lending support to the hypothesis that this behavior is at least robust to parameter variations -- if not universal to weakly collisional plasmas in general. Speculative comments will be made to why this scaling change occurs.

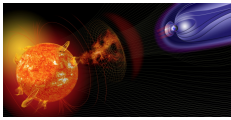
3./ Other solar wind variations of the above calculated quantities e.g. in varying wind speed, change in bulk parameters etc.

4./ Evidence to support the existence, if any, of a transition range between the inertial and dissipation ranges, and its behaviour in the light of points 1 and 2 above.



## Colloque PNST 2014

It is our assertion that some of the above findings (especially point 2 above) can be used as an observational benchmark ? albeit phenomenological ? on theories of the dissipation of turbulence in weakly collisional plasmas, as well as for the various models and theories upon which simulations are founded.

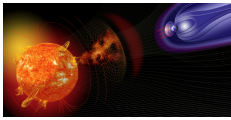


**Etude in-situ de la turbulence du vent solaire à l'aide des sondes STEREO  
Lion Sonny / LESIA, Observatoire de Paris**

Arnaud Zaslavsky et Olga Alexandrova

Les sondes jumelles STEREO, lancées en octobre 2006, ont transmis une grande quantité de données. Ces données s'étendent de 2007 à 2013, couvrant ainsi le minimum d'activité entre les cycles solaires 23 et 24 et la phase ascendante du cycle 24, ce qui représente une importante base de recherche. Grâce à la haute résolution des données magnétiques fournies par l'instrument MAG, l'étude du spectre de turbulence peut être menée sur une large gamme de fréquence (jusqu'à 4 Hz). Les ondelettes de Daubechies, qui ont la particularité d'avoir un nombre de moment nul ajustable, nous ont permis de traiter dans un temps raisonnable et avec une grande précision l'ensemble de ces données. Ce travail a permis une identification plus précise des lois d'échelle associées aux fluctuations du champ magnétique. De plus, en combinant ces résultats aux paramètres du plasma obtenus via l'instrument PLASTIC, nous avons mis en évidence une très forte corrélation entre pression thermique et pression turbulente. Enfin cette longue période d'observation nous a permis d'étudier l'influence du cycle solaire sur les spectres de turbulence.

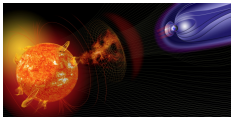




**Dislocations dans les ondes MHD dans la chromosphère et couronne solaires**  
**López Ariste Arturo / THEMIS CNRS UPS 853**

Les dislocations sont des singularités de la phase d'une onde. Solutions naturelles des équations d'ondes elles ont été systématiquement oubliées par cause de la décomposition en ondes planes qui les efface. Signalées par Nye & Berry (1974) sur des ondes sonores, les dislocations attirent une attention grandissante après sa découverte dans la lumière (vortex optiques) ou dans les faisceaux électroniques.

Les dislocations apparaissent aussi comme solution aux équations d'ondes vectorielles dans la MHD. Elles sont facilement identifiables dans les observations des ondes dans les taches solaires et dans la couronne. Son identification permet la caractérisation modale complète des ondes observées. La proportion d'ondes de mode kink sur le mode sausage dans la chromosphère de taches peut ainsi être déterminé. La nature alfvénique ou non-alfvénique des ondes coronales peut aussi être déterminée grâce aux dislocations observées.



**Dependence of solar wind speed on the local magnetic field orientation: role of Alfvénic fluctuations**

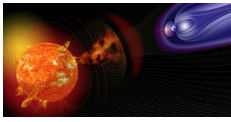
**Matteini Lorenzo / Imperial College**

indiff

Horbury, T.H., Neugebauer, M., and Goldstein, B.E

Lunar and Planetary Laboratory, JPL

We report an analysis of correlations between magnetic field and velocity fluctuations in the fast solar wind beyond 1 AU at high latitudes. We have found that, on scales shorter than the microstream structures, there exists a well-defined dependence of the flow speed on the angle between the magnetic field vector and the radial direction. Solar wind is found to be slightly faster when the measured magnetic field vector is transverse to the velocity, while it is always slower when the magnetic field is parallel, or anti-parallel, to the radial direction. We show that this correlation is a direct consequence of the high Alfvénicity of fast wind fluctuations and that it can be reasonably described by a simple model taking into account the main properties of the low frequency anti-sunward Alfvén fluctuations as observed in the solar wind plasma. We also discuss how switchbacks, short periods of magnetic field reversals, naturally fit in this new observed correlation.



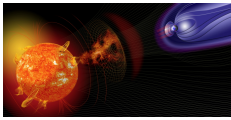
**Simulations numériques directes de turbulence EMHD anisotrope.  
Meyrand Romain / LPP**

S. Galtier, K. Kiyani

La nature de la cascade turbulente observé en deçà des échelles ioniques dans le vent solaire, fait actuellement l'objet de nombreux travaux de recherches et de controverses. En l'absence de collisions, une modélisation cinétique semble a priori nécessaire. Toutefois, la complexité d'une telle approche limite les développements théoriques et condamne les expériences numériques à se restreindre à des nombres de Reynolds peu élevés.

Dans cette présentation, je montrerai comment tirer profit de la relative simplicité du modèle fluide EMHD et de la puissance algorithmique des méthodes pseudo-spectrales pour aborder la turbulence du vent solaire par des simulations numériques directes tridimensionnelles massivement parallèle à grands nombres de Reynolds.

Je montrerai qu'en présence d'un champ magnétique moyen relativement fort, la turbulence EMHD se caractérise par des structures de courant électrique filamenteuses, allongées le long du champ magnétique et un spectre d'énergie magnétique "anormal" en  $k^{-8/3}$ . Un modèle heuristique sera présenté pour expliquer cette dernière propriété. Je montrerais également que ce régime de turbulence est monofractal et possède une statistique gaussienne. Ces résultats seront comparés à des données in situ récentes.



**Temperature anisotropy in a turbulent multi-ion plasma**  
**Perrone Denise / LESIA, Observatoire de Paris**

F. Valentini, S. Servidio, S. Dalena, P. Veltri

Dipartimento di Fisica, Universita' della Calabria

The solar wind represents a natural laboratory to study plasma physics and it can be described as a multi-component and weakly collisional system, generally observed to be in a fully turbulent regime. The 'in situ' measurements have shown that the ion distribution functions exhibit significant deviations from local thermodynamic equilibrium. Proton velocity distributions commonly display a beam of accelerated particles along the direction of the ambient magnetic field.

Moreover, heavy ions (i.e. alpha particles) are observed to be heated and accelerated preferentially to protons.

The acceleration of the solar wind and the spatial and temporal evolution of the ion velocity distributions represent nowadays unsolved problems, but kinetic effects are thought to be good candidates in producing energy dissipation at small scales.

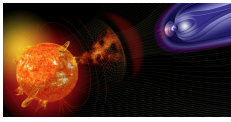
In order to investigate the complexity of solar-wind physics, a support from self-consistent,

fully nonlinear Vlasov models is needed and a crucial tool is represented by kinetic numerical

simulations. We present a numerical analysis of a turbulent plasma composed of kinetic ions (protons and alpha particles) and fluid electrons in the typical conditions of the solar-wind environment, developed by using a low-noise hybrid Vlasov-Maxwell (HVM) code in a five dimensional phase space configuration (two dimensions in physical space and three dimensions in velocity space).

The ion dynamics at short spatial scales (shorter than the proton skin depth) display several interesting aspects, mainly consisting in the departure of the distribution functions from the typical Maxwellian configuration, under the effect of the turbulence. During the nonlinear evolution, coherent structures appear, such as vortices and current sheets and, in between magnetic islands, reconnection events occur. In regions of high magnetic stress, temperature anisotropy is found to be higher. Moreover, conditioned ion temperature distributions suggest heating associated with coherent structures: the distribution of ion temperatures moves towards higher values with increasing PVI threshold for the upper inertial range in the turbulent spectra.

The physical phenomenology recovered in these numerical simulations reproduces very common features recovered in 'in situ' measurements in the turbulent solar wind, suggesting that the multi-ion Vlasov model represents a valid approach to the understanding of the nature of complex kinetic effects in astrophysical plasmas.



**Characteristics of Jupiter's magnetospheric turbulence observed by Galileo  
Tao Chihiro / LPP/Ecole Polytechnique**

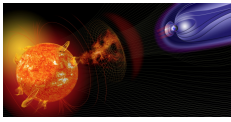
Fouad Sahraoui, Dominique Fontaine, Judith de Patoul, Alessandro Retinò, Thomas Chust

Labratoire de Physique des Plasmas, Ecole Polytechnique/CNRS

Jupiter creates the rotation-dominant large magnetosphere due to the fast planetary rotation, the strong magnetic field, and the dominant plasma source from the volcanic moon, Io. Small-scale fluctuation of magnetic field observed in the magnetosphere show turbulent behavior. Previous studies discussed the effect of turbulence on heating the expanding plasma from Io and the relationship with the electric potential drop which accelerates electrons and leads to producing strong Jovian aurora. Previous analyses of the Jovian magnetosphere disturbances have focused mainly on their power spectra and the corresponding slopes in the low frequency range of [quasi-DC, 0.01 Hz], which is limited by low time resolution ( $\Delta t \sim 24$  sec.).

In this study, we extend the analysis to higher frequencies of the turbulent spectra using high-time resolution data, which is combined with low-time resolution data of Galileo magnetometer (MAG). Ion characteristic frequencies are obtained using the plasma spectrometer (PLS) data onboard the Galileo spacecraft and an empirical model.

Using both high- and low- time resolution data, we obtain 10 power spectra of magnetic field in the frequency range of [0.0003, 1] Hz, which are well above the estimated sensitivity floor of the MAG instrument. The frequencies of the evidenced spectral breaks are found to be well correlated with the Taylor-shifted characteristic scales of heavy ion, i.e., ion gyroradius and inertial length. The spectral indices below and above the spectral breaks are found to be broad and cover the ranges of [0.9, 1.7] and [1.9, 2.7], respectively. Furthermore, a statistical survey of the spectral breaks using low-time resolution data suggests a moderate correlation with the local plasma beta. Analysis of higher order statistics (moments  $>3$  of the PDFs of the increments) show an intermittent feature of the turbulence over the analyzed scales. The limitations of the used data and assumptions will be discussed.



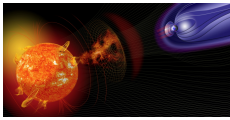
**Nonlinear wave evolution in the accelerating solar wind**  
**Tenerani Anna / Caltech/JPL**

It is widely believed that plasma waves may contribute to the fast solar wind heating and acceleration through radiation pressure and turbulent dissipation.

In this context, one of the most appealing processes which has been invoked to explain the evolution and dissipation of Alfvén waves is the parametric instability.

However, in spite of many theoretical and numerical studies on the parametric decay instability, possible effects of the solar wind radial expansion have not yet been taken into account.

Here I will present parametric decay within the framework of the Accelerating Expanding Box model. This extension of the previous Expanding Box Model allows for the description of plasma dynamics (here within the MHD model) while taking into account the effects of the accelerating radial expansion of the underlying solar atmosphere, including the crossing of the critical sonic and Alfvén points, where wave amplitudes are expected to peak. On the basis of this model a theoretical and numerical investigation of the onset and evolution of the parametric decay instability will be presented. The aim is to inspect if and in which manner the non-uniform radial expansion of the solar wind affects the growth and evolution of the instability itself.



***Bases et services de données***

**BASS2000, HELIO et les cartes synoptiques historiques  
Abouharham Jean / LESIA, Observatoire de Paris**

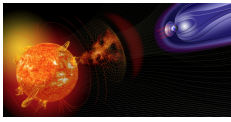
Laurenceau, Amélia ; Renié, Christian

Bibliothèque de l'Observatoire de Paris

La base de données solaire sol met à disposition les cartes synoptiques de l'activité solaire de 1989 à 2003, ainsi que les tableaux de données décrivant filaments et régions actives associés. D'autre part, dans le cadre du projet européen HELIO, un "Heliophysics Feature Catalogue" (HFC) a été mis en place, décrivant un certain nombre de structures solaires, pour certaines de 1996 à nos jours.

Un projet, financé par le Conseil Scientifique de l'Observatoire de Paris, en collaboration avec la Bibliothèque de l'Observatoire de Paris est en cours de réalisation. Il consiste d'une part à numériser la collection historique des "Annales de l'Observatoire de Paris" et des "Cartes Synoptiques de la Chromosphère Solaire", de 1919 à 2003 ; et d'autre part, à faire saisir tous les tableaux associés fournissant des informations sur les structures solaires figurant sur ces cartes.

Ces données saisies seront associées à BASS2000 et au HFC et permettront de disposer de près d'un siècle d'informations sur le comportement de certaines structures solaires (filaments, protubérances et régions actives).



**Observatoire virtuel héliosphérique : Les suites de HELIO  
Abouharham Jean / LESIA, Observatoire de Paris**

Baudin, Frédéric ; Génot, Vincent

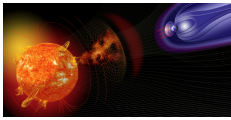
IAS, UPST

Le projet européen HELIO s'est terminé en novembre 2012. Un outil totalement nouveau de recherche et de mise en relation de données, offrant de grandes possibilités est désormais utilisable par la communauté soleil/héliosphère (<http://hfe.helio-vo.eu/>). Les trois bases de données françaises du domaine, CDPP, MEDOC et BASS2000 y ont participé de façon active.

Mais la question se pose maintenant, comme pour tous les projets européens, de la maintenance sur le long terme de cet outil, et de son évolution.

Dans le cadre des échanges fréquents entre ces trois bases, nous présentons ici la façon dont nous envisageons cet avenir au niveau français, ainsi que les grandes orientations concernant l'Observatoire Virtuel.



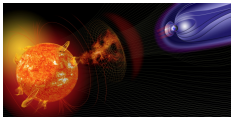


## Colloque PNST 2014

**MEDOC, cru 2014**  
**Baudin Frédéric / IAS**

et l'équipe MEDOC

MEDOC est le pôle thématique national pour la physique solaire spatiale. Centre de données créé en 1995 (autour de la mission SOHO), il a beaucoup évolué depuis avec le soutien du CNES, de l'INSU et de l'Université Paris-Sud, en intégrant de nouvelles missions spatiales et de nouveaux outils. Nous ferons le point sur les dernières évolutions en termes de données (par ex. Solar Dynamics Observatory) et surtout d'outils pour l'analyse et l'interprétation de ces données (par ex. les cartes de Mesure d'Emission Différentielle, cartes EUV synoptiques...). Les partenariats avec les autres centres de données (CDPP, BASS2000, HELIO?) seront aussi décrits, ainsi que les projets à court et moyen terme pour MEDOC, en particulier autour de Solar Orbiter.



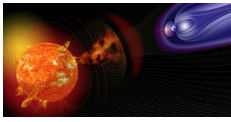
**Heliophysics Feature Catalogue : une base de données de structures solaires et  
héliosphériques**

**Bonnin Xavier / LESIA, Observatoire de Paris**

Abouharham, Jean ; Renié, Christian ; Fuller, Nicolas ; Cecconi, Baptiste ; Shih, Albert ; Le  
Sidaner, Pierre ; Baudin, Frédéric ; Caminade, Stéph

IAS, FHNW, MSSL

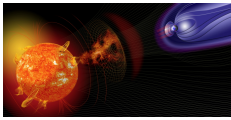
Le Heliophysics Feature Catalogue (HFC) est un service de l'Observatoire Virtuel HELIO (projet FP7 No.238969) offrant un accès privilégié à plus de quinze années d'observations de structures solaires et héliosphériques (<http://voparis-helio.obspm.fr/>). Il est alimenté de manière quasi-journalière par des codes de détection automatique fournissant de nombreuses informations telles que la position, la morphologie, ou bien encore le suivi des structures au cours du temps. La liste des structures actuellement disponibles dans le catalogue comprend : régions actives et trous coronaux observés par SoHO/EIT et SDO/AIA, tâches solaires observées par SoHO/MDI et SDO/HMI, filaments et protubérances solaires observés à Meudon en H-alpha et dans la raie CaII K3 respectivement, émissions coronales radio mesurées par le NRH, sursauts radio de type III mesurés par Wind/Waves et STEREO/Waves. Nous présenterons le HFC et discuterons des évolutions possibles dans le cadre des développements actuels liés à l'Observatoire Virtuel.



**Données solaires et outils disponibles à MEDOC  
Buchlin Eric / Institut d'Astrophysique Spatiale**

F. Baudin, K. Bocchialini, F. Auchère, S. Parenti, H. Ballans, S. Caminade, C. Mercier, G. Poulleau, É. Soubrié P. Alingery, J.-B. Goujon, J. Jacob

En complément de la présentation du cru 2014 de MEDOC par F. Baudin, nous présentons sur ce poster une vue synthétique des différents services offerts par MEDOC: l'archivage et la redistribution des données, les produits à valeur ajoutée, les outils pour l'analyse et l'interprétation des données, et les opérations scientifiques d'instruments spatiaux.



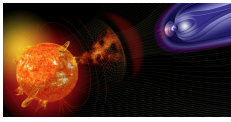
**L'héritage d'Europlanet: un protocole adaptable aux relations Soleil-Terre  
Cecconi Baptiste / LESIA, Obs. de Paris**

Stéphane Erard, Nicolas André, Vincent Génot, Pierre Le Sidaner

IRAP, CNRS-Univ. Paul Sabatier.

Une partie du programme européen Europlanet était consacré à la mise en place d'un prototype d'Observatoire Virtuel pour les sciences planétaires. Les équipes de VO-Paris et du CDPP ont travaillé ensemble pour élaborer un protocole d'accès aux ressources en ligne, construit sur les standards déjà existants pour la communauté astrophysique de l'IVOA. Ce protocole, EPN-TAP (Europlanet Table Access Protocol) est spécialement adapté aux objets du système solaire, et donc au Soleil et à la Terre. Il permet de découvrir des ressources jeux de données et des observations à travers un mécanisme de requête simple.

Après la mise en place de l'infrastructure (annuaire des services EPN-TAP, services EPN-TAP, portail d'accès et de requête EPN-TAP), nous avons fait l'expérience d'inclure des jeux de données liés aux relations Soleil-Terre: observations solaire, catalogues d'événements? En particulier, les catalogues issus du projet HELIO. Ces expériences sont extrêmement concluantes. Nous avons ainsi proposé de partager les données radio solaires de Nançay (Réseau Décamétrique et Radio-Héliographe) par ce protocole.

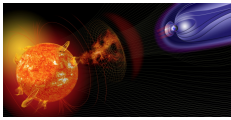


**Le CDPP, une base de données et d'outils pour la physique des plasmas spatiaux  
Génot Vincent / IRAP/CNRS/UPS**

Equipe CDPP

IRAP, LESIA, CNES

Les activités récentes du CDPP (<http://cdpp.eu/>) concernant l'accès aux données et le développement d'outils scientifiques pour la physique des plasmas seront présentés, ceci dans le contexte des projets dans lesquels le CDPP est activement impliqué. D'une part, la nouvelle version d'AMDA (ouverte fin novembre 2013), les fonctionnalités de visualisation de données d'observations et de modèles de 3DView, ainsi que le tout récent outil de propagation (en lien avec MEDOC) seront exposés. D'autre part, les années à venir vont être riches en projets, que ce soit pour les infrastructures (météorologie spatiale dans le cadre SSA, planétologie dans celui de H2020), les futures missions (Solar Orbiter, JUICE), et les partenariats internationaux (relations avec le PDS, le CCMC); le rôle que le CDPP jouera dans ce contexte international sera discuté.



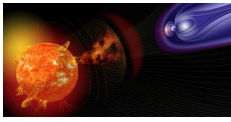
**APIS, base de données de spectro-imagerie aurorale planétaire  
Lamy Laurent / LESIA, Observatoire de Paris**

R. Prangé, F. Henry et P. Le Sidaner

Remote UV measurement of the outer planets are a wealth of informations on rings, moons, planetary atmospheres and magnetospheres. Auroral emissions in particular provide highly valuable constraints on the auroral processes at work and the underlying coupling between the solar wind, the magnetosphere, the ionosphere and the moons. Key observables provided by high resolution spectro-imaging include the spatial topology and the dynamics of active magnetic field lines, the radiated and the precipitated powers or the energy of precipitating particles.

The Hubble Space Telescope (HST) acquired thousands of Far-UV spectra and images of the aurorae of Jupiter, Saturn and Uranus since 1993, feeding in numerous magnetospheric studies. But their use remains generally limited, owing to the difficulty to access and use raw and value-added data.

APIS, the egyptian god of fertilization, is also the acronym of a new database (Auroral Planetary Imaging and Spectroscopy), aimed at facilitating the use of HST planetary auroral observations. APIS is based at the Virtual Observatory (VO) of Paris and provides a free and interactive access to a variety of high level data through a simple research interface and standard VO tools. We will present the capabilities of APIS and illustrate them with several examples : <http://lesia.obspm.fr/apis>



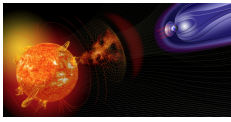
## ***Activité éruptive et reconnexion***

### **Reconnexion magnétique à la magnétopause terrestre Aunai Nicolas / IRAP**

G. Belmont, M.Hesse, B. Lavraud, T. Phan, A. Retinò, R. Smets

LPP, NASA GSFC, SSL

La reconnexion magnétique, souvent illustrée comme un processus symétrique et faisant intervenir des lignes de champ magnétique antiparallèles, se déroule en fait généralement dans des configurations asymétriques et non coplanaires. A ce titre, la magnétopause terrestre est un environnement privilégié pour l'étude de la physique de la reconnexion. Dans cette présentation, je montrerai quelques aspects de la reconnexion spécifiques à ce genre d'environnement: orientation de la ligne X, signatures observationnelles pour la future mission MMS, rôle de la physique électronique, et condition initiale des modèles numériques.



**Detection of thin current sheets and associated reconnection in Earth's magnetosheath using  
in situ data**

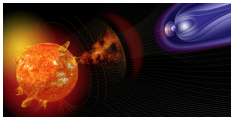
**Chasapis Alexandros / Laboratoire de Physique des Plasmas**

Retinò, A.; Sahraoui, F.; Greco, A.; Vaivads, A.; Sundkvist, D.; Canu, P.

Dipartimento di Fisica, Università della Calabria, ITALY; Swedish Institute of Space Physics,  
SWEDEN; Space Sciences Laboratory, University of California, UNITED STATES;

Magnetic reconnection in thin current sheets that form in turbulent plasmas is a process that contributes to the dissipation of magnetic field energy and results in particle heating and non-thermal particle acceleration. However in order to determine its importance as a dissipation mechanism at those scales in situ observations are necessary. The Earth's magnetosheath downstream of the quasi-parallel shock is a turbulent near-Earth environment that offers a privileged environment for such a study. Here we present a study of the properties of thin current sheets detected with the Partial Variance of Increments method (PVI), using data from the FGM magnetometer of the CLUSTER spacecrafts. In order to study particle heating, electron temperature was estimated from electron distributions data from the PEACE electron spectrometer. We studied the distribution of the current sheets as a function of their magnetic shear angle, the PVI index and the electron heating. The properties of the observed current sheets were different for high shear ( $\theta > 90^\circ$ ) and low shear current sheets ( $\theta < 90^\circ$ ). These high-shear current sheets account for about 20% of the total and have an average thickness comparable to the ion inertial length. Additionally current sheets with high PVI index showed larger increase in electron temperature which could be attributed to ongoing reconnection.

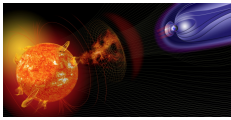




**Champs magnétiques non-potentiels dans la couronne solaire**  
**Dalmasse Kévin / LESIA, Observatoire de Paris**

E. Pariat, P. Démoulin

De nombreuses études théoriques et observationnelles montrent que l'activité solaire éruptive est fortement corrélée avec la présence de champs magnétiques cisailés. Caractériser l'écart au champ potentiel pour ces champs magnétiques pourrait constituer un facteur clé dans le développement de la météorologie de l'espace. L'hélicité magnétique mesure la quantité de cisaillement magnétique. Sa propriété de conservation en magnétohydrodynamique, même avec faible résistivité, en fait un outil particulièrement intéressant dans le contexte de la physique solaire. Des études observationnelles montrent une injection, une accumulation, et une éjection, importante et continue d'hélicité magnétique dans l'atmosphère solaire au cours de l'évolution des régions actives. Cependant, son rôle dans l'activité solaire reste encore mal compris. Récemment, nous avons développé une nouvelle méthode mieux adaptée à l'étude de la distribution photosphérique d'injection d'hélicité magnétique. Après avoir introduit cette méthode à l'aide de modèles tests, je présenterai son application observationnelle, et discuterai les implications de cette étude pour l'activité solaire.

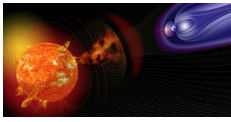


**Instabilité de rebond électronique dans une couche de courant bidimensionnelle**  
**Fruit Gabriel / IRAP**

Louarn, Philippe et Tur, Anatoly

Afin de comprendre comment l'équilibre d'une couche de courant peut être rompu de manière explosive, par exemple lors d'éruptions solaires ou de sous-orages magnétosphériques, Tur et al. 2010 et Fruit et al. 2013 ont développé un modèle cinétique complet décrivant l'interaction résonante entre des oscillations de type "ballooning" et le mouvement de rebond des électrons piégés dans la couche. Ces premières études se limitaient aux perturbations électrostatiques uniquement. Dans cette nouvelle étude, on généralise le problème aux perturbations électromagnétiques, ce qui n'a jamais été réalisé jusqu'à présent. L'état d'équilibre initial est celui d'une couche de Harris modifiée par l'existence d'une composante normale  $B_z$  du champ magnétique. Après linéarisation, l'équation de Vlasov est résolue pour des fluctuations électromagnétiques de période proche de la période de rebond des électrons (quelques minutes). Le mouvement des électrons est restreint à ses premières composantes de Fourier, ce qui permet un calcul analytique complet des fonctions de distribution perturbées. La relation de dispersion des modes électromagnétiques est obtenue par la condition de quasi-neutralité et l'équation d'Ampère pour le courant.

On trouve qu'une couche de courant moyennement étirée reste stable vis à vis de ces oscillations "ballooning". En revanche dès que le rapport  $B_z/B_{lobes}$  devient inférieur à un certain seuil (0.06 pour  $T_e/T_i=0.25$  par exemple), une instabilité de nature explosive se développe pour des longueurs d'onde de l'ordre de  $2,5 R_t$  et des taux de croissance de l'ordre de 4 à  $10 \text{ s}^{-1}$ . L'énergie libre contenue dans le mouvement de rebond des électrons ou dans le champ magnétique étiré peut donc alimenter une instabilité capable de rompre l'équilibre de la couche en quelques secondes. Ce résultat pourrait se révéler crucial dans la compréhension de la physique des sous-orages ou des éruptions solaires.



**Evolution des rubans d'éruptions et des courants électriques lors d'un flare éruptif**  
**Janvier Miho / University of Dundee**

Guillaume Aulanier, Véronique Bommier, Brigitte Schmieder, Pascal Démoulin

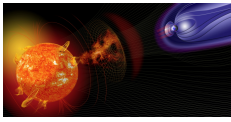
LESIA, Observatoire de Paris

Les flares éruptifs ont des caractéristiques observationnelles bien marquées, comme les boucles post-éruptives, les rubans d'éruption sur la surface solaire, et le tube de flux torsadé à l'origine de l'éjection de masse coronale.

Grâce aux développements d'une simulation numérique 3D (code OHM), basée sur les équations de la magnétohydrodynamique, nous avons pu analyser de manière détaillée la formation et l'évolution des structures magnétiques (boucles et tube de flux torsadé), ainsi que les mécanismes sous-jacents de la reconnexion 3D qui prend place dans des régions coronales de fortes densités de courant électriques.

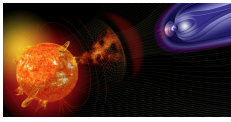
Dans ce travail, j'analyse plus particulièrement l'évolution des courants photosphériques, mesurés grâce à l'instrument HMI de SDO, lors du flare de classe X du 15/02/2011. Ces courants, obtenus par le code d'inversion UNNOFIT, montrent une organisation structurée (forme en J), ainsi qu'une évolution durant le flare (élongation des rubans, structuration du crochet du J), comparables à celle des rubans d'éruption, observés par l'instrument AIA de SDO.

Par ailleurs, je montre que les courants photosphériques s'accroissent lors de la phase impulsive du flare éruptif. Cette quantification, unique pour un flare éruptif, permet de vérifier le mécanisme intrinsèque de la reconnexion, prédit par notre simulation numérique 3D.



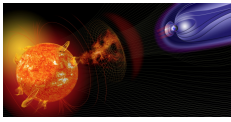
**Analyse statistique des éruptions solaires observées dans l'EUV par SDO/EVE  
Kretzschmar Matthieu / LPC2E, CNRS & Université d'Orléans**

The Extreme-Ultraviolet (EUV) Variability Experiment (EVE) onboard the Solar Dynamics Observatory (SDO) provides us for the first time with a complete coverage of solar flares in the EUV range at both very good temporal and spectral resolution. We have performed a statistical studies of all flares observed by EVE above the C-class since 2010 and will present results on the dependency with wavelengths and flare positions of the flare peak time, flare spectral energies, and flare energy distribution. In particular, we find that the flare energy distributions, well known to have a power-law shape, have larger slopes at chromospheric wavelengths with respect to coronal wavelengths. Finally, we will compare the energy released by solar flares in different parts of the solar spectrum and discuss the implication of our results for flare modeling.



**Profils d'émission radio des sursauts solaires de Type III  
Maksimovic Milan / LESIA - Observatoire de Paris**

Les sursauts solaires de Type III, qui sont associés à l'injection d'électrons énergétiques dans le milieu interplanétaire, peuvent être observés dans une large gamme de fréquence allant de quelques centaines de MHz à quelques kHz. Je présenterai et discuterai une étude statistique basée sur l'observation de quelques centaines d'évènement, combinant des données du radio Héliographe et du réseau décimétrique de Nançay ainsi que des observations des sondes STEREO. Cette étude montre que le maximum du flux radio reçu à 1 UA se trouve aux alentours de 1 MHz.



**Reconnexion magnétique en point nul 3D dans la couronne solaire  
Pariat Etienne / LESIA, Observatoire de Paris**

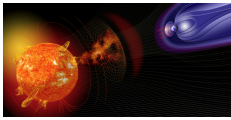
S. Masson, K. Dalmasse, G. Aulanier

Catholic University of America

Les points nuls, régions où l'intensité du champ magnétique est nulle, sont des sites préférentiels pour la formation de nappe de courants et la reconnexion magnétique. Ces structures topologiques sont impliquées dans de nombreux événements actifs solaires : lors des jets, dont la morphologie indique la présence de points nuls tridimensionnels (3D) ; mais aussi lors de certaines éruptions solaires, dont les rubans d'éruption, de forme circulaire, sont des marqueurs clairs d'une topologie en point nul.

En 3D, la reconnexion magnétique au niveau d'un point nul est bien différente du cas bidimensionnel. Par exemple, alors qu'en 2D la reconnexion au point nul s'appuie sur quatre domaines de connectivité, un point nul 3D ne fait intervenir que deux domaines topologiques. Les propriétés de la reconnexion à un point nul 3D s'écartent donc sensiblement des modèles standards en 2D.

Au cours de cette présentation, je m'intéresserai aux caractéristiques de la reconnexion magnétique en point nul 3D dans la couronne solaire. J'illustrerai nos connaissances à partir de plusieurs exemples, théoriques, numériques et observationnels.



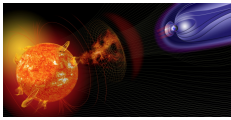
**Etude multi-longueurs d'onde de la formation des chocs dans la couronne solaire**  
**Pick Monique / Observatoire de paris**

P. Zucca, A. Kerdraon et A. Lecacheux

Astrophysics Research Group, School of Physics, Trinity College, Dublin, Ireland

La formation des chocs associés aux éjections de masse coronale (CMEs) est un sujet qui rencontre actuellement un grand intérêt: les observations multi-longueurs d'onde EUV et radio permettent en effet de détecter l'origine de ces chocs dans la basse couronne puis de suivre leur propagation à travers les différents milieux rencontrés. Nous présentons des événements qui ont été détectés conjointement en EUV par l'expérience Atmospheric Imaging Assembly (AIA) de la mission SDO, en lumière blanche par les coronographes de SOHO, ainsi qu'en radio par les spectrographes de Nançay (Réseau Décimétrique (DAM) et ORFEES) et par le Radiohéliographe de Nançay (NRH). Pour ces événements, la sensibilité des instruments de Nançay, jointe à la haute cadence des observations EUV et radio nous ont permis d'identifier précisément l'origine des chocs et leur développement en liaison avec les CMEs.

Le NRH étant actuellement le seul imageur radio qui fournit à travers le site « radio-monitoring » un suivi quotidien de l'activité solaire radio et CMEs, nous terminerons cette présentation par une synthèse de la distribution des données radio de Nançay lors des événements de type choc (sursauts de type II).



**Éruptions de boucles coronales torsadées: émission X thermique**  
**Pinto Rui / LESIA, Observatoire de Paris; CEA Saclay, AIM/SAP**

N. Vilmer, S. Brun

LESIA - Observatoire de Paris ; AIM/SAP/CEA Saclay

Les éruptions solaires sont associés à des variations rapides de luminosité dans une gamme spectrale élargie, avec des signatures à longueurs d'onde différentes évoluant avec des échelles de temps aussi différentes.

On a réalisé des simulations numériques MHD de éruptions confinées et on a déduit les spectres d'émission thermique, les courbes de lumière et mesures d'émission différentielle correspondantes.

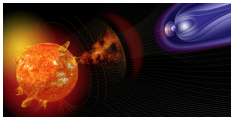
Dans ce modèle, un tube de flux torsadé entouré par un champ magnétique uniforme subit une instabilité de type kink et se reconnecte avec le champ externe.

Le plasma coronal est chauffé impulsivement par diffusion ohmique (jusqu'à 20 MK), produisant un pic d'émission en rayons-X mous (comparable aux courbes de lumière de RHESSI et GOES) et un durcissement temporaire du spectre, avant de refroidir par conduction thermique.

La morphologie, longueur et épaisseur des régions d'émission évoluent pendant l'épisode éruptif et permettent de distinguer les trois phases de l'évolution dynamique du système (phase linéaire, saturation, relaxation).

Pendant la phase de relaxation, la distribution de la mesure d'émission du plasma en fonction de la température est bien approximée par  $EM \sim T^{-4.2}$ .





***Relations Soleil-Terre et météorologie de l'espace***

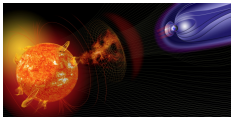
**Impacts des évènements solaires sur l'ionosphère équatoriale  
Amory-Mazaudier Christine / LPP**

Rolland Fleury + membres du GIRGEA

Ecole Telecom Brest

Cette présentation traitera des points suivants :

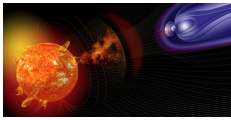
- 1) Impacts des évènements solaires (CME, jet de vent solaire rapide) sur l'ionisation et le champ magnétique terrestre des basses latitudes. Nous présenterons les résultats obtenus dans le réseau GIRGEA au cours des projets AHI, Année Héliophysique Internationale (2005-2009) et ISWI Internationale Space Weather Initiative (2009-2012)
- 2) Déploiement d'instruments en Afrique
- 3) Ecoles de formation



**Hot electron density maps deduced from NOAA POES TED and MEPED measurements  
Boscher Daniel / ONERA**

Rochel Grimald Sandrine

Using DMSP satellites, low altitude measurements has demonstrated to give a good picture of the plasmashet population. The NOAA POES satellites are a constellation of five spacecraft orbiting in a polar orbit between 800 and 850 km and covering a wide L-shell range. They provide fourteen years of data without interruption which allow to make statistical study of the inner magnetosphere and the plasmashet population. Moreover, since 2002, three of the NOAA POES satellites are located at different local times allowing to deduce the plasmashet properties, even for huge magnetic activity. This paper present a statistical study of the warm and hot electron density over an energy range [0.16 ; 300] keV and between 1 and 12 Re. We present here maps in Mac Ilwain L paramater / MLT and we use the magnetic indices and solar wind parameter to classify our observations. The results show a clear motion of the plasmopause when  $K_p$  increase, which is in agreement with previous results, but it also show changes of the plasmopause shape and strong density variations in the night side sector. Moreover, a clear link between the solar wind parameters, in particular  $B_z$ , and the density distribution has been established. Unexpected distributions have been observed in the dayside and will be discussed here.

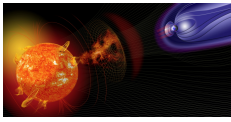


**Empirical modelling of the ROTI at high latitudes for L band ionospheric channel studies.  
Boscher Daniel / ONERA**

V. Fabbro, J. Lemorton, R. Fleury, F. Carvalho

Telecom Bretagne, CNES

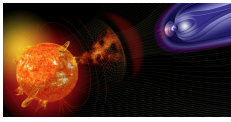
GNSS position errors due to ionosphere are partially linked to scintillations. This study focuses on scintillation activity observed under high latitude regions.. Three ISM (Ionospheric Scintillation Monitor) have been running measurements at 50Hz since end of 2012 in Norway in the frame of a collaboration between CNES and NSC/NMA for the ionosphere scintillations modelling. As the period of ISM data collection is not long enough for a valuable modelling, we first attempt to model the ROTI, the index of TEC rate of change which is among the observables affected by ionosphere disturbances, using data collected over many years (since around 1994) from the NMA GNSS network stations. In this study we have integrated electron flux obtained on the NOAA POES satellites to get a good statistics of the electron flux. Taking advantage of the 5 current POES satellites (POES 15 to 19) scanning at the same time several local times, and the fact that the first spacecraft has spent more than one solar cycle in orbit, the obtained statistics is very good, as for example more than 60,000 points with 8s resolution were obtained at extreme magnetic activity (for magnetic index  $K_p > 8+$ ). Averages of the electron energy flux in a McIlwain parameter L versus magnetic local time maps were obtained and correlated to the ROTI measurements made at two latitude distant GNSS stations: Tromsø and Trondheim. Therefore a model of ROTI was developed with as input parameters the station location and the time in day, the magnetic activity  $K_p$ , and the viewing direction (elevation and azimuth). This model can be used, associated with a  $K_p$  prediction, to forecast the ROTI, anywhere in the Scandinavian Norway. Intermediate analysis made to obtain it will be presented as well. Possible improvements will also be shown.



**Modélisation du transport par diffusion radiale magnétique dans la magnétosphère interne  
Boscher Daniel / ONERA**

S. Lejosne

Pour transporter les particules chargées à travers les lignes de champ magnétique et donc peupler la magnétosphère toute entière à partir d'une source située dans ses frontières (feuille neutre), deux phénomènes sont en compétition: l'un dû au champ électrique de convection, l'autre dû au champ électrique induit associé au mouvement de dérive de ces particules. On a modélisé la diffusion radiale, résultat moyen de ce transport pour les particules piégées, à l'équateur avec un modèle simple de champ magnétique sans prendre en compte le champ électrique de convection. On en a déduit que cette diffusion radiale était principalement due aux asymétries jour-nuit du champ et qu'elle varie d'environ 4 ordres de grandeur entre une magnétosphère calme à une extrêmement agitée. On a aussi montré que ces asymétries ont des temps de persistance très courts, inférieurs à la minute à l'orbite géostationnaire, ce qui implique en particulier que le transport est quasiment indépendant de l'énergie. On a étendu ce modèle en utilisant les indices alpha sectoriels développés par M. Menvielle. On montre que les ordres de grandeur obtenus suffisent pour peupler une grande partie de la magnétosphère pendant un orage magnétique.



**Irradiance solaire spectrale: Observations et Modélisation**  
**Cessateur Gaël / PMOD/WRC**

indiff

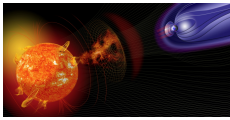
Alexander Shapiro (1), Werner Schmutz, (1), Mathieu Barthélémy (2); Jean Lilensten (2), T. Dudok de Wit (3), Matthieu Kretzschmar (3)

1. PMOD/WRC, 2. IPAG, 3. LPC2E

L'irradiance solaire spectrale et totale sont des paramètres clés pour tous les modèles de la météo de l'espace et d'atmosphères planétaires. En s'appuyant sur quelques objets planétaires, nous montrerons l'importance de connaître avec précision le flux UV pour modéliser correctement les relations forçages extérieurs - atmosphères planétaires.

Nous présenterons également les résultats d'irradiance spectrale obtenus par le radiomètre PREMOS à bord du satellite PICARD en orbite depuis plus de 3 ans. Cet instrument couvre le spectre solaire des Ultraviolets jusqu'à l'infrarouge, et fournit d'importantes observations pour contraindre les modèles théoriques. Nous présenterons notre code d'irradiance, IMMORTAL qui utilise un code de transfert radiatif, pour modéliser la variabilité de l'irradiance en supposant que celle-ci soit déterminée par l'évolution du champ magnétique à la surface du Soleil comme observé par les données SDO/HMI. Une comparaison directe montre une excellente corrélation avec la plupart des canaux de PREMOS.

Enfin, nous présenterons un état des lieux des différents instruments dévolues à l'observation de l'irradiance solaire principalement dans l'UV pour les futures missions spatiales, incluant de nouveaux designs et de nouvelles technologies.



**Observations radio synoptiques pour décrire le forçage solaire de la haute atmosphère  
Dudok De Wit Thierry / LPC2E / CNRS et Univ. d'Orléans**

S. Bruinsma, K. Shibasaki

CNES (Toulouse), Nobeyama Solar Radio Observatory/NAOJ (Nagano)

Pour rendre compte du forçage solaire sur la haute atmosphère on recourt traditionnellement au flux radio à 10.7 cm, aussi appelé indice f10.7. Or celui-ci ne reproduit que partiellement la variabilité solaire dans l'UV, dont la mesure est un réel défi. Le flux radio est au contraire mesuré depuis le sol, depuis plusieurs décennies, et avec une calibration d'une stabilité exemplaire, ce qui explique sa grande popularité.

Etonnamment, très peu d'études se sont penchées sur l'utilité du flux à d'autres longueurs d'onde centimétriques, alors que celles-ci sont mesurées par certains observatoires. Dans cette étude-ci:

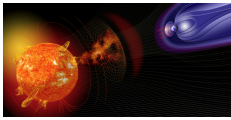
1) Nous avons constitué une base homogène de flux journaliers calibrés, à 5 longueurs d'onde (3, 8.2, 10.7, 15 et 30cm), sans trous d'observation, et centrés sur la même heure. Ces données proviennent des observatoires d'Ottawa, Penticton, Nobeyama et Toyokawa.

2) Pour la première fois, nous avons réussi décomposer la variation du flux à de courtes échelles de temps (<60 jours) en différentes contributions et montrer qu'à 10.7 cm, la contribution des gyro-émissions domine sur celle du Bremsstrahlung. Cette analyse a été rendue possible grâce à une méthode de séparation aveugle de sources.

3) Nous avons étudié la capacité du modèle thermosphérique DTM2012 à reproduire la densité neutre (importante pour le freinage des satellites) avec le flux radio à différentes longueurs d'onde, ou leur combinaison. La meilleure performance est obtenue avec le flux à 30 cm qui apparaît donc comme l'indice de choix pour décrire le forçage de la haute atmosphère.

4) Enfin, nous avons montré que l'irradiance spectrale de l'UV au visible est nettement mieux reconstruite par une combinaison de flux radio centimétriques que par le seul indice f10.7. La réduction de l'erreur est de l'ordre de 10 à 55%.

Cette étude plaide donc en faveur de l'utilisation des flux radio centimétriques comme excellents traceurs d'activité solaire, qui bénéficient en outre de longues observations stables. Ceci les prédispose à des services opérationnels en météo de l'espace. Nous mettrons bientôt à disposition les données journalières ainsi que leur prévision à 3 jours.



**Nouvelles méthodes d'analyse statistique des données in situ déterminant la structure des chocs d'ICMEs**  
**Janvier Miho / University of Dundee**

Pascal Démoulin, Sergio Dasso

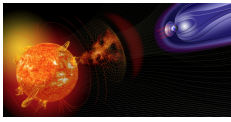
LESIA, Observatoire de Paris & Universidad de Buenos Aires

Les propriétés physiques des Ejections de Masse Coronale Interplanétaires (ICMEs) ainsi que de leurs chocs peuvent être mesurées localement grâce aux sondes interplanétaires. Cependant, ces données étant nécessairement locales, il reste difficile d'en déduire la géométrie globale de ces structures.

Dans cette étude, je propose de nouvelles méthodes d'investigation de la géométrie la plus probable des chocs interplanétaires d'ICMEs. Pour cela, j'introduis un paramètre mesurant la localisation de la sonde par rapport à l'apex du choc ( $\lambda$ ). La probabilité statistique de  $\lambda$  est mesurée sur un échantillon de plus de 200 chocs interplanétaires traversés par la sonde ACE. Les caractéristiques de cette probabilité peuvent être alors étudiées afin d'en déduire la forme des chocs.

Afin d'assurer la cohérence de mon étude statistique, je démontre que le paramètre d'orientation  $\lambda$  n'est corrélé à aucune autre propriété physique des chocs de l'échantillon. Puis, je propose deux méthodes d'investigation. La première consiste en la comparaison de probabilités issues d'échantillons synthétiques avec la probabilité observée de  $\lambda$ . Ces échantillons synthétiques sont des chocs dont la forme paramétrée est préalablement donnée. Dans la seconde approche, j'intègre directement la probabilité observée du paramètre  $\lambda$  afin d'en déduire la géométrie des chocs observés.

Je montrerai que ces deux approches donnent des résultats cohérents de la structure de chocs interplanétaires d'ICMEs, qui peuvent être testés avec des imageurs héliosphériques (ici, H1 de STEREO-A). Cette analyse permet d'obtenir pour la première fois la forme la plus probable de la structure des chocs associés aux ICMEs à partir de données in situ.



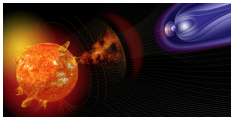
**Particules solaires de haute énergie: propagation coronale et interplanétaire  
Klein Karl-Ludwig / Observatoire de Paris**

R. Miteva (1), G. Trottet (1), S. Samwel (2)

(1) LESIA, Observatoire de Paris et CNRS (2) NRIAG, Helwan, Egypte

La question de savoir comment des particules solaires de haute énergie peuvent atteindre le voisinage de la Terre est toujours un sujet d'actualité, notamment depuis que des sondes STEREO ont montré que ces particules peuvent être injectées dans un grand domaine de l'espace interplanétaire. Nous avons conduit dans les dernières années un ensemble d'études systématiques pour élucider les relations entre les particules observées près de la Terre et les signatures radiatives d'électrons énergétiques au Soleil. Cette contribution présentera des résultats sur 1) la question du confinement ou de l'échappement des particules de la couronne, 2) le rôle des perturbations à grande échelle ("ondes EIT") dans l'accélération des particules, (3) la relation quantitative entre les intensités des particules à 1 UA d'une part et les paramètres de l'activité solaire (rayonnements X et micro-ondes, vitesse de l'éjection de masse) de l'autre.



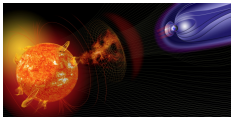


**DXL and STORM : X-rays study of solar wind-terrestrial interactions and the interplanetary/interstellar medium**  
**Koutroumpa Dimitra / LATMOS**

M. Galeazzi (1), M. R. Collier (2), F. S. Porter (2), D. McCammon (3) and the DXL-STORM Collaboration

(1) U. of Miami, (2) NASA/GSFC, (3) U. of Wisconsin

The Diffuse X-rays from the Local Galaxy (DXL) sounding rocket mission was successfully launched from the White Sands Missile Range, NM on December 12, 2012. The rocket carried two large area proportional counters with thin carbon windows with roughly 1000 cm<sup>2</sup> area to measure X-rays with energies ~0.1-1.0 keV. The main goal of the mission was to detect Solar Wind Charge eXchange (SWCX) X-ray emission from the helium (He) focusing cone and differentiate it from interstellar X-rays produced mainly in the Local Hot Bubble (LHB). The mission successfully detected the spatial variation of the SWCX due to the He focusing cone. The DXL rocket also carried the Sheath Transport Observer for the Redistribution of Mass (STORM) instrument; a prototype soft X-ray camera that uses newly developed slumped micropore ('lobster eye') optics to focus X-rays onto a position sensitive microchannel plate detector. STORM's large field-of-view makes it ideal for imaging SWCX with exospheric hydrogen for future missions. STORM represents the first flight of lobster-eye optics in space. The preliminary results and perspectives of the DXL/STORM mission are discussed.

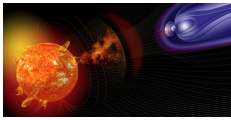


**Analyse des données d'irradiance solaire pour le projet européen SOLID  
Kretzschmar Matthieu / LPC2E, CNRS & Université d'Orléans**

Micha Scholl, Thierry Dudok de Wit

Les variations de l'irradiance solaire spectrale sont un facteur déterminant pour comprendre le forçage du Soleil sur la Terre. Le projet Européen SOLID a pour objectif de reconstruire ses variations du début de l'ère spatiale à nos jours à partir des données existantes, mais aussi des indices d'activité solaire et des modèles d'irradiance, en mettant en particulier l'accent sur l'incertitude associée à ses variations.

Dans ce contexte, nous effectuons une analyse commune de l'ensemble des données d'irradiance solaire disponibles afin de ré-évaluer leur qualité et de détecter d'éventuels contributions instrumentales subsistant encore dans les données publiées. Nous présenterons et discuterons nos méthodes d'analyse et les premiers résultats obtenus.

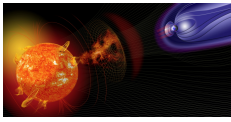


**Lois d'échelle pour les rayonnements radio et UV planétaires et exoplanétaires**  
**Lamy Laurent / LESIA, Observatoire de Paris**

Philippe Zarka

La recherche d'exoplanètes possédant un champ magnétique - c-à-d d'exomagnétosphères - bat son plein. Elle consiste à tenter d'observer des émissions exoplanétaires intrinsèques de type auroral, issues de l'interaction entre la magnétosphère et l'ionosphère ou de celle entre l'étoile et la planète. De nombreuses campagnes d'observations, passées ou en cours, sont menées dans les fenêtres radio basse fréquence à l'aide de radiotélescopes au sol (LOFAR, UTR-2, VLA?) mais aussi UV à l'aide de télescopes spatiaux (HST), sans détection positive à ce jour.

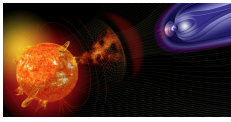
L'identification des candidats exoplanétaires susceptibles de produire des ondes électromagnétiques détectables depuis la Terre est une étape cruciale. Elle repose sur l'extrapolation des puissances rayonnées par les magnétosphères planétaires du système solaire à l'aide de lois d'échelle. La plus utilisée est la loi de Bode radio-magnétique [Desch et Kaiser, 1984, Zarka, 1992, 2007] qui permet de prédire la puissance radio produite sur les lignes de champ magnétique aurorales par l'interaction magnétosphère-vent stellaire, prépondérante dans la plupart des cas connus. Cependant, cette loi reste fondée sur des mesures radio planétaires acquises par les sondes Voyager dans les années 1980, et nécessite d'être vérifiée/affinée avec des mesures plus récentes telles que celles obtenues par la mission Cassini. De plus, les nombreuses mesures UV planétaires obtenues par Voyager, HST ou Cassini rendent également possible l'établissement d'une loi UV-magnétique analogue pour les planètes géantes.



**Activity of the corona over a solar cycle and a half  
Lamy Philippe / Laboratoire d'Astrophysique de Marseille**

Barlyaeva, T., Llebaria, A.

The LASCO coronagraph aboard SOHO has now completed 18 years of quasi-continuous white-light imaging of the corona, thus allowing an unprecedented view of its evolution over a solar cycle and a half. The solar corona reflects to a large extent the magnetic activity of the Sun and is the source of the solar wind and transient events that interact with planets with possible impacts on their climate. We report on a quantitative analysis of the evolution of the corona based on its radiometry, either global or integrated in limited regions (e.g., equatorial versus polar regions). Their temporal variations are compared to various proxies of solar activity in order to identify the driving mechanisms that control the activity of the corona and its effects on the inner heliosphere. We further analyze the properties of coronal mass ejections during these 18 years.

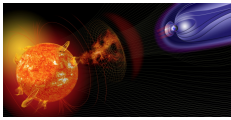


**Magnetic cloud erosion by magnetic reconnection: occurrence statistics, radial evolution and geo-effectiveness**

**Lavraud Benoit / IRAP**

Alexis Ruffenach, Alexis Rouillard

We present results regarding the occurrence statistics of magnetic flux erosion due to magnetic reconnection at the front of all magnetic clouds (MC) observed near Earth during solar cycle 23. We show that the process commonly occurs. It often occurs in large amounts, and at both the front and back boundaries of MCs. The statistics of reconnection jets at these boundaries confirms the significance of the process even up to 1 AU. Indeed, we also estimate the radial evolution of this process based on simple models. We conclude that most of the erosion occurs within Mercury's orbit, but up to 50% of the erosion seen at 1 AU may occur beyond Mercury's orbit. Using a standard MC model and an empirical model of the Dst index we also study the impact of this process on MC geo-effectiveness. We conclude that the most geo-effective configuration for a south-north polarity MC is to be preceded by a slow solar wind with southward IMF. This stems not only from the formation of a geo-effective sheath region with southward IMF ahead of it, but also from the fact that adiabatic compression and reduced (or lack thereof) magnetic erosion constructively conspire for the structure to be more geo-effective. Future missions such as Bepi-Colombo, Solar Orbiter and Solar Probe Plus will be able to further quantify this process and determine its radial dependence. Multi-spacecraft observations would be particularly useful for understanding the large-scale 3D topology changes associated with this process.



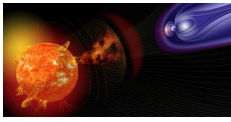
**Diagnostics of the solar corona from comparison between Faraday rotation measurements and MHD simulations.**

**Le Chat Gaétan / LESIA - Observatoire de Paris**

J. Kasper, O. Cohen, S.R Spangler

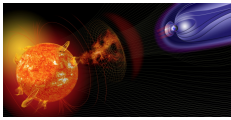
Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, Cambridge, USA; Department of Physics and Astronomy, University of Iowa, Iowa city, USA

Faraday rotation observations of natural radio sources allow remote diagnostics of the density and magnetic field of the solar corona, although one needs an independent measurements of either the density or the magnetic field to distinguish their effect in Faraday rotation observations. We use linear polarization observations made with the NRAO Very Large Array at frequencies of 1465 and 1665 MHz of 34 polarized radio sources occulted by the solar corona within 5 to 14 solar radii. The measurements were made during May 1997 (Mancuso & Spangler 2000), March 2005 and April 2005 (Ingleby et al. 2007), corresponding to Carrington rotation number 1922, 1923, 2027 and 2028. We compare the observed Faraday rotation values with values extracted from MHD steady-state simulations of the solar corona using a model based on the global BATS-R-US model. The simulations are driven by magnetogram data taken at the same time as the observed data. The comparison between the rotation measurements and the model allows to validate the boundary conditions for the density and the magnetic field of the simulations. This comparison shows generally good agreement between the model rotation measures obtained from the MHD models and the observations, although there are prominent sources for which the model and measurements significantly disagree. While circumstantial evidence points toward the treatment of the neutral lines by our model, we cannot clearly identify the reason for this disagreement.



**For a reassessment of the role of the induced electric fields in driving the dynamics of the  
Earth's radiation belts  
Lejosne Solene / British Antarctic Survey**

When describing the dynamics of the Earth's radiation belts, we commonly assume that the energy range of the particles considered is such that the effects of electric fields can be omitted. Paradoxically, we show that the electric fields induced by the time variations of the magnetic field play a key role in understanding phenomena such as the radial diffusion process or the drift shell adiabatic motion for example. Based on the example of the  $L^*$  invariant coordinate determination, we show in particular that, even when the magnetic field is varying very slowly in comparison with the drift period of the population considered, omitting the effects of the induced electric fields can lead to significant inaccuracies when tracking the radial motion of the radiation belt particles.



**The thermospheric auroral red line polarization: comparison of theory and experiment.  
Lilensten Jean / IPAG**

V. Bommier, M. Barthélémy, D. Bernard, H. Lamy

LESIA, BIRA

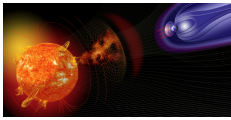
The existence of the auroral red line polarization is now an established feature. Several steps still need to be fulfilled in order to make this observable a true space weather proxy. First, we must progress in understanding it theoretically, to know which parameters in the space environment can be derived from its measure. Then, we must increase the number of observations.

We have performed a coordinated EISCAT Svalbard Radar (ESR) and Spectro Photo Polarimeter (SPP) in the Arctic (Svalbard archipelago) in February 2012 with two goals: to draw a map of the polarization in different directions in the sky and to compare the measurements with the theoretical polarization.

We deduce the theoretical polarization from a multiple steps approach. First, we use an electron transport code to infer the electron precipitations on top of the atmosphere, comparing the ESR electron density measured with these computed. We then deduce the stationary electron flux in the ionosphere. This parameter depends on the angle versus the magnetic line and allows defining the electron anisotropy. The theoretical polarization is computed from this anisotropy and is compared to the totally independent measurement.

The theoretical Degree of linear polarizations (DoLP) maximizes around 215 km where its value is in very good agreement with the measurements. This allows to perform a study of the DoLP versus different parameters. We show that the polarization may be used to access a badly known parameter: the scattering function of the electrons through an elastic collision. It also varies significantly with the precipitations and with the geomagnetic activity, and could therefore become a very precious proxy for space weather applications.

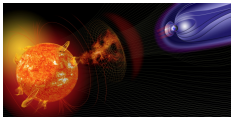




## Colloque PNST 2014

### **Quelques éléments de l'organisation européenne de la météorologie de l'espace Lilensten Jean / IPAG**

Cette conférence ne se veut en rien exhaustive, et en particulier n'abordera pas les programmes SSA, WMO... Il s'agit de présenter le bilan actuel du journal Space Weather and Space Climate et celui de la European Space Weather Week. Il s'agit aussi de présenter l'état actuel de quelques réflexions sur le futur de la discipline, à la suite de plusieurs discussions internationales et d'envisager comment la France peut se joindre aux projets futurs.



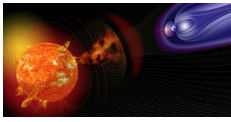
**La mission Picard est sur la bonne longueur d'onde  
Meftah Mustapha / CNRS Latmos**

OCA, IAS, CEA

Le satellite Picard est en orbite depuis plus de trois ans. Il s'agit d'une mission spatiale dédiée à l'étude du Soleil. En parallèle, un programme "Sol" a été mis en place afin de mieux comprendre les effets de l'atmosphère sur la mesure du rayon solaire. Ce programme "Sol" est en phase d'exploitation depuis mai 2011.

Au cours de cette présentation, nous expliquerons les effets de l'environnement spatial sur nos mesures. Nous présenterons notre compréhension des phénomènes de dégradation observés au niveau des instruments. Ainsi, notre retour d'expérience sera mis à profit de toute la communauté "PNST".

Puis, nous nous focaliserons sur les principaux résultats de la mission Picard.



**Influence of rotation rate, magnetic field topology and strength on magnetic braking for sun-like stars**

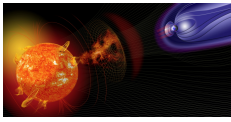
**Réville Victor / CEA/SAp Labo AIM**

Allan Sacha BRUN, Sean Matt, Antoine Strugarek

University of Exeter, Université de Montréal

Angular momentum loss through stellar winds is known for playing an important role in main-sequence stars spin down. Extending a previous study made in Matt et. al. 2012, we try to quantify the influence of the magnetic topology on the magnetic braking formulation proposed in this paper. In addition of a dipolar host star, two new initial topologies are introduced, a quadrupole and an octupole, while we keep varying the rotation rate and the magnetic field strength. 13 cases of the initial paper are presented, the simulation being made with a 2D, cylindrical and axisymmetric set-up with the PLUTO code (Mignone 2007). In addition to the formulations found for each topology we give a unique law that fits the data for every topology considering the open magnetic flux.

Eventually we give a brief overview of the magnetic star-planet interactions studies that can and will be made with such a set-up.

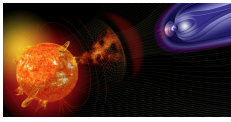


**Analyse des effets externes sur les mesures géomagnétiques du satellite CHAMP  
Tair Sabrina / USTHB/IRAP**

D. FERDJALLAH (1), Y. YAHIAT(1), N. ZAOURAR(1), M. HAMOUDI (1), M. MANDEA(2)

(1)USTHB, Université des Sciences et de la Technologies Houari Boumediene, Alger, Algérie(2)cnes, Centre National d'Etudes Spatiales, Paris, France

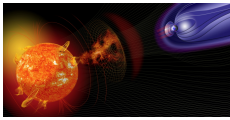
Ce travail porte sur l'étude des effets externes sur le champ magnétique terrestre à partir des mesures scalaires et vectorielles collectées par le satellite allemand CHAMP pendant sa période de vol (2000-2010). Pour minimiser l'influence de diverses perturbations pouvant altérer les mesures en orbites, nous avons retenu les critères de sélection suivants : (1) séparation en heure locale des données jour et nuit et (2) utilisation des indices géomagnétiques  $K_p$ ,  $A_p$  et  $Dst$  pour quantifier l'importance des champs magnétosphériques et ionosphériques. Le critère (1) nous permet d'étudier séparément les deux jeux de données pour analyser l'influence des effets diurnes sur les mesures. Une analyse statistique des indices  $A_p$  et  $Dst$  durant cette période permet de déceler les périodes les plus calmes et les plus agitées magnétiquement. Il en résulte que l'année 2003 correspond à l'année la plus perturbée et l'année 2009 correspond à l'année la plus calme. Nous avons donc retenu ces deux années pour notre étude des résidus du champ. Pour étudier les contributions externes, il est nécessaire au préalable de soustraire aux mesures les contributions du champ nucléaire. Pour cela, nous utilisons le modèle global GRIMM-2 [Lesur et al., 2010] jusqu'au degré et ordre 16. Les résidus ainsi obtenus sont dus en partie aux sources externes et aux sources internes d'origine lithosphérique.



**Modélisation de l'interaction d'un nuage magnétique avec le choc d'étrave terrestre  
Turc Lucile / LPP/CNRS/Ecole Polytechnique**

D. Fontaine, P. Savoini

Les nuages magnétiques sont des cas particuliers d'éjections coronales de matière émises par le Soleil. Dans le vent solaire, on les identifie par une augmentation de l'amplitude du champ magnétique par rapport au vent solaire environnant, une rotation lente de sa direction et une température et une densité généralement plus faibles. Les nuages magnétiques jouent un rôle clé dans la météorologie de l'espace, puisqu'ils engendrent de fortes perturbations magnétiques dans l'environnement terrestre. Avant de rencontrer la magnétosphère, les nuages magnétiques traversent le choc d'étrave. Cette interaction altère la structure des nuages magnétiques, et peut donc modifier leur impact sur l'environnement terrestre. Nous avons développé un modèle simple de l'interaction d'un nuage magnétique avec le choc d'étrave et de sa propagation en aval du choc, jusqu'à la magnétosphère. Les résultats de ce modèle montrent que selon l'orientation de l'axe du nuage magnétique, sa structure en aval du choc peut soit être pratiquement inchangée (cas d'un choc quasi-perpendiculaire), soit être profondément modifiée (cas d'un choc quasi-parallèle). Dans ce dernier cas, la composante Nord-Sud du champ magnétique peut même changer de signe entre l'amont et l'aval du choc. A partir des résultats de ce modèle et d'un modèle de magnétosphère, nous estimons les régions où les champs magnétiques sont anti-parallèles de part et d'autre de la magnétopause, c'est à dire les régions où il peut y avoir reconnexion. Nous montrons que même pour un champ magnétique Nord dans le vent solaire, des champs anti-parallèles peuvent être rencontrés près de la région subsolaire.



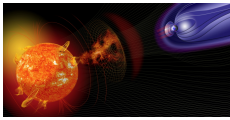
## ***Outils numériques***

### **Détection, caractérisation et suivi automatiques des filaments solaires à partir des données spatiales en UV**

**Buchlin Eric / Institut d'Astrophysique Spatiale**

Mercier, C., Goujon, J.-B., Vial, J.-C.

Grâce à la cadence et à la continuité des observations AIA et HMI, SDO fournit des données uniques pour détecter, caractériser et suivre les filaments, jusqu'à leur éruption. À cause de l'énorme volume de données à traiter et en raison des contraintes imposées par d'éventuelles applications en météorologie de l'espace, seule une détection automatique peut être envisagée. Nous développons ainsi à l'IAS le code "FILaments, Eruptions, and Activations detected from Space" (FILEAS). Les détections sont basées sur le traitement d'images AIA à 30.4nm et sur les lignes d'inversion de polarité magnétique calculées à partir de HMI. Suite au suivi des filaments lors de leur rotation avec le Soleil, différentes caractéristiques des filaments sont obtenues. Nous présentons les algorithmes, la performance du code, et une comparaison de ses résultats avec les filaments détectés dans les données sol Halpha qui sont déjà présents dans la Heliophysics Events Knowledgebase. Nous discutons aussi de la possibilité d'utiliser ce code sur de longs intervalles de temps en traitant les données historiques de SOHO (EIT et MDI), et au contraire à des échelles de temps courtes pour détecter les éruptions de filaments en quasi-temps-réel.

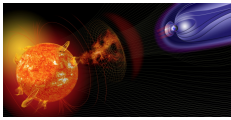


**Vers une caractérisation du milieu ionosphérique par inversion des spectres de signaux GPS  
aux hautes latitudes  
Galiègue Hélène / Onera**

Vincent Fabbro, Laurent Féral, Françoise Carvalho

CNES, Laboratoire Laplace (UPS)

A la traversée de l'ionosphère, les signaux GPS peuvent subir des affaiblissements et des sauts de phase et d'amplitude, causant des erreurs de localisation et parfois le décrochage des récepteurs. Les scintillations ionosphériques dues aux variances de TEC sont à l'origine de ces perturbations. Leur modélisation et leur prédiction sont donc importantes pour la communauté utilisatrice de signaux GNSS. La technique Parabolic Wave Equation (PWE)-Multiple Phase-Screen (MPS), développée à l'Onera, permet cette modélisation : elle consiste à propager le signal électromagnétique (résolution de l'équation de propagation par PWE), à travers une série d'écrans de phase (MPS) modélisant de façon statistique le milieu ionosphérique. Ces écrans de phase sont générés à partir d'un bruit blanc gaussien pondéré par le spectre du milieu ionosphérique. Ce dernier, issu de la théorie de la turbulence ionosphérique, est fonction des principales caractéristiques du milieu (orientation du champ magnétique terrestre, dimension maximale de la forme d'anisotropie?). Les spectres d'amplitude et de phase du signal transionosphérique, mesurés par des récepteurs GPS, dépendent de ces termes caractéristiques. Le travail d'inversion sur de tels spectres pourrait permettre de remonter à une de ces grandeurs physiques du milieu. Les premières conclusions de cette étude théorique et numérique seront présentées ici, ainsi que les perspectives données par l'exploitation des spectres réels mesurés par des récepteurs situés à différentes latitudes en Norvège.



**VP-Medoc - service de calcul de vent solaire - état actuel et développements  
Grappin Roland / LPP Palaiseau**

(1) A. Verdini, (2) F. Pantellini

(1) Observatoire de Florence (2) Obs Meudon, Lesia

VP-medoc est une banque de résultats de calcul fait (et publiés) via le code VP, qui est un code hydrodynamique 1D décrivant le vent solaire depuis la surface jusqu'à une fraction d'unité astronomique.

Les paramètres de contrôle sont

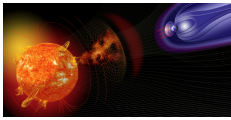
la topologie magnétique coronale et le profil de chauffage extérieur.

Ce code a permis d'étudier principalement jusqu'à présent la formation et l'évolution des plumes solaires. Le service VP inclut la possibilité de calculs à la demande.

Dans sa version future le code inclura un modèle de chauffage turbulent permettant de reproduire la distribution des vents lents et rapides et leurs propriétés à l'orbite terrestre.

On discutera les problèmes physiques qui se posent actuellement pour développer un tel modèle.





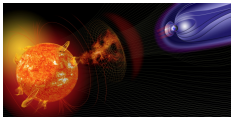
**Simulations of the Solar Orbiter spacecraft interactions with the Solar wind at different heliocentric distances**

**Guillemant Stanislas / IRAP**

S. Guillemant, V. Génot, J.-C. Matéo-Vélez, P. Sarrailh, P. Louarn, M. Maksimovic, C. J. Owen, A. Hilgers

This presentation focuses on numerical simulations of the Solar Orbiter spacecraft/plasma interactions performed with the Spacecraft Plasma Interaction System (SPIS) software (<http://dev.spis.org/projects/spine/home/spis/>). This toolkit aims at modelling spacecraft-plasma interactions, based on an electrostatic 3-D unstructured particle-in-cell plasma model. New powerful SPIS functionalities were recently delivered within the extension of the software: SPIS-Science (ESA contract). This version revolutionizes spacecraft/plasma interactions as users are now able to model and configure plasma instrument such as Langmuir probes or particle detectors taking into account instrument characteristics like geometry, materials, energy ranges and resolution, output frequency, field of view ?

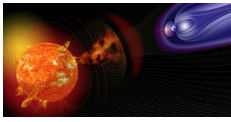
In the validation context of SPIS-Science functionalities, a simulation campaign was carried out, including several cases of the ESA Solar Orbiter mission. The results presented here specifically focus on particle measurements through the modelling of the Solar Wind Analyzer ? Electron Analyzer System instrument (SWA-EAS). Simulations of the spacecraft in different environments have been performed and extensively analysed. A detailed analysis will be presented concerning 1/ the satellite charging and, in particular, differential potentials on the dielectric surfaces of the Solar panels and the High Gain Antenna, which may severely affect low energy EAS measurements, 2/ the surrounding plasma behaviour : potential barriers for secondary and photoelectrons of about -5 V around the vehicle are indeed observed at the mission perihelion of 0.28 AU from the Sun and 3/ a quantification of biases on EAS measurements due to the combined effects of surface potentials, ion wake, and potential barriers. This work proposes a general framework to prepare the analysis of the future Solar Orbiter measurements.



**Mesure des champs magnetiques: Photosphère, Protubérances, Couronne, Mercure  
López Ariste Arturo / THEMIS CNRS UPS 853**

Mesurer les champs magnétiques qui définissent la dynamique des plasmas solaires et planétaires. Voilà un bel objectif pour les techniques spectropolarimétriques.

Dès la photosphère solaire aux protubérances, la couronne solaire et même jusqu'à la magnétosphère de Mercure, les observations spectropolarimétriques montrent ou promettent de montrer ces champs magnétiques omniprésents.



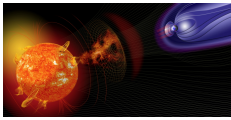
**AMDA - IonoTool, a new way of exploiting ionospheric data  
Pitout Frédéric / IRAP**

indiff

V, Génot, P.-L. Blelly, K. Alvarez, P. Diop, M. Bouchemit, B. Renard, E. Budnik

IRAP, Noveltis

The Automated Multi Dataset Analysis (AMDA) website was initially thought and designed to exploit the Data Centre for Plasma Physics (CDPP) which essentially archives satellites data. Recently, it was decided to broaden the service to ionospheric physics. This will include access to data from ground-based instruments (magnetometer, radars) but also access to modelling with the possibility of running the TRANSCAR ionospheric model online. We present a prototype of service that i) gives access to EISCAT data archived at CDPP, ii) is connected to the Madrigal database (and ultimately to other data centres) via web service, iii) offers a web interface to run TRANSCAR. Output of the model can be exported to and visualised with AMDA, allowing therefore direct data-simulation comparisons. Future developments will also be presented.



**New tools to track heliospheric structures between the Sun, planets and probes  
Rouillard Alexis / INSTITUT DE RECHERCHE EN ASTROPHYSIQUE ET  
PLANETOLOGIE**

Benoit Lavraud, Vincent Genot, Frederic Baudin, CDPP, MEDOC and OVGSO teams

IRAP, IAS, CNES

We will present a new tool called the "propagation tool" that allows users to track the evolution of coronal mass ejections, corotating interaction regions and solar energetic particles in the inner heliosphere. new interactive tool accessible to the solar, heliospheric and planetary science communities to track solar storms, streams and energetic particles in the heliosphere

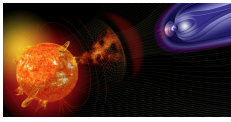
The propagation tool allows users:

- ? to propagate solar eruptions (CMEs) radially sunward or anti-sunward (Radial Propagation),
- ? to propagate corotating structures (CIRs) in the heliosphere (Corotation),
- ? to propagate solar energetic particles along magnetic fields lines sunward or anti-sunward (SEP Propagation).

The great novelty of the tool is the immediate visualisation and basic manipulation of maps of solar wind mass flows tracked continuously from the Sun to 1AU. These maps are called J-maps and are generated by extracting bands of pixels in coronal and heliospheric images along the ecliptic planes and stacking them vertically (along the ordinate) with time (along the abscissae). The maps are produced from teraocets of imagery data that are impossible to manipulate if you are not an expert in the field. The tool was designed to be user friendly and accessible to any scientist interested in locating CMEs/CIRs and particle fluxes in the ecliptic plane.

With the tool you can use J-maps to:

- ? cross check your ballistic calculation of CME/CIR propagations,
- ? carry out your own calculations of CME/CIR trajectories in the ecliptic plane via a few clicks on the map (simple use),
- ? use pre-calculated CME trajectories to check if a transient emerged from the Sun and impacted a planet or probe.



## ***Mécanismes d'accélération des particules et chauffage du plasma***

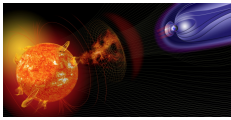
### **Observations d'oscillations de longues périodes dans les boucles coronales : détection automatique avec SDO/AIA Froment Clara / IAS**

F. Auchère, K. Bocchialini, J. Solomon

Après la découverte d'oscillations quasi-périodiques de longues périodes (entre 3h et 16h) à 19.5 nm avec le télescope EIT, leur détection automatique a été étendue aux données de l'imageur AIA à bord de SDO. Ces pulsations d'intensité sont majoritairement concentrées dans les régions actives et notamment dans les boucles coronales, sur lesquelles est focalisée notre étude. Avec les données d'AIA, nous pouvons donc maintenant détecter des événements simultanément sur les six bandes coronales de mai 2010 à novembre 2013. Parmi les centaines d'événements détectés, nous nous attacherons à l'analyse multi-spectrale de quelques événements caractéristiques.

Un diagnostic du plasma (densité, température, DEM) des régions actives oscillantes sera réalisé pour comprendre la nature physique de ces événements.

Ces paramètres physiques permettront d'argumenter les interprétations physiques possibles, en particulier en terme de petites perturbations de boucles en équilibre statique et d'étudier dans quelle mesure cela permet de contraindre les modèles de chauffage coronal.



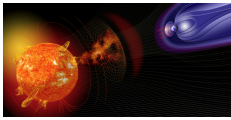
**Étude des distributions des énergies des petits événements dans la couronne solaire**  
**Joulin Vincent / IAS**

Buchlin, Eric ; Solomon, Jacques ; Guennou, Chloé

Pour expliquer la température élevée de la couronne, beaucoup d'attention a été accordée à la distribution en énergie des petits événements. En effet, si la loi de puissance de la distribution des énergies dissipées est plus pentue que  $-2$ , alors les plus petits événements inobservables pourraient contribuer à la plus grande partie de l'énergie totale dissipée dans la couronne. Les observations dans l'extrême ultra-violet et dans les rayons X ont montré une distribution en énergie s'étendant sur plus de huit ordres de grandeurs, avec une pente proche de  $-2$ , mais ces observations ne permettent pas de conclure sur la valeur précise de la pente. De plus, ces résultats fournissent une estimation grossière de l'énergie (thermique). D'un autre côté, les études spectroscopiques plus précises des événements comme les points brillants dans la couronne ne permettent pas d'apporter une information statistique suffisante pour calculer leurs contributions au chauffage.

Dans notre travail, notre objectif est d'obtenir une meilleure estimation de l'énergie dissipée dans les événements du chauffage de la couronne, en détectant les embrillancements EUV aux petites échelles spatiales et temporelles (une image toutes les deux minutes pendant une journée). Pour cela nous utilisons plusieurs canaux de l'instrument SDO/AIA ( $131\text{\AA}$ ,  $171\text{\AA}$ ,  $193\text{\AA}$ ,  $211\text{\AA}$ ,  $335\text{\AA}$ ) pour détecter les embrillancements, ensuite nous utilisons les cartes de température et de mesure d'émission calculées à partir des mêmes données pour calculer l'énergie thermique et radiative associées à ces événements. Nous comparerons les distributions en énergie des événements obtenus avec cette méthode avec les résultats précédents.

De plus, quand les embrillancements détectés sont couverts par les observations de l'instrument Hinode/EIS, nous pouvons utiliser les diagnostics spectroscopiques de température et de densité pour vérifier l'énergie thermique des événements et obtenir une estimation de l'énergie cinétique.



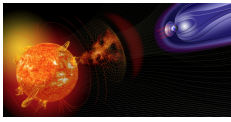
**Spicules, Jets and Polar Plumes: origin and dynamics**  
**Koutchmy Serge / IAP CNRS & UPMC**

Bazin, Cirille; Tavabi, Ehsan

SPICULES, JETS AND POLAR PLUMES: ORIGIN AND DYNAMICS

C. Bazin, S. Koutchmy and E. Tavabi

We discuss what we recently got from the analysis of SOT Hinode time sequences of high resolution limb spicules observed at broad band in the cool CaII H line emissions. Images were processed to minimize the overlapping effects using the Madmax algorithm before extracting time slice diagrams to discuss the coherent behavior of multiple components spicules. It suggests the flows are determined by the properties of a dynamic surrounding magnetic flux tube. Both kink and Alfvén waves are identified at short periods near 100s. Examining the best resolution coronal filtergrams from the AIA experiment of the SDO mission we were not capable to find any counterpart of ordinary spicules seen in absorption. Giant spicules and/or macro-spicules as observed in TR emission lines show an 'Eiffel tower' structure in the corona. Eclipse observations confirm the importance of these small scale eruptive mixed temperature structures for feeding the corona and presumably heating the low corona with the released energy. Short time sub-microflare in network regions are proposed to explain the occurrence of tiny and less tiny SXR jets possibly evolving along magnetic separatrices resulting from the interaction with the background field. Polar plumes observed in W-L at solar eclipses and with space-borne coronagraphs confirm the occurrence of a global magnetic field most of the time but outside the solar maximum. A careful differential analysis of dynamical polar plumes imaged with the 171 channel of the AIA (SDO) at high rate convincingly shows propagating perturbations resulting from waves launched from the underlying layers and seemingly giving a global coherent picture of the origin of both the heating and of the acceleration of the plasma in coronal holes.



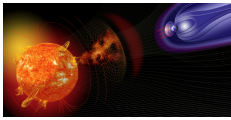
**Jets de plasma, fronts de dipolarisation et émissions d'ondes à partir des observations de la mission THEMIS (NASA)**

**Le Contel Olivier / LPP/CNRS Ecole Polytechnique/UPMC/Paris-Sud 11**

A. Retino, T. Chust, Retino's ISSI Team

Les études statistiques des années 90 sur les jets de plasma rapides et sporadiques dans la queue magnétique de la magnétosphère terrestre (Baumjohann et al. 1990, Angelopoulos et al. 1992) ont montré que ce régime de transport non stationnaire d'énergie, de matière et de flux magnétique contribuait significativement au bilan global de la magnétosphère. Il est admis que ces jets peuvent se produire pendant ou en dehors des périodes de reconfiguration globale de la magnétosphère appelées sous-orages magnétosphériques. A partir des données de la mission Cluster puis de celles de la mission THEMIS, il a été possible de mieux caractériser ces structures; l'épaisseur de leur front de propagation est de l'ordre du rayon de giration (ou de la longueur d'inertie) des ions thermiques de la couche de plasma et leur extension dans la direction azimutale perpendiculairement au champ magnétique est de l'ordre de 2 à 3 rayons terrestres. Les mécanismes de formation de ces jets sont toujours à l'étude mais pour simplifier on distinguera ceux évoquant un processus de reconnexion locale des lignes de champ magnétique et ceux fondés sur le mécanisme d'interchange/ballonnement de tubes de flux. Ces questions ont été récemment discutées lors de deux réunions du groupe ISSI (Particle Acceleration at Plasma Jet Fronts in the Earth's Magnetosphere) proposé par A. Retino (voir sa présentation). Après une brève revue des questions sur les mécanismes de formation, nous nous concentrerons sur les émissions d'ondes associées à ces structures à partir de certains cas d'étude détectés par les sondes de la mission THEMIS.



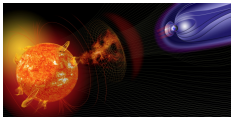


**Dynamics of a supercritical perpendicular shock in the presence of pick-up ions**  
**Lembège Bertrand / LATMOS**

Z. Yang (1), et Q. Lu (2)

(1): NSSC, CAS, Beijing, China; (2) : (USTC), Hefei, P. R. China

The dynamics of a perpendicular supercritical shock in the presence of pick-up ions (PUIs) is analyzed with the aid of a one-dimensional particle-in-cell (PIC) simulation code. This work is stimulated by Voyager 2 data which showed nonstationary behaviors of the heliospheric termination shock (TS) [Richardson et al., 2008; Burlaga et al., 2008]. Recent hybrid and PIC simulations have clarified the strong contribution of PUIs in the global energy partition at the TS [Wu et al., 2010; Scholer & Matsukyo, 2011]. The present work focuses on the nonstationary behavior of the shock front in the presence of PUIs (with different compositional percentages) and its effect on the global energy partition (between protons and PUIs) in the downstream region. Solar wind (SW) protons and PUIs are described, respectively, as Maxwellian and shell distributions. Our results evidence that: (i) the TS front is still nonstationary even in the presence of 25% of PUIs (self reformation of the shock front due to the accumulation of SW ions) and even for a "moderate" super-critical MA regime, (ii) show that the multiple crossings of the TS by Voyager 2 [Richardson et al., 2008; Burlaga et al., 2008] may be associated with the change in the shock front location (and its velocity) due to the front self-reformation, and (iii) confirm in average that 20% and 80% of the upstream SW energy is transferred to protons and to PUI respectively as evidenced in previous works for a fixed shock profile (at a given time. Moreover, present results also show quantitatively the dependence of the energy partition between the SW protons and PUIs in the downstream region versus the shock front non-stationarity (self-reformation).



**Modèle dynamique tri-dimensionnel de l'injection de particules énergétiques de la couronne solaire à l'héliosphère**

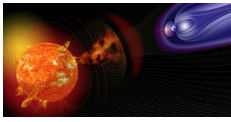
**Masson Sophie / CUA - NASA GSFC**

S. K. Antiochos, C. R. DeVore

Goddard Space Flight Center - NASA

L'impact des particules énergétiques est l'une des manifestations de l'activité solaire. Le modèle standard des éruptions, soutenu par les observations, décrit qu'un processus de reconnexion magnétique se développe à l'arrière de la CME et contribue à son éjection. Lors de cet épisode de reconnexion, les particules peuvent être accélérées. Du fait de la géométrie de la configuration magnétique de la CME, les particules énergétiques devraient alors être piégées au sein de la CME et ne pas avoir accès au milieu interplanétaire.

J'ai réalisé une simulation 3D MHD d'une configuration magnétique représentant une région active bipolaire incluse dans l'hémisphère nord, et modélisé l'éruption d'une CME. La particularité de cette simulation repose sur la présence d'un vent solaire qui définit l'atmosphère et la structure magnétique de la couronne et de l'héliosphère. Suite à l'éruption, la CME interagit avec le champ héliosphérique et des épisodes de reconnexion se développent entre la CME et le champ ouvert. Ce couplage entre le champ coronal et champ interplanétaire permet aux particules piégées dans la CME de s'échapper. Une analyse détaillée de la dynamique du champ magnétique permet de contraindre les caractéristiques spatiales et temporelles des faisceaux d'injection de particules dans l'héliosphère. Je discuterai les implications de ce modèle pour interpréter les observations des éruptions solaires et des événements à particules.

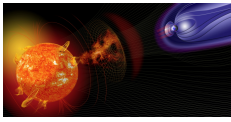


**Low frequency wave packets emission at a planetary bow shock and foreshock**  
**Mazelle Christian / IRAP**

B. Lembège (2), K. Meziane (3), C. Bertucci (4)

(2) LATMOS, UVSQ, Guyancourt, France; (3) UNB, Fredericton, Canada; (4) IAFE, Buenos Aires, Argentine

Low frequency waves are observed upstream from planetary bow shock. They are either shock precursors related to the shock structure itself or originating from the foreshock region which is produced by backstreaming particles. In the quasi-parallel part of the foreshock, steepened low frequency waves or local nonlinear pulsations are often associated with whistler-mode wave packets. Whistler waves precursors at quasi-perpendicular planetary shock fronts can also be present in supercritical regime while there are often less prominent than for low beta subcritical shocks. They constitute one channel to evacuate incident energy from the shock and balance shock steepening for high Mach number shocks. The properties of such whistler wave packets observed both upstream of the front or in the overshoot of supercritical quasi-perpendicular shocks at Earth have been described in details from a multi-spacecraft analysis. It is crucial to determine their origin either by dispersion from the shock ramp or by local microinstabilities related to the reflected ions. On one hand, theoretical works relate nonlinear whistler dynamics with the shock front nonstationarity. On the other hand, some simulation works have shown that large amplitude coherent whistler waves can be emitted in the foot region and dominate the whole shock front dynamics inhibiting the nonstationarity in certain conditions.

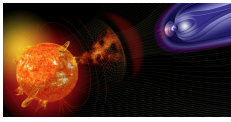


**Etude statistique du mouvement du choc terrestre  
Mazelle Christian / IRAP**

K. Meziane (2)

(2) UNB, Fredericton, Canada

Le mouvement de l'onde choc terrestre est examiné à partir des données plasma et champ magnétique à bord du quartet CLUSTER. On analyse un ensemble de 133 traversées du choc terrestre obéissant à des critères pré-établis qui permettent de minimiser les incertitudes. Les fluctuations magnétiques de basses fréquences, lorsqu'elles sont présentes, sont supprimées au moyen de la technique FFT. Ceci permet d'inclure dans notre sélection des traversées du choc oblique. Les résultats préliminaires montrent que le mouvement du choc est essentiellement dirigé le long de la direction Soleil-Terre. Pour des vitesses inférieures à 80 km/s, la distribution (des vitesses) est maxwellienne avec une moyenne de  $\sim 0$  km/s et un écart type de  $\sim 42$  km/s. Ceci suggère que le mouvement du choc terrestre résulte de la faible turbulence inhérente au vent solaire. On montre que les vitesses élevées du choc terrestre sont provoquées par des discontinuités tangentielles qui se propagent dans le vent solaire. Dans ces cas précis, les valeurs numériques obtenues sont compatibles avec des mouvements de la magnétopause plutôt que de résulter de la variation du nombre de Mach.

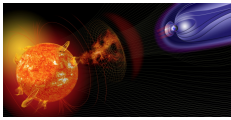


**Élargissement thermique des faisceaux alignés dans le pré-choc terrestre**  
**Mazelle Christian / IRAP**

K. Meziane (2)

(2) UNB, Fredericton, Canada

L'élargissement thermique des faisceaux alignés d'ions observés en amont de l'onde de choc terrestre est étudié pour la première fois de manière exhaustive à partir des mesures de l'expérience CLUSTER/CIS. Ces élargissements thermiques sont tirés de l'analyse des fonctions de distributions des ions. Typiquement, les fonctions de distributions réduites  $f(V_{\text{para}})$  et  $f(V_{\text{perp}})$  exhibent un profil quasi-maxwellien. Un fit maxwellien est alors utilisé pour déduire les températures parallèle et perpendiculaire des faisceaux. Les résultats obtenus montrent d'une part que les températures parallèles et perpendiculaire sont fortement corrélées avec la vitesse (ou la température) du vent solaire. D'autre part, plus le faisceau d'ion est rapide, plus il est chaud. Toutefois, c'est dans la direction perpendiculaire au champ magnétique que les élargissements sont les plus importants. L'analyse quantitative fournit des éléments primordiaux pour un quelconque mécanisme de production des faisceaux du pré-choc terrestre. L'anisotropie thermique observée relèverait d'un effet de turbulence alfvénique au niveau du choc.

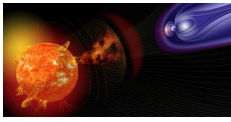


**The ULF wave foreshock boundary: Cluster observations**  
**Mazelle Christian / IRAP**

Nahuel Andres (2), Karim Meziane (3), Cesar Bertucci (2)

(2) IAFE, Buenos Aires, Argentine; (3) UNB, Fredericton, Canada

In the upstream region of the bow shock, the interaction of backstreaming ions with the incoming solar wind gives rise to a number of plasma instabilities from which ultra-low frequency (ULF) waves can grow. Due to the finite growth rate, it is expected that the region of ULF wave activity is spatially localized in the ion foreshock. Observational evidence of the ULF wave foreshock boundary has accumulated over the last three decades. Among other things, it has been shown that the geometrical characteristics of the boundary are very sensitive to the interplanetary magnetic field (IMF) cone angle. In the present work, we aimed at revisiting the properties of the ULF wave foreshock boundary. For this purpose, we use the first three years of magnetic field data from the flux gate magnetometer (FGM), and the plasma densities and velocities from the hot ion analyzer (HIA) low-geometry factor side on board RUMBA (SC 1). We use a specific and accurate criterion for the determination of boundary crossings, and a 3-D structure bow shock model to reconstruct the foreshock geometry. In particular, our criterion is used to qualitatively measure the differences between the magnetic field in the wave and no-wave zones, taking into account possible rotations of the IMF. A new identification of the ULF wave foreshock boundary is presented and it is compared with previous results reported in the literature as well as with theoretical predictions.



**Echappement et accélération plasma dans le sillage de Titan**  
**Modolo Ronan / LATMOS**

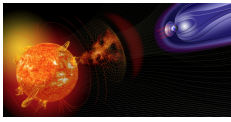
E. Dubinin, JJ Berthelier, N. Romanelli, C. Bertucci, A. Coates, N. Edberg, JE Wahlund

MPS, Allemagne; IAFE, Argentine; MSSL, Angleterre; IRF, Suède

Les observations de la sonde Cassini, en particulier les observations ondes et particules, sont couplées aux mesures de champ magnétiques pour étudier la magnétosphère induite de Titan. Ces observations, tout comme celles de Voyager, révèlent la présence d'un plasma de relativement basse énergie, quelques dizaines d'eV, et d'origine ionosphérique dans le sillage de Titan [1, 2, 3, 7]. Des ions lourds, de rapport masse sur charge autour de 16, 28 et plus, ont été observés dans cette queue magnétosphérique induite [4, 5]. Dans cette étude, nous présentons des observations issues du survol T40 qui illustrent l'accélération du plasma. Dans cette région, les observations RPWS indiquent une densité électronique variant de 0.1 à 10 cm<sup>-3</sup>. Les observations de CAPS-IMS montrent la présence d'ions d'origine ionosphérique avec des masses allant de 15 à 29 amu, en accord avec les observations d'INMS à plus basses altitudes [6]. Une accélération progressive du plasma ionosphérique est illustré par les conservations particules et la relative conservation du test de Walèn suggèrent que cette accélération est en partie liée aux forces de tension magnétique.

Références :

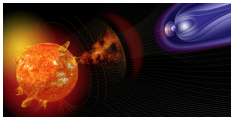
- [1] Modolo et al, 2007
- [2] Coates et al, 2007
- [3] Edberg et al, 2011
- [4] Szego et al, 2011
- [5] Sittler et al, 2010
- [6] Westlake et al, 2012
- [7] Coates et al, 2012



**Accélération par des ondes d'Alfvén en propagation parallèle  
Mottez Fabrice / LUTH-Observatoire de Paris**

Il arrive que dans diverses régions de la magnétosphère, des ondes d'Alfvén de longueurs proches se croisent en se propageant le long des lignes de champ magnétique. Des simulations numériques et des travaux théoriques montrent qu'elles peuvent, sous réserve d'une polarisation adéquate engendrer des champs électriques parallèles relativement statiques, efficaces pour accélérer le plasma. Cela peut jouer un rôle important, par exemple, dans les régions aurorales de la Terre, et dans les ceintures de radiation. Ce mécanisme est entièrement nouveau par rapport aux mécanismes habituellement invoqués, qui supposent des petites longueurs d'ondes perpendiculaires au champ magnétique. Ici, tout se passe le long du champ magnétique.





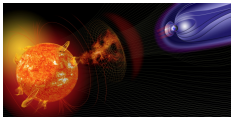
**Origin of microturbulence within the foot of supercritical quasiperpendicular shocks**  
**Muschietti Laurent / Latmos**

Lembege, Bertrand

SSL-UC Berkeley

Supercritical shocks are characterized by a fraction of the incoming ions which is reflected at the steep front and stream across the magnetic field in the foot. These ions accumulate and are responsible for the shock front self-reformation. The drift of the reflected ion beam versus the electrons can easily destabilize waves in the electron cyclotron frequency range. By means of linear analysis, we show that several Bernstein harmonics can be unstable, their number being proportional to the drift, yet limited by the ion beam's temperature. Separate full electromagnetic PIC periodic simulations restricted to the three local populations (incoming electrons/ions and reflected ions) identified in the foot region have been performed in order to investigate the nonlinear characteristics of these waves with a high spatial resolution and a high statistics. First, high cyclotron harmonics develop in good agreement with linear dispersion properties and over times much smaller than the characteristic period of the shock front self-reformation. Second, as the high  $k$ -modes saturate by trapping ions of the reflected beam, the spectral power shifts towards lower  $k$ -modes to eventually accumulate on the first harmonic in a process which appears like an inverse cascade. Third, one surprising result in the late phase is the development of a magnetic component to the spectrum that had so far been mostly electrostatic. Fourth, the late phase also evidences a significant energy transfer from the ion beam to the electrons which experience a marked increase in temperature.

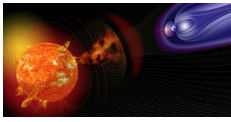
REF: Muschietti, L. and B. Lembege (2013), JGR Space Physics, 118,2267-2285,doi:10.1002/jgra 50224.



**Relation entre émissions X des électrons accélérés lors des éruptions solaires, champ magnétique et densité de courant**  
**Musset Sophie / LESIA - Observatoire de Paris**

Vilmer, Nicole et Bommier, Véronique

Il est généralement admis que l'énergie libérée lors des éruptions solaires est auparavant stockée dans des champs magnétiques non-potentiels associés à des courants électriques. Etant donné qu'une partie de cette énergie magnétique est transmise sous forme d'accélération de particules lors des éruptions solaires, nous avons étudié, pour l'éruption de classe X2.2 du 15 Février 2011 (AR NOAA 11158), les relations entre les émissions X émises par les électrons énergétiques accélérés dans la couronne, le champ magnétique et la densité de courant verticale photosphériques. Les images dans le domaine X ont été créées à partir des données du Reuven Ramaty High Energy Solar Spectroscopic Imager (RHESSI), et elles ont été superposées aux cartes de champ magnétique et de densité de courant verticale, calculée à partir des données spectropolarimétriques du Helioseismic and Magnetic Imager (HMI) du Solar Dynamics Observatory (SDO), avec le code d'inversion UNNOFIT et le code de résolution d'ambiguïté de Metcalf. Cette analyse permet de montrer que les rayons X thermiques et non-thermiques émis par les électrons accélérés pendant l'éruption sont situés au-dessus d'une nappe de courants verticaux dans la photosphère. La comparaison avec les émissions en ultraviolet extrême (données du Atmospheric Imaging Assembly SDO/AIA), ainsi qu'une analyse spectrale de l'émission X, complètent l'étude de cette éruption.



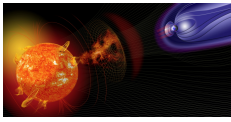
**Chauffage/accélération des particules dans les fronts de jet de plasma et les régions de freinage dans la magnétosphère**

**Retino Alessandro / Laboratoire de Physique des Plasmas**

A. Vaivads (2), Y. Khotyaintsev (2), O. Le Contel, H. Fu (2), B. Zieger (3), R. Nakamura (4), C. Jackman (5)

(2) Swedish Institute of Space Physics, Uppsala, Sweden; (3) Center for Space Physics, Boston University, USA; (4) Space Research Institute, Graz, Austria; (5) University of Southampton, UK

Les fronts de jet de plasma/régions de freinage sont des régions importantes pour la dissipation d'énergie et le chauffage/accélération de particules dans les magnétosphères planétaires et dans les plasmas solaires et astrophysiques. Cependant, ces régions peuvent être étudiées expérimentalement en détail que dans les magnétosphères, où des mesures à haute résolution de fonctions de distribution des particules et des champs électromagnétiques sont disponibles in situ. Nous rapportons ici des observations récentes des fronts de jet/régions de freinage faites par les satellites Cluster, Themis et Cassini et les comparons aux résultats des simulations numériques (MHD, cinétiques). Nous résumons les résultats du groupe de travail ISSI " Particle acceleration at plasma jet fronts in the Earth's magnetosphere " récemment organisées sur ce sujet.



**On the nature of magnetosheath FTEs**  
**Robert Patrick / CNRS/LPP**

A.Roux, O.Le Contel, D.Fontaine, P.Canu, LPP J.M.Bosqued, P. Louarn, IRAP

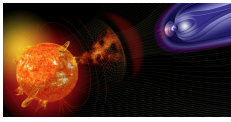
IRAP

Cluster multipoint measurements are used to study a magnetosheath Flux Transfer Event (FTE), with a classical boundary normal coordinate signature. The topology of magnetic field lines is probed by energetic electrons. The FTE signature is divided in two parts. During the first part (the leading edge) of the FTE signature, while the normal component  $B_n$  is positive and the density is low, magnetic field lines are found to be closed (two magnetic footprints on Earth). Conversely, during the second part of the FTE signature (the trailing edge), while  $B_n$  is negative and the density is large, magnetic field lines are found to be open (only one footprint on Earth). Changes in the number of footprint on the Earth are shown to correspond to sharp variations, discontinuities, in the ion flow velocity, in the density, and in the magnetic field. The nature of these discontinuities is determined via multipoint data analysis.

The magnetosheath (MSh) plasma is found to be accelerated at the trailing edge of the FTE as it moves across a rotational discontinuity (RD). This accelerated plasma being faster than the FTE tends to overtake it. As it moves towards the front side the accelerated magnetosheath plasma crosses a second discontinuity as it penetrates on closed field lines. This second discontinuity has mixed properties between a shock and a RD. A tangential discontinuity (TD) is identified at the leading edge of the FTE; there is hardly any exchange of plasma through it.

In addition to the 3 discontinuities described above that correspond to changes in magnetic topology, a fourth discontinuity is observed while the spacecraft are on closed field lines. After crossing the second discontinuity the magnetosheath plasma is still fast. The latter discontinuity is a shock that reduces the speed down to the magnetosheath value. It corresponds to a strong decrease in the density down to that of the magnetospheric plasma.

Magnetosheath electrons are heated, mainly along the guide field, in the parallel and antiparallel directions. Electron heating is found to take place between the RD (at the trailing edge) and this last shock. It coincides with intense ultra low frequency waves. We analyze the nature of the waves and discuss their potential role at enabling magnetic reconnection.

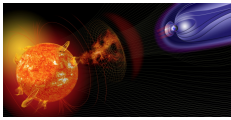


**The connection between pressure waves in the corona and solar energetic particle events  
Rouillard Alexis / INSTITUT DE RECHERCHE EN ASTROPHYSIQUE ET  
PLANETOLOGIE**

Alexis P Rouillard, Margot Tirole Angelos Vourlidas, Allan J Tylka, Christina MS Cohen, Chee Keong Ng, Richard A Mewaldt, Glenn Mason

IRAP-CNRS / UPS, Naval Research Laboratory, Goddard Space Flight Center, California Institute of Technology, George Mason University, JHU/Applied Physics Lab

We combine ultraviolet and white-light images obtained by the Solar Dynamics Observatory (SDO) and the Solar-Terrestrial Relations Observatory (STEREO) to track, in the lower corona, the spatial and temporal evolution of pressure waves associated with the onset of Coronal Mass Ejections (CMEs). We use ideal geometrical 3-D surfaces (spheroids, ellipsoids) to follow with time the spatial location of pressure variations observed in EUV and white-light images. This fitting technique provides a tracking of the evolution of coronal shocks from the Sun to 20 solar radii. We use a simple model of the distribution of interplanetary magnetic field lines to determine the footpoint locations of field lines connecting the lower corona to the points of in-situ measurements. We extract the velocity 3-D vector along the shock normal for different intersecting magnetic field lines connected to in-situ spacecraft. We use in-situ measurements of the onset of solar energetic particle events (SEPs) to determine their release time near the Sun. We concentrate on the proton-rich events detected by the near-Earth spacecraft as well as the STEREO spacecraft from 2011 to 2013. We (1) determine the height and spatial extent of the pressure waves at the SEP release times, (2) compare the longitudinal extent of SEP events with the extent of the pressure waves, (3) compare the kinematic properties of pressure waves launched over widely separated longitudes with the intensity of proton-rich events. We discuss the successes and challenges faced when interpreting SEP events in terms of the speed and geometry of coronal shocks.

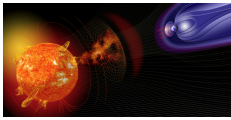


**Modèle du transport dans l'atmosphère des électrons relativistes et des photons gamma en relation avec les TGFs**

**Sarria David / Institut de Recherche en Astrophysique et Planétologie (IRAP)**

BLELLY, Pierre-Louis. FORME, François

Onboard TARANIS satellite, the CNES mission dedicated to the study of TLE and TGFs, IDEE and XGRE are the two instruments which will measure the relativistic electrons and X and gamma rays. At the altitude of the satellite, the fluxes have been significantly altered by the filtering of the atmosphere and the satellite only measures a subset of the particles. Therefore, the inverse problem, to get an information on the sources and on the mechanisms responsible for these emissions, is rather tough to tackle, especially if we want to take advantage of the other instruments which will provide indirect information on those particles. The only reasonable way to solve this problem is to embed in the data processing, a theoretical approach using a numerical model of the generation and the transport of these burst emissions. For this purpose, we start to develop a numerical Monte carlo model which solves the transport in the atmosphere of both relativistic electrons and gamma-rays. After a brief presentation of the model and the validation by comparison with GEANT 4, we discuss how the photons and electrons may be spatially dispersed as a function of their energy at the altitude of the satellite, depending on the source properties, and the impact that could have on the detection by the satellite. Then, we give preliminary results on the interaction of the energetic particles with the neutral atmosphere, mainly in term of production rate of excited states, which will be accessible through MicroCameras and Photometers (MCP) experiment (onboard the TARANIS spacecraft), and ionized species, which are important for the electrodynamic.



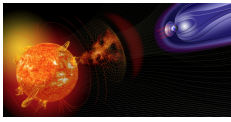
**Le pré-choc ionique : origine et propriétés des faisceaux gyrotropiques et non gyrotropiques**  
**Savoini Philippe / LPP**

Bertrand Lembège

LATMOS

Le préchoc est une région en amont de l'onde de choc terrestre, peuplée par des particules énergétiques remontant le flot du vent solaire. Dans le cas du choc quasi-perpendiculaire, les données expérimentales ont mis en évidence l'existence de deux populations distinctes dans le préchoc dont l'origine exacte ne peut être déterminée à l'aide de ces seules données. Une population constituée de faisceaux d'ions alignés (« FAB »), caractérisée par une distribution gyrotropique et une population non gyrotropique (« GPB ») caractérisée par une distribution perpendiculaire décentrée par rapport à leur vitesse d'ensemble.

L'utilisation de la simulation numérique a permis d'identifier une origine possible de ces deux populations sans faire appel à des mécanismes de diffusion (suite à des instabilités) présents dans le choc ou en amont de celui-ci. Ces résultats montrent que ces deux populations peuvent être identifiées par leur temps d'interaction  $Dt_{int}$  avec l'onde de choc. La population « FAB » se caractérise par un temps  $Dt_{int}$  couvrant plusieurs gyro-périodes ioniques  $T_{ci}$  ( $4 \leq T_{ci} \leq 12$ ) et de multiples rebonds sur le front de choc. A l'inverse, la population "GPB" ne subit qu'un seul rebond de très courte durée (i.e.  $Dt_{int} < 1 T_{ci}$ ). Cette séparation ne semble pas être due à des mécanismes différents de réflexion mais plutôt à la manière dont ces particules vont interagir avec le front du choc. En effet, une analyse statistique plus approfondie des trajectoires des ions a mis en évidence que les deux populations peuvent être identifiées en fonction de leur angle d'injection au moment où elles rentrent en contact avec l'onde de choc (angle défini entre la normale locale au front de choc et le vecteur de vitesse de giration des ions). Un tel comportement explique comment les ions réfléchis sont divisés en « FAB » et « GPB » et comment la population « FAB » perd sa cohérence de phase et devient gyrotropique ce qui n'est pas le cas pour le " GPB ". L'étude des trajectoires des particules permet de vérifier ce comportement aussi du point de vue individuel.



**Diagnostic du plasma et des poussières dans la magnétosphère de Saturne à partir des données Cassini**  
**Schippers Patricia / LESIA**

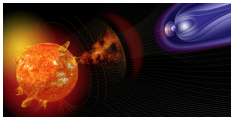
Moncuquet Michel, Meyer-Vernet Nicole

Nous exploitons le bruit quasi-thermique mesuré par le récepteur HF de l'instrument radio à bord de Cassini pour contraindre les propriétés du plasma et des poussières dans la région la plus interne de la magnétosphère de Saturne.

L'analyse des spectres radios permet en effet de s'affranchir de certaines limitations des analyseurs de particules chargées (notamment dans la région des ceintures de radiation) et des détecteurs de poussières.

Nous montrerons et discuterons les résultats obtenus récemment à partir de l'étude statistique basée sur 8 ans de données radio de Cassini.



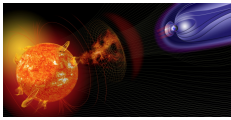


**Diagnosics radio et X des faisceaux d'électrons accélérés lors des éruptions solaires  
Vilmer Nicole / LESIA-Paris Observatory**

REID, Hamish

University of Glasgow

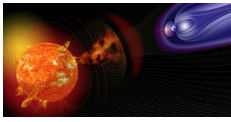
Les électrons énergétiques accélérés lors des éruptions solaires sont à l'origine de rayonnement X lors de leur interaction avec l'atmosphère solaire et d'émissions radio (en particulier des émissions de type III) lorsque les faisceaux d'électrons accélérés se propagent dans la couronne vers le milieu interplanétaire. Nous avons mené récemment dans le cadre d'un projet FP7 (HESPE) plusieurs études statistiques basées sur la combinaison des observations X de RHESSI et des observations radio obtenues au sol et dans l'espace (Radiohéliographe de Nançay, DAM Nançay, Zurich, WIND/WAVES) qui permettent d'obtenir des informations sur les sites d'accélération des électrons ainsi que sur les conditions de propagation des électrons accélérés dans la couronne vers le milieu interplanétaire. Je présenterai ici les résultats de ces études: estimation de la hauteur et de la taille de la région d'accélération des électrons pour plusieurs événements, pourcentage de sursauts radio observés dans la couronne se poursuivant dans le milieu interplanétaire et lien avec les caractéristiques des éruptions X associées. Je discuterai des possibilités de poursuivre ces études dans le futur en liaison avec les observations de Solar Orbiter.



**Observations des éruptions solaires en rayons X avec l'anticoïncidence d'INTEGRAL**  
**Vilmer Nicole / LESIA-Paris Observatory**

R. Rodríguez-Gasén, J. Kiener, V. Tatischeff, N., C. Hamadache, K.-L. Klein  
CSNSM, IN2P3-CNRS, Univ. Paris-Sud

La mission INTEGRAL de l'ESA est un observatoire pour l'astrophysique dédié à l'observation des émissions X et  $\gamma$  entre 15 keV et 10 MeV. Depuis son lancement en 2002, de nombreuses éruptions solaires ont été détectées en rayons X dur au dessus de 100 keV par l'anticoïncidence du spectromètre (SPI). Dans le cadre du projet européen FP7 (SEPServer), nous avons analysé les éruptions X solaires observées par cette anticoïncidence en liaison avec de nombreux événements à particules détectés dans le milieu interplanétaire. Afin de rendre ces données utilisables pour la communauté solaire, nous avons simulé la réponse de l'anticoïncidence pour différentes conditions d'observations des sursauts solaires. Cela permet d'obtenir une estimation de l'énergie des photons X détectés par l'anticoïncidence et de la surface efficace de détection. Nous avons comparé pour plusieurs événements observés conjointement avec RHESSI les flux de photons X mesurés par les deux expériences. L'ensemble de nos résultats montre la possibilité d'utiliser les observations de l'anticoïncidence d'INTEGRAL pour mener des études en physique solaire. En particulier, la grande surface de détection permet d'obtenir des profils temporels des émissions X au dessus de 100 keV pour un grand nombre d'éruptions solaires de classe X et M.



## *Instrumentation*

### **L'avenir de l'instrumentation solaire visible sol Abouharham Jean / LESIA, Observatoire de Paris**

Faurobert, Marianne ; Gelly, Bernard ; Lopez-Ariste, Arturo ; Baudin, Frédéric ; Paletou, Frédéric

OCA, THEMIS, IAS, IRAP

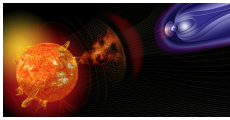
La fin programmée de la participation française à THEMIS pose la question de l'avenir de l'observation solaire dans le domaine visible depuis le sol en France. La participation au "Design Study" de EST n'a pas été suivie d'un fort investissement de la communauté française dans la suite du projet.

Des contacts existent au niveau de SolarNet, mais trop marginaux pour imaginer jouer un rôle de premier plan à ce niveau. Cependant, dans la participation à SolarNet, la France est la seule disposant d'une véritable expérience de base de données d'observations spectropolarimétriques et d'observatoire virtuel solaire.

Enfin, aux USA, des concepteurs du télescope ATST ont contacté des chercheurs français en vue d'un possible partenariat avec la NSO pour installer un éventuel data center ATST en France.

Cet ensemble de considérations fait qu'il est encore possible "d'avoir un pied" dans les grands instruments solaires sol du futur, pour un investissement en personnel qui pourrait être relativement réduit. Cela demande de s'organiser au niveau national, de faire un inventaire détaillé des forces disponibles, des réponses à apporter aux divers projets. De cette organisation dépendra la participation française à ces grands projets, ce qui pourra tomber en phase avec le prochain séminaire de prospective de l'INSU.

Nous présenterons ici les conclusions d'une série de discussions sur la question.



**Exploration orbitale du système d'Uranus**  
**Andre Nicolas / irap**

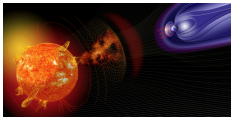
indiff

L. Lamy, N. André, C. Briand, S. Charnoz, B. Christophe, D. Gautier, S. Hess, Y. Langevin, J. P.,  
Lebreton, O. Mousis, G. Tobie et P. Zarka

IRAP, IMCCE, ONERA, IAS, LPC2E, UTINAM, Univ. Nantes

Après l'envoi de missions orbitales à destination de toutes les planètes telluriques et des géantes gazeuses, Uranus est la prochaine étape clé de l'exploration planétaire, dans le système solaire externe. Archétype de la catégorie des planètes géantes glacées, qu'elle forme avec Neptune, Uranus n'a été explorée qu'une unique fois, lors du survol de Voyager 2 en 1986, qui a révélé un système planétaire sans équivalent dans le système solaire. Sa spécificité réside dans un axe de rotation voisin de l'écliptique et un axe magnétique incliné de  $60^\circ$ . Associées à une rotation rapide (17.24h) et une révolution lente (84 ans), ces caractéristiques diffèrent radicalement des cas de la Terre, Jupiter ou Saturne, mais aussi de Neptune. De plus, Uranus dispose d'un système d'anneaux et de satellites très particulier. Dans ces conditions, l'étude du système d'Uranus pose de nombreuses et riches questions scientifiques : origine de l'axe de rotation, source d'énergie interne, rôle du forçage solaire saisonnier, dynamique de la magnétosphère asymétrique, variations séculaires du champ magnétique, origine du système d'anneaux et de satellites etc. L'étude cette planète revêt par ailleurs un enjeu particulier mis en lumière par les observations Képler qui suggèrent que les planètes géantes glacées sont plus communes que les géantes gazeuses dans notre galaxie.

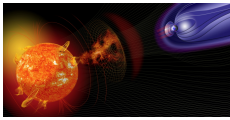
Pour étudier le système d'Uranus, plusieurs projets de mission orbitale ont récemment été soumis à l'ESA [programme Cosmic Vision missions, M3, L2/L3] et la NASA. Ces initiatives, parallèles à une campagne spécifique d'observations terrestres NASA « Uranus à l'équinoxe » commencée en 2007, et la forte participation au colloque international « Uranus beyond Voyager 2 » qui s'est tenu à Meudon en septembre 2013, illustrent le fort engouement pour cet objet d'une communauté large (planétaire et héliosphère, nationale et internationale). Nous ferons le point devant la communauté PNST de l'ensemble de ces développements, en mettant l'accent sur l'étude de la magnétosphère d'Uranus.



**ALFVEN : accélération aurorale et couplage ionosphère-magnétosphère**  
**Berthomier Matthieu / LPP**

P. Louarn (IRAP), J.-L. Pinçon (LPC2E), B. Cecconi (LESIA)

Le projet ALFVEN, proposé comme mission de classe M à l'ESA, a pour objectif l'étude de l'interface aurorale, c'est-à-dire du couplage entre l'ionosphère et la magnétosphère dans les régions d'accélération aurorales. Ces régions n'ont encore jamais fait l'objet d'une mission multi-satellites permettant de distinguer entre les différents modèles d'accélération et de progresser ainsi de façon décisive dans la compréhension du couplage ionosphère-magnétosphère. Le projet ALFVEN serait particulièrement bien adapté à l'étude d'un certain nombre de phénomènes essentiels présentant un intérêt astrophysique et dont les mécanismes sont encore mal connus : la cascade turbulente vers les petites échelles de l'énergie injectée aux grandes échelles dans les zones aurorales lors des sous-orages magnétiques; l'accélération des particules chargées par des champs électriques très localisés ou par des ondes d'Alfvén; les processus non-thermiques d'émission de rayonnements électromagnétiques; les mécanismes de chauffage des ions et l'érosion ionosphérique planétaire associée. Alors que les missions précédentes n'ont souvent fourni qu'une analyse de ces phénomènes sur un plan qualitatif de par l'aspect ponctuel des mesures (POLAR, FAST, ?) ou de par les limitations du dispositif de mesure (CLUSTER), le projet ALFVEN fournirait les données indispensables pour établir le bilan quantitatif des échanges d'énergie entre l'ionosphère et la magnétosphère dans une perspective d'étude globale du système Soleil-Terre. Les satellites seraient positionnés ainsi au coeur des régions d'accélération aurorales, tantôt alignés avec le champ magnétique, tantôt positionnés transversalement à celui-ci, selon les phases de leur orbite. Ils couvriraient des altitudes allant de quelques centaines de km jusqu'à un minimum de 2 rayons terrestres (géocentrique). Ils seraient séparés par des distances variant de quelques km à quelques centaines de km correspondant aux principales échelles caractéristiques du milieu. La charge utile type comprend à la fois des mesures in-situ et l'imagerie des arcs auroraux. Les mesures particules à haute résolution temporelle (<100 msec) et les mesures du champ électromagnétique à 3D du continu jusqu'à 1MHz permettraient de couvrir la diversité des phénomènes caractérisant le couplage entre l'ionosphère et la magnétosphère.

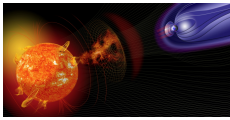


**3DCAM : caméra plasma 3D**  
**Berthomier Matthieu / LPP**

Xavier Morel, Jean-Denis Techer

L'enjeu scientifique de la réalisation d'un analyseur plasma à champ de vue 3D est de première importance pour la physique des plasmas spatiaux. En effet, l'étude de la magnétosphère terrestre est à l'heure actuelle confrontée à un défi majeur. L'analyse de phénomènes physiques fondamentaux comme la reconnexion magnétique, la turbulence plasma, ou la formation de chocs dans un plasma non-collisionnel, s'est développée depuis une dizaine d'années grâce à la mission multi-points CLUSTER et elle se développera encore à partir de 2014 avec la mission NASA MMS qui reprend le concept de mesures en 4 points avec une instrumentation plus performante visant des échelles d'analyse spatio-temporelle plus fines. Néanmoins, comme l'a mis en évidence la réflexion programmatique Cosmic Vision menée par l'ESA, la nature multi-échelle des phénomènes impose de s'orienter à l'avenir vers des missions de type constellation afin de couvrir simultanément les échelles fluides, ioniques et électroniques. Or sans développement de concept instrumental nouveau, il semble impossible de disposer d'une instrumentation performante capable d'atteindre les résolutions temporelles souhaitées (inférieures à 100 msec typiquement) sur un grand nombre de satellites. En dernier ressort, cela est dû essentiellement à l'absence de concept d'analyseur plasma ayant un champ de vue 3D. Avec la mission MMS, pas moins de 8 analyseurs de plasma de type « top-hat » sont embarqués sur chaque satellite, ce qui n'est pas transposable à une mission d'étude multi-échelles de la magnétosphère de type constellation.

L'analyseur plasma 3DCAM conçu et développé au LPP est constitué d'un ensemble d'électrodes toriques superposées qui ont vocation à guider les particules chargées possédant un rapport énergie/charge particulier vers un détecteur de type imageur. Le travail de simulation numérique a permis de paramétrer et d'optimiser l'ensemble des paramètres de ce concept instrumental nouveau. Nous décrivons le modèle numérique d'instrument puis le procédé de fabrication complexe mis en oeuvre au laboratoire. Cela inclut un dispositif de gravure par laser d'électrodes de forme 3D sur un polymère dont les propriétés sont adaptées à un usage spatial. Nous décrivons aussi les caractéristiques du détecteur imageur développé à partir d'un circuit intégré de type ASIC durci aux radiations. Nous donnerons enfin les propriétés de l'instrument issu de cette R&T et qui sera embarqué sur la fusée ICI4 en 2014.



**Radio astronomie très basse fréquence du futur  
Cecconi Baptiste / LESIA, Obs. de Paris**

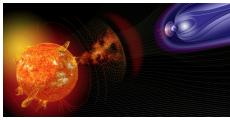
Philippe Zarka, Mark Klein-Wolt

Radboud University, Nijmegen, NL

La gamme de fréquence en dessous de 10-20 MHz est encore complètement inexplorée avec des instruments radio interférométrique à grande échelle. L'endroit le plus proche de la Terre pour mettre en place ce type d'instrumentation est l'environnement lunaire, à la surface de la face cachée, ou bien en orbite. Même si un très grand radio télescope à la surface de la Lune semble encore hors de portée à moyen terme, des expérimentation pionnières doivent être lancée avec une instrumentation relativement simple.

Nous présentons ici quelques uns de ces précurseurs qui doivent être construits pour avancer dans cette voie. Ceux-ci seront basés sur un petit nombre d'antennes connectées à des récepteurs radio établissant des mesures spectrales et de forme d'onde. Nous montrons qu'il faut au moins couple de dipôles croisés connecté à un récepteur à deux voies d'analyses pour mesurer la polarisation et le vecteur d'onde (la direction d'arrivée) des ondes radio incidentes, et donc obtenir une carte du ciel à l'ordre zéro d'une précision de quelques degrés. Il faut au moins un second point de mesure avec les mêmes caractéristiques pour faire des mesures interférométriques, permettant ainsi de contraindre la taille angulaire et la localisation des sources radio les plus intenses, ainsi que des radio sources du système solaire, comme le Soleil ou les planètes externes.

Dans un futur un peu plus lointain (mais pas si lointain, on parle de 2020), il est envisagé de construire des interféromètres radio très basse fréquence en orbite basse lunaire. Ces essais d'antennes radio formeraient un interféromètre 3D composé d'au moins 50 nano-satellites répartis sur une distance de l'ordre de la centaine de kilomètres. Avec ce type d'instrument, on devrait pouvoir mieux comprendre les émissions radio solaire (type II ou type III), en ajoutant la capacité de faire de la vraie imagerie. Les sources radio planétaires lointaines, comme Uranus, deviendraient aussi accessible depuis l'orbite terrestre. Enfin, il faudra veiller à ce que des mesures de "bruit thermique" puissent être faites sur ces instruments apportant ainsi des mesures de fluctuation des paramètres du plasma environnant la Lune avec une résolution spatiale jamais égalée. Ce type d'interféromètres pourrait aussi être placé autour des points de Lagrange L4 ou L5 de la Terre. Nous présenterons les différents actions en cours et les jalons prévus pour avancer dans cette direction.



**PICARD-SOL**  
**Corbard Thierry / OCA / Lagrange**

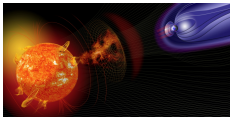
Meftah, M.(2); Morand, F.; Chauvineau, B.; Fodil, M.(3); Hauchecorne, A.(2); Ikhlef, R.; Irbah, A.(2); Lesueur, P.(2); Poiet, G.(2); Renaud, C.

(2) LATMOS; (3) CRAAG, Algérie

PICARD-SOL est un ensemble d'instruments destinés à poursuivre le suivi sur le long terme de la mesure du rayon Solaire depuis le sol. Le suivi continu de ce paramètre fondamental a été entamé en 1978 à Calern (OCA) par Francis Laclare à partir d'un astrolabe (mesure de temps de transit à une hauteur donnée) avec des mesures initialement visuelles puis CCD. Le principal résultat de cette campagne couvrant presque trois cycle solaire a été de révéler une variation significative du rayon solaire apparent pouvant atteindre 200 mas pic à pic anticorellée avec l'activité solaire (Laclare et al. 1996, Morand et al. 2011). La question de l'origine solaire ou atmosphérique de cette variation apparente a conduit au développement de la mission spatiale PICARD. La durée d'une telle mission étant nécessairement limitée, il a été reconnu qu'elle représenterait également une opportunité unique de tester notre capacité à suivre le diamètre solaire depuis le sol sur le long terme avec suffisamment de précision en sachant séparer les effets atmosphériques ou instrumentaux d'éventuelles variations réellement solaires. Il a donc été décidé d'utiliser à cette fin le modèle de qualification de SODISM (SODISM-2) associé à un moniteur de turbulence diurne de conception nouvelle (MISOLFA) permettant de mesurer l'ensemble des paramètres spatio-temporels de la turbulence. Ces deux instruments sont opérationnels sur le site de Calern depuis mars 2011 et ont été complétés par un photomètre multi longueurs d'onde (prêt de l'université de Lille et intégré au réseau AERONET (AEROSOL Robotic NETwork) de la NASA), un pyranomètre et une caméra grand champ permettant de qualifier à chaque instant la qualité des images acquises.

SODISM-2 est placé dans une cuve permettant la régulation en température et pression de l'ensemble du télescope et de sa structure. Il fournit des images 2048x2048 avec 1 arc-seconde de résolution dans 4 longueurs d'onde du continuum à 535 nm, 607 nm, 782 nm et 1025 nm ainsi que dans la raie K d'absorption du Calcium à 393.37 nm (Ca II). La cadence maximale d'acquisition est de une image par minute. Les premiers résultats (Meftah et al. 2013) couvrant deux ans d'observations montrent une très bonne stabilité instrumentale. Après correction de la réfraction et sans corrections des effets de la turbulence, les rayons mesurés dans les différentes bandes ont une dispersion à 1 sigma d'environ 200 mas sur les 2 ans d'observations. L'analyse des données du moniteur de turbulence et leur application à l'interprétation des mesures du rayon est l'objet d'un travail de thèse (Rabah Ikhlef) débuté en 2013. Un premier niveau de calibration radiométrique permet maintenant la production de données qui peuvent être diffusées en quasi temps réel (3 à 8 minutes après acquisition) et ouvre la porte à d'éventuelles autres applications aux images SODISM-2 (suivi de l'irradiance spectrale, météo spatiale,...)



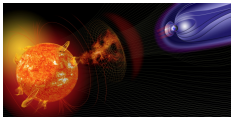


**UV variability and ozone: SERB, a nanosatellite answer**  
**Damé Luc / LATMOS/IPSL/CNRS/UVSQ**

Meftah, Mustapha; Irbah, Abdenour; Hauchecorne, Alain; Keckhut, Philippe; Sarkissian, Alain;  
Godin-Beekmann, Sophie

The "Solar irradiance and Earth Radiation Budget", SERB, is an innovative proof-of-concept nano-satellite, which aims to measure on the same platform the different components of the Earth radiation budget, the solar energy input and the energy reemitted at the top of the Earth atmosphere, with a particular focus on the UV part of the spectrum and on the ozone layer, which are the most sensitive to the solar variability. The far UV is the only wavelength band with energy absorbed in the high atmosphere (stratosphere), in the ozone (Herzberg continuum, 200-220 nm) and oxygen bands, and its high variability is most probably at the origin of a climate influence (UV affects stratospheric dynamics and temperatures, altering interplanetary waves and weather patterns both poleward and downward to the lower stratosphere and tropopause regions). Recent measurements at the time of the last solar minimum suggest that variations in the UV may be larger than previously assumed what implies a very different response in both stratospheric ozone and temperature. A simultaneous observation of the incoming far UV (Herzberg continuum, 200-220 nm) and of the ozone (O<sub>3</sub>) production, would bring an invaluable information on this process of solar-climate forcing. Space instruments have already measured the different components of the Earth radiative budget but this is, to our knowledge, the first time that all instruments are operated on the same platform. This characteristic guarantees by itself obtaining original scientific results.

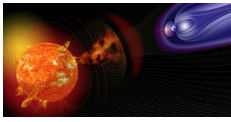
SERB is a 10x10x30 cm<sup>3</sup> nanosatellite ("3U"), the payload occupying "1U", i.e. a cube of 10x10x10 cm<sup>3</sup> for 1 kg and 1 W of power. Orbit is polar since a further challenge in understanding the relation between solar UV variability and stratospheric ozone. SERB is the first nanosatellites of the Nanosatellites program proposed to the IDEX of the University Paris Saclay. Selection is expected end of January, platform and payload assembly integration and tests in the following 24 months and launch by 2016. Mission is expected to last up to 1 year. Follow-up is 2 fold: on one part a more complete set of measurement (SWUSV microsatellite for instance); on the other part it is particularly advantageous to increase the coverage in local time and latitude using a constellation of nanosatellites.



**SWUSV: a microsatellite for Space Weather and UV solar variability**  
**Damé Luc / LATMOS/IPSL/CNRS/UVSQ**

The SWUSV Team

We present the ambitions of the SWUSV (Space Weather & Ultraviolet Solar Variability) Microsatellite Mission that encompasses three major scientific objectives: (1) Space Weather including the prediction and detection of major eruptions and coronal mass ejections (Lyman-Alpha and Herzberg continuum imaging); (2) solar forcing on the climate through radiation and their interactions with the local stratosphere (UV spectral irradiance from 180 to 400 nm by bands of 20 nm, plus Lyman-Alpha and the CN bandhead); (3) simultaneous radiative budget of the Earth, UV to IR, with an accuracy better than 1% in differential. The paper briefly outlines the mission and describes the 5 proposed instruments of the model payload: SUAVE (Solar Ultraviolet Advanced Variability Experiment), an optimized telescope for FUV (Lyman-Alpha) and MUV (200-220 nm Herzberg continuum) imaging (sources of variability); UPR (Ultraviolet Passband Radiometers), with 64 UV filter radiometers; a vector magnetometer; thermal plasma measurements and Langmuir probes; and a total and spectral solar irradiance and Earth radiative budget ensemble (SERB, Solar irradiance & Earth Radiative Budget). SWUSV is proposed as a small mission to CNES and to ESA for a possible flight as early as 2017-2018. SWUSV benefit from a CNES R&T program ("Far UV Telescopes") to demonstrate on a breadboard of the main telescope, SUAVE, that an appropriate thermal control of SiC mirrors allows to limit flux on filters to 1 solar constant (limiting degradation) while allowing refocusing. These design considerations will be discussed.



**NITRO: une mission pour comprendre les mécanismes d'échappement de l'azote des atmosphères planétaires**  
**Dandouras Iannis / IRAP**

M. Yamauchi, P. Devoto, P. Louarn, F. Pitout, H. Rème, J.-A. Sauvaud

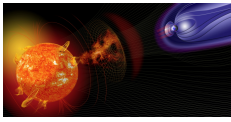
Swedish Institute of Space Physics

NITRO est une proposition de mission qui a été soumise au CNES, en préparation du Colloque de Prospective, et une proposition est en cours de préparation pour l'ESA (mission de classe M, AO 2014).

Les objectifs sont interdisciplinaires:

Comprendre les mécanismes d'échappement de l'azote des atmosphères planétaires, et ensuite la circulation sous forme d'ions d'azote dans les magnétosphères, afin de comprendre la teneur actuelle en azote des atmosphères. L'azote est un élément-clé des molécules biologiques. Son quasi-absence de l'atmosphère de Mars est un mystère. D'autre part les conditions physiques actuelles dans la haute atmosphère terrestre, pendant les périodes de très forte activité solaire, présentent des analogies avec les conditions pendant le début de son histoire (Soleil "jeune").

La mission est basée sur le principe de spectrométrie ionique à haute résolution en masse (séparation des ions  $N^+$  et  $O^+$ ) dans la magnétosphère terrestre interne.



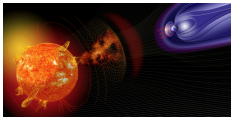
## Colloque PNST 2014

### **Situation et perspectives futures pour le télescope solaire THEMIS Gelly Bernard / CNRS**

Lopez Ariste, Arturo

THEMIS UPS 853

Je décrirai la situation à court terme et les perspectives à quelques années du télescope solaire THEMIS, replacé dans le contexte européen incluant le démarrage de GREGOR et la poursuite du projet de European Solar Telescope.



**Activité présente et future autour des sondes à impédance mutuelle  
Henri Pierre / LPC2E**

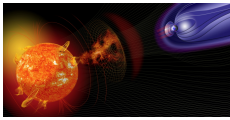
J.P. Lebreton, C. Béghin, J.L. Rauch, Y. Aouad, X. Vallières, F. Colin, O. LeDuff, D. Lagoutte.

L'activité du LPC2E liée aux sondes à impédance mutuelle sera présentée, en focalisant sur les missions spatiales présentes et futures (ROSETTA, BEPI-COLOMBO, JUICE). La sonde à impédance mutuelle mesure le couplage électrique entre une électrode d'émission et une antenne dipolaire de réception. Les paramètres du plasma thermique sont donnés par les caractéristiques de la réponse en fréquence de la sonde autour des fréquences de résonance du plasma. Je me concentrerai sur son utilisation autour de la fréquence plasma dans les milieux faiblement magnétisés, ce qui permet de mesurer l'activité électrostatique et électromagnétique en mode "passif", et de fournir la mesure de la densité et la température des électrons thermiques en mode "actif", en complémentarité avec d'autres méthodes de mesure de la densité et température électroniques.

L'instrument MIP (Mutual Impedance Probe) est embarqué sur la sonde spatiale ROSETTA qui arrivera au voisinage de la comète 67P/Churyumov-Gerasimenko en août 2014. C'est l'un des 5 instruments du consortium RPC (Rosetta Plasma Consortium). L'objectif de MIP est de mesurer l'activité autour de la fréquence plasma et de fournir la mesure de la densité et la température des électrons thermiques dans l'environnement plasma de la comète en collaboration avec la sonde de Langmuir (LAP) embarquée sur ROSETTA.

L'instrument AM2P sera embarqué sur la sonde japonaise MMO (BEPI-COLOMBO) en 2016 pour une arrivée autour de Mercure en 2024. AM2P réalisera des mesures de densité et température électroniques par le principe de la sonde à impédance mutuelle. L'instrument fait partie du consortium PWI (Plasma Wave Investigation) et nécessite l'utilisation des équipements du consortium pour réaliser cette mesure : les 2 antennes électriques MEFISTO, un système de synthèse de fréquence, d'acquisition du signal et un logiciel de traitement de données à bord.

L'instrument MIME (Mutual Impedance MEasurement) fait partie du consortium RPWI (Radio Waves Plasma Investigation) sélectionné par l'ESA sur la mission JUICE. MIME est dédié à la mesure de la densité électronique du plasma thermique dans l'environnement de Jupiter et plus particulièrement autour des trois lunes galiléennes : Ganymède, Europe et Callisto. Le lancement est programmé pour 2022 pour une exploration de l'environnement Jovien à partir de 2030.



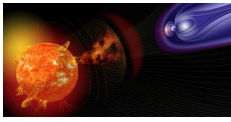
**RPC : le Consortium Plasma de la sonde ROSETTA  
Henri Pierre / LPC2E**

P. Henri (1), J.P. Lebreton (1) et RPC-MIP team, J. Burch (2) et RPC-IES team, C. Carr (3) et RPC-PIU team, A. Eriksson (4) et RPC-LAP team, K.H. Glassmeier (5) et RPC-MAG team, H. Nilsson et RPC-ICA team.

(1) LPC2E, Orleans, France ; (2) Southwest Research Institute, San Antonio, Texas, USA ; (3) Imperial College of Science, London, United Kingdom ; (4) Institutet för rymdfysik, Uppsala, Sweden ; (5) Technische Universität, Braunschweig, Germany; (6) Institutet för rymdfysik, Kiruna, Sweden.

ROSETTA est une mission de l'agence spatiale européenne, avec des participations de la NASA, qui a pour objectif d'accompagner pendant plus de deux ans la comète 67P/Churyumov-Gerasimenko dans son orbite. Lancée en 2004, elle atteindra la comète 67P/Churyumov-Gerasimenko en aout 2014.

Parmi les expériences embarquées, le consortium plasma de Rosetta (RPC) est un ensemble de 5 capteurs dotés d'une interface commune avec le vaisseau et d'un équipement commun de contrôle au sol. L'objectif du RPC sera de fournir des mesures in-situ combinées des différents instruments, afin d'étudier l'environnement plasma de la comète 67P/Churyumov-Gerasimenko et d'observer son évolution pendant environ deux ans. La durée de la mission devrait permettre de suivre les différentes phases de l'activité d'une comète et de son interaction avec le vent solaire. Le RPC comprend : un analyseur de composition ionique ; deux analyseurs d'ions et d'électrons ; deux sondes de Langmuir ; deux magnétomètres continus et une sonde à impédance mutuelle. Nous décrivons les différentes composantes du consortium plasma de Rosetta ainsi que ses objectifs scientifiques.



**Physique ionosphérique avec les radars EISCAT : observations et modélisation  
Pitout Frédéric / IRAP**

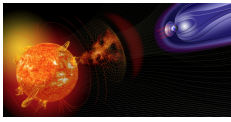
indiff

P.-L. Blelly, F. Forme, A. Marchaudon, C. Peymirat

IRAP

Nous présentons les axes de recherche explorés à l'IRAP avec les radars à diffusion incohérente EISCAT et les efforts de modélisation associés. Ces dernières années nos activités se sont portées sur les effets d'une éclipse solaire totale sur l'ionosphère polaire, la caractérisation des ondes ULF et des résonances de lignes de champ associées via leurs signatures dans l'ionosphère, l'échappement d'ions via des conjonctions avec le satellite japonais REIMEI et les variations de petites échelles dans l'empreinte ionosphérique du cornet polaire avec des mesures simultanées des fusées du projet ICI (Investigation of Cusp Irregularities).

Pour entrevoir le futur, nous ferons le point sur le projet EISCAT 3D et nous préciserons les espoirs fondés sur la mission SWARM récemment lancée.



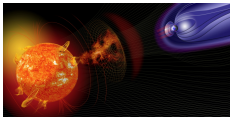
**Turbulence et dissipation à petite échelle dans le vent solaire et le projet TOR  
Sahraoui Fouad / LPP**

Huang S., A. Retino, G. Belmont, D. Fontaine

School of Electronic Information, Wuhan University, Wuhan, China

Je parlerai des résultats récents obtenus à partir des données de la mission Cluster dans sur le problème de la turbulence à petite échelle dans le vent solaire (analyse des spectres d'énergie, intermittence, ?). Je parlerai des limitations instrumentales qui nous empêchent de répondre d'une façon satisfaisante aux questions fondamentales que l'on se pose, et présenterai le concept d'une nouvelle mission spatiale, TOR, qui devra pallier aux insuffisances actuelles. Cette mission a été très bien évaluée par l'ESA lors de l'AO S1 (S-class mission) en 2012, mais elle n'a pas été sélectionnée pour raison de coût. On devra la reposer dans le cadre du prochain AO M4 de l'ESA (attendu au printemps 2014).





**LOFAR et NenuFAR**  
**Zarka Philippe / Observatoire de Paris - CNRS, LESIA**

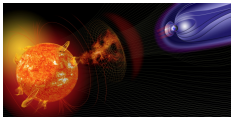
FLOW (French Long Wavelengths consortium), LOFAR Planets Working Group/Transients Key Project, LOFAR Solar Key Project, NenuFAR Science Group

Je présenterai le radiotélescope basses fréquences géant Européen LOFAR, en exploitation depuis décembre 2012, et son extension NenuFAR actuellement en construction. Je ferai un bilan des premiers résultats de LOFAR relevant des thèmes du PNST, et présenterai les objectifs "PNST" possibles pour LOFAR et NenuFAR.

Les sujets concernés incluent l'étude des éclairs d'orages et sprites terrestres et planétaires, des sillages de météores, la physique ionosphérique (ondes de densité, perturbations anthropiques, opacité) via des mesures de propagation, la physique solaire (imagerie des types II, III, structures fines, CME, structure du vent solaire - notamment via des mesures de scintillation de radiosources), la physique magnétosphérique (Jupiter: émissions cyclotron décamétrique et synchrotron décimétrique, exoplanètes), et des possibilités de mesures radar bistatique ...

Les buts de cette présentation sont:

- ? de démontrer l'intérêt de LOFAR et NenuFAR pour les études Soleil-Terre-Planètes,
- ? de montrer que ces instruments basses fréquences accèdent progressivement au statut de "télescope généraliste" utilisables par des non-spécialistes de radioastronomie,
- ? de motiver et rassembler une communauté scientifique nationale croissante autour de ces instruments,
- ? de préparer les "Journées Radio SKA-LOFAR" de l'Action Spécifique SKA-LOFAR de l'INSU, qui suivront (les 11-14 février 2014), et au-delà, le colloque de prospective 2014 de l'INSU.

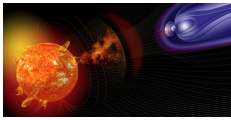


## *Autres*

### **Une proposition pour réconcilier les gradients vertical et horizontal du champ magnétique dans les taches solaires**

**Bommier Veronique / LESIA, Observatoire de Paris**

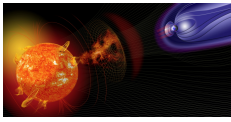
Les mesures s'accordent pour dire que le gradient vertical du champ magnétique est de l'ordre de 3 G/km, tandis que le gradient horizontal est de l'ordre de 0.3 G/km, ce qui pose un problème pour assurer la nullité de  $\text{div}B$  (15 références). En d'autres termes, et plus précisément, on observe une perte de flux magnétique lorsque l'on s'élève dans la photosphère solaire, qui n'est pas compensée par une augmentation du flux dans le plan horizontal. La proposition fait intervenir un effet du plasma environnant, rendu anisotrope par la stratification qui est présente comme à la surface de tout astre (en effet, il faut rappeler que la loi  $\text{div}B=0$  est établie dans le vide). La stratification est responsable d'un "rapport d'aspect" entre variations verticale et horizontale. Le lien entre stratification et champ magnétique sera explicité. Une fois ce rapport d'aspect appliqué à  $\text{div}B$ , cette quantité redevient nulle. Un exemple en sera montré dans les observations THEMIS, effectuées avec deux raies spectrales formées à deux profondeurs différentes, ce qui permet d'accéder à l'ensemble des composantes entrant dans  $\text{div}B$ . Il sera par ailleurs montré que l'on ne peut rendre le manque de résolution, aussi bien vertical qu'horizontal, responsable d'une sortie de zéro de  $\text{div}B$ . Ces propositions ont fait l'objet d'un article actuellement sous presse dans *Physics Research International*, et cette analyse est in fine le résultat de l'intuition fondamentale de THEMIS: le sondage en profondeur de l'atmosphère solaire par l'observation multiraies.



**Solar spectral atlas for  $\cos\theta = 1.0$  &  $0.3$   
Fathivavsari Hassan / University of Tabriz**

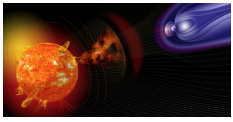
Ali Ajabshirizadeh, and Serge Koutchmy

Here we present an atlas of the spectrum of the solar disk-center as well as the spectrum of the solar limb around  $\cos\theta = 0.3$ . The observations were made at the UTSS-IAAP & RIAAM (the University of Tabriz Siderostat, telescope and spectrograph jointly developed with the Institut d'Astrophysique de Paris and Research Institute for Astronomy and Astrophysics of Maragha). The resolution of the spectrum is about  $R \sim 99000$  with the dispersion of  $0.018\text{-}0.025 \text{ \AA}/\text{pixel}$  and signal-to-noise ratio of  $400 - 600$ . The full atlas covers the  $3900$  to  $7110 \text{ \AA}$  spectral regions. Identification of lines are also included in the atlas.

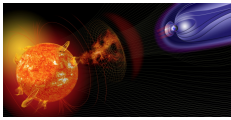


**Large-Amplitude Longitudinal Oscillations in Solar Prominences**  
**Luna Manuel / Instituto de Astrofísica de Canarias**

Large-amplitude longitudinal (LAL) prominence oscillations consist of periodic mass motions along a filament axis. The oscillations appear to be triggered by an energetic event, such as a microflare, subflare, or small C-class flare, close to one end of the filament. Observations reveal speeds of several tens to 100 km/s, periods of order 1 hr, damping times of a few periods, and displacements equal to a significant fraction of the prominence length. We have developed a theoretical model to explain the restoring force and the damping mechanism. Our model demonstrates that the main restoring force is the projected gravity in the flux tube dips where the threads oscillate. Although the period is independent of the tube length and the constantly growing mass, the motions are strongly damped by the steady accretion of mass onto the threads. Additionally, we report the clearest LAL oscillation ever detected. With our model we can determine the geometry of the magnetic field, compute the rate of the condensation process due the thermal non-equilibrium (related with the coronal heating), and constrain the energy released by the small flare that triggers the oscillation.

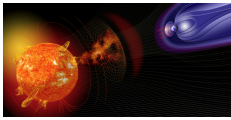


**Colloque PNST 2014**



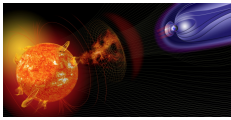
## Participants

Aboudarham	Jean	LESIA, Observatoire de Paris
Amory-Mazaudier	Christine	LPP
Andre	Nicolas	irap
Astafyeva	Elvira	IPGP
Aunai	Nicolas	IRAP
Baudin	Frédéric	IAS
Bazin	Cyrille	Institut d'Astrophysique de Paris
Belmont	Gérard	LPP
Berthomier	Matthieu	LPP
Biree	Lionel	Division Surveillance de l'Espace/CDAOA/Armée de l'Air
Bommier	Veronique	LESIA, Observatoire de Paris
Bonnin	Xavier	LESIA, Observatoire de Paris
Boscher	Daniel	ONERA
Bourdarie	Sébastien	ONERA
Brun	Allan Sacha	AIM-IRFU/SAp
Buchlin	Eric	Institut d'Astrophysique Spatiale
Canu	Patrick	LPP/CNRS
Cecconi	Baptiste	LESIA, Obs. de Paris
Celestin	Sebastien	LPC2E, Université d'Orléans/CNRS
Cessateur	Gaël	PMOD/WRC
Chasapis	Alexandros	Laboratoire de Physique des Plasmas
Chaufray	Jean-Yves	LATMOS
Chevalier	Christiane	LPP
Chust	Thomas	LPP
Corbard	Thierry	OCA / Lagrange
Cornilleau-Wehrin	Nicole	LPP et LESIA
Dalmasse	Kévin	LESIA, Observatoire de Paris
Damé	Luc	LATMOS/IPSL/CNRS/UVSQ
Dandouras	Iannis	IRAP



## Colloque PNST 2014

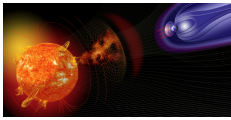
Deca	Jan	Centre for mathematical Plasma Astrophysics/KU Leuven (Belgium),
Delcourt	Dominique	LPP
Dong	Yue	Laboratoire de Physique des Plasmas
Dorville	Nicolas	Laboratoire de Physique des Plasmas
Dubau	Jacques	IAS
Dudok De Wit	Thierry	LPC2E / CNRS et Univ. d'Orléans
Fabbro	Vincent	ONERA
Fathivavsari	Hassan	University of Tabriz
Faurobert	Marianne	Université de Nice-Sophia Antipolis
Fontaine	Dominique	LPP - CNRS - Ecole Polytechnique
Froment	Clara	IAS
Fruit	Gabriel	IRAP
Gabriel	Alan	IAS
Galiègue	Hélène	Onera
Galtier	Sébastien	Université Paris-Sud
Gelly	Bernard	CNRS
Génot	Vincent	IRAP/CNRS/UPS
Grappin	Roland	LPP Palaiseau
Guillemant	Stanislas	IRAP
Hadid	Lina	Laboratoire de Physique des Plasmas
Henri	Pierre	LPC2E
Ihaddadene	Mohand Ameziane	CNES
Irbah	Abdanour	Latmos
Issautier	Karine	LESIA
Janvier	Miho	University of Dundee
Joulin	Vincent	IAS
Jouve	Laurene	IRAP Toulouse
Kerdraon	Alain	Observatoire de paris - LESIA
Kiyani	Khurom	Laboratoire de physique des plasmas
Klein	Karl-Ludwig	Observatoire de Paris
Koutchmy	Serge	IAP CNRS & UPMC



## Colloque PNST 2014

Koutroumpa	Dimitra	LATMOS
Krasnosselskikh	Vladimir	LPC2E
Kretzschmar	Matthieu	LPC2E, CNRS & Université d'Orléans
Lamy	Laurent	LESIA, Observatoire de Paris
Lamy	Philippe	Laboratoire d'Astrophysique de Marseille
Lavraud	Benoit	IRAP
Le Chat	Gaétan	LESIA - Observatoire de Paris
Le Contel	Olivier	LPP/CNRS Ecole Polytechnique/UPMC/Paris-Sud 11
Leblanc	Francois	LATMOS
Leclercq	Ludivine	LATMOS
Leibacher	John	IAS
Lejosne	Solene	British Antarctic Survey
Lembège	Bertrand	LATMOS
Lilensten	Jean	IPAG
Lion	Sonny	LESIA, Observatoire de Paris
López Ariste	Arturo	THEMIS CNRS UPS 853
Louarn	Philippe	CNRS
Luna	Manuel	Instituto de Astrofísica de Canarias
Maksimovic	Milan	LESIA - Observatoire de Paris
Marchaudon	Aurélie	IRAP (UPS/CNRS)
Masson	Sophie	CUA - NASA GSFC
Matteini	Lorenzo	Imperial College
Mazelle	Christian	IRAP
Meftah	Mustapha	CNRS Latmos
Meyrand	Romain	LPP
Modolo	Ronan	LATMOS
Mottez	Fabrice	LUTH-Observatoire de Paris
Muschietti	Laurent	Latmos
Musset	Sophie	LESIA - Observatoire de Paris
Pariat	Etienne	LESIA, Observatoire de Paris
Perrone	Denise	LESIA, Observatoire de Paris





## Colloque PNST 2014

Pick	Monique	Observatoire de paris
Pinçon	Jean-Louis	LPC2E
Pinto	Rui	LESIA, Observatoire de Paris; CEA Saclay, AIM/SAp
Pitout	Frédéric	IRAP
Pottelette	Raymond	Laboratoire de Physique des Plasmas
Prado	Jean-Yves	CNES
Quemerais	Eric	LATMOS
Retino	Alessandro	Laboratoire de Physique des Plasmas
Réville	Victor	CEA/SAp Labo AIM
Rezeau	Laurence	UPMC
Robert	Patrick	CNRS/LPP
Rochel Grimald	Sandrine	ONERA
Rossi	Claudia	Laboratoire de Physique des Plasmas
Rouillard	Alexis	INSTITUT DE RECHERCHE EN ASTROPHYSIQUE ET PLANETOLOGIE (IRAP)
Rozelot	Jean-Pierre	OCA-Nice
Sahraoui	Fouad	LPP
Sarria	David	Institut de Recherche en Astrophysique et Planétologie (IRAP)
Sauvaud	Jean-André	CNRS IRAP
Savoini	Philippe	LPP
Schippers	Patricia	LESIA
Schmieder	Brigitte	LESIA, Observatoire de Paris
Solomon	Jacques	IAS
Tair	Sabrina	USTHB/IRAP
Tao	Chihiro	LPP/Ecole Polytechnique
Tenerani	Anna	Caltech/JPL
Turc	Lucile	LPP/CNRS/Ecole Polytechnique
Varela	Jacobo	Observatoire de Paris - CNRS, LESIA
Vassal	Claire	Division Surveillance de l'Espace/CDAOA/Armée de l'Air
Vilmer	Nicole	LESIA-Paris Observatory
Zarka	Philippe	Observatoire de Paris - CNRS, LESIA
Zaslavsky	Arnaud	UPMC / LESIA