

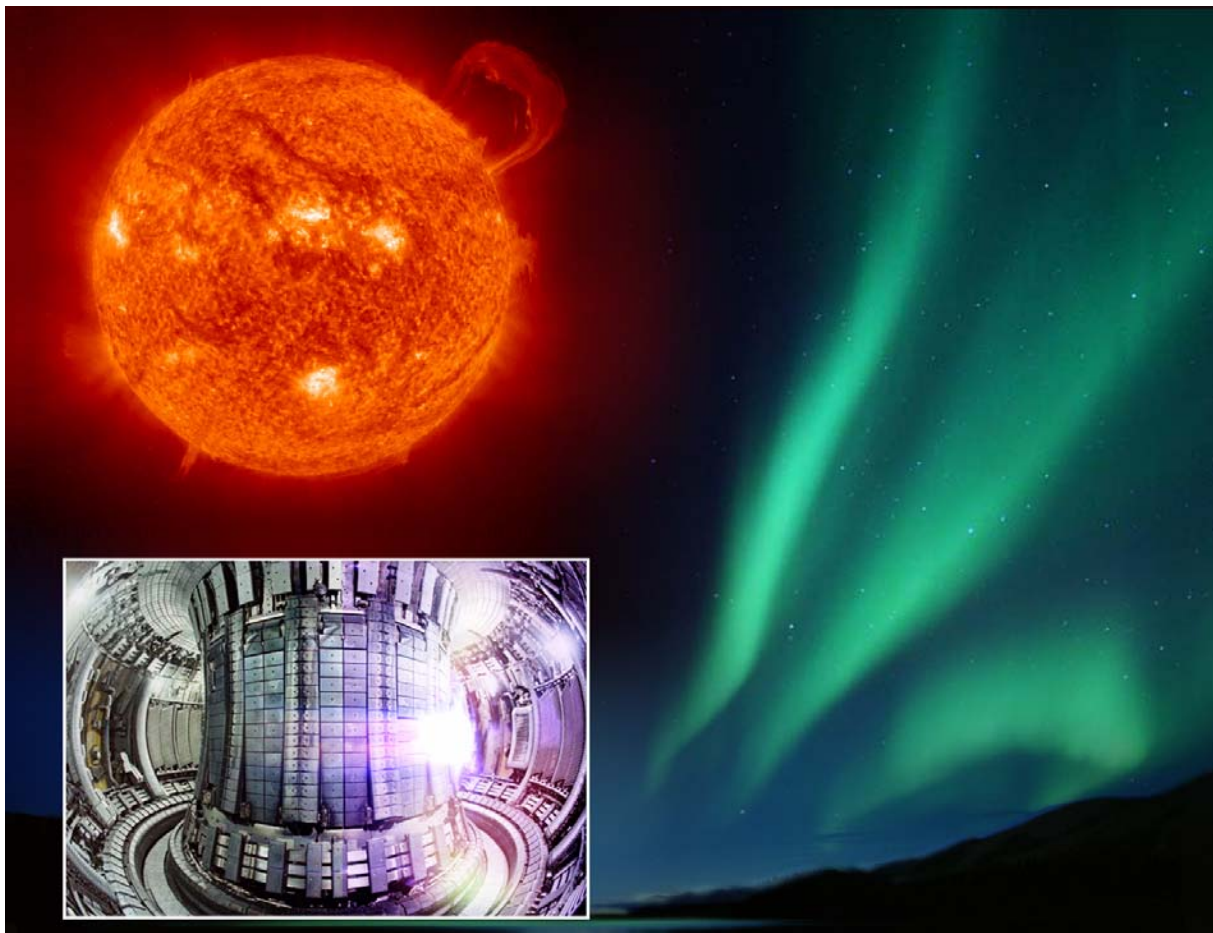
SECTION FRANÇAISE DE L'
UNION RADIO SCIENTIFIQUE INTERNATIONALE
COMITÉ NATIONAL FRANÇAIS DE RADIOÉLECTRICITÉ SCIENTIFIQUE
SIÈGE SOCIAL : ACADEMIE DES SCIENCES, 23 QUAI DE CONTI, PARIS 6^{ÈME}



JOURNÉES SCIENTIFIQUES

**"PROPAGATION ET PLASMAS,
NOUVEAUX ENJEUX, NOUVELLES APPLICATIONS"**

**16 ET 17 MARS 2010,
CNAM, 292 RUE SAINT-MARTIN, PARIS 3^{ÈME}**



PROGRAMME

Crédit illustration de couverture : Atelier Isatis - Dijon

SOMMAIRE :

- **ÉDITORIAL**
- **AGENDA**
- **RÉSUMÉS DES COMMUNICATIONS**
- **REMISE DE LA MÉDAILLE DU CNFRS À PIERRE-NOËL FAVENNEC**
- **MODALITÉS PRATIQUES**

Le programme de ces journées scientifiques est au cœur de la problématique de nos sociétés modernes et présente différents thèmes dont l'enjeu scientifique pour notre communauté est primordial pour la compréhension de la physique des plasmas.

Un thème fort de ces journées pour la commission H concerne les phénomènes de turbulence présents au sein des gaz ionisés dont l'existence est responsable de transports accrus de matière et de chaleur. C'est donc un thème majeur qui apparaît tout à la fois dans les études pour créer une source d'énergie nouvelle comme dans le futur Tokamak ITER (fusion par confinement magnétique) ou pour comprendre les interactions Soleil-Terre dont l'impact sur nos sociétés est de plus en plus important (protection des satellites et des appareils électroniques, météorologie de l'espace, etc...).

Dans les tokamaks, la turbulence s'oppose au bon confinement du plasma en lui permettant de diffuser vers la surface extérieure du tore. C'est le phénomène principal qui dimensionne la machine. Il est donc primordial de comprendre la turbulence afin de pouvoir concevoir des machines plus petites, avec par exemple des « barrières de transport » pour limiter les pertes par diffusion.

A l'inverse en physique spatiale, la turbulence, n'apparaît pas comme un processus à éviter mais est vraisemblablement la principale responsable des transferts de masse et d'énergie du vent solaire vers la Terre et de tous les phénomènes magnétosphériques qui en découlent (reconfigurations de la queue magnétique, accélérations de particules, aurores polaires...).

Les thèmes choisis par la commission G concernent les couplages atmosphère-ionosphère, les techniques d'observations de l'ionosphère, les remarquables données fournies par le satellite DEMETER et l'impact de l'ionosphère sur des systèmes radio, par exemple le GPS qui est maintenant bien connu du grand public.

Ces problématiques sont donc très importantes, à la fois du point de vue de la compréhension de notre environnement proche, que pour la résolution de certains de nos problèmes sociétaux dont un des meilleurs exemples est la question de nos ressources futures en énergie.

AGENDA

Mardi 16 mars 2010

8h – 9h	Accueil des participants : Amphi Abbé Grégoire,
9h – 9h50	Session d'ouverture
Conf. d'ouverture	– L'environnement plasma des planètes et objets du système solaire , Michel Blanc, École polytechnique
9h50–12h10	Session : «Observation de l'ionosphère» Président de séance : Patrick Lassudrie-Duchesne, Télécom Bretagne
Conf. Invitées	– Développements récents de l'étude de l'ionosphère par les techniques radio , Christian Hanuise, LPC2E
Communications	– Perturbations ionosphériques observées par DEMETER , Michel Parrot, LPC2E/CNRS
	– Observations par le satellite DEMETER des perturbations induites par l'éclipse du 29 mars 2006 dans l'ionosphère supérieure , X. Wang ^a , J.J. Berthelier ^a et J.P. Lebreton ^b , ^a LATMOS, ^b ESTEC/ESA
	– EISCAT 3D : une nouvelle génération de radars ionosphériques , F. Pitout, Laboratoire de Planétologie de Grenoble
	– Caractéristiques des échos quasi-périodiques QP observés par le radar NOSTRADAMUS en bande HF , A. Bourdillon ^a , P. Dorey ^b et S. Saillan ^b , ^a IETR, Université de Rennes, ^b ONERA, DEMR/RBF
	– Etude de l'ionosphère par utilisation opportuniste d'une modulation DRM , P. Maliet et H. Sizun, Observation Radio Pleumeur Bodou
Déjeuner	
13h40-16h10	Session: «Turbulence dans les Tokamaks » Président de séance : Pascale Hennequin, Laboratoire de Physique des Plasmas
Conf. invitée	– Transport turbulent dans les plasmas de fusion , Xavier Garbet, CEA, IRFM
Communications	– Transport et turbulence dans les plasmas de bord d'un tokamak , H. Bufferand ^a , G. Chiavassa ^a , G. Ciraolo ^a , P. Haldenwang ^a , L. Isoardi ^a , A. Paredes ^a , F. Schwander ^a , E. Serre ^a , N. Fedorczak ^b , P. Ghendrih ^b , J Gunn ^b , Y. Sarazin ^b et P. Tamain ^b , ^a M2P2, ^b IRFM-CEA
	– Étude expérimentale des propriétés 3D du transport turbulent au bord d'un plasma de tokamak , N. Fedorczak ^a , J. Gunn ^a , P. Ghendrih ^a , G. Ciraolo ^b , X. Garbet ^a , P. Tamain ^a , G. Bonhomme ^c et F. Brochard ^c , ^a Association EURATOM-CEA, CEA/DSM/IRFM, ^b M2P2, ^c LPMIA
	– Caractérisation de la micro-turbulence et du transport associé dans le cœur des plasmas de fusion , L. Vermare ^a , P. Hennequin ^a , C. Bourdelle ^b , O. Gurcan ^a et l'équipe Tore Supra, ^a Laboratoire de Physique des Plasmas, ^b IRFM-CEA Cadarache.
	– Le rôle des résonances de champ de l'onde sonde sur les mesures extraites de diagnostics utilisant des ondes électromagnétiques dans les plasmas , S. Heuraux ^a , E. Gusakov ^b , A. Popov ^b , N. Kosolapova ^b , ^a Institut Jean Lamour, Nancy-Université, ^b Ioffé Institute, St. Petersburg
	– Loi de conservation de la quantité de mouvement gyrocinétique , N. Tronko ^a et A.J. Brizard ^b , ^a Centre de Physique Théorique, Marseille, ^b Saint-Michael's College, Colchester, Vermont
	– Extraction en ondelettes des fluctuations cohérentes turbulentes dans le plasma de bord du tokamak Tore-Supra , R. Nguyen van Yen ^a , M. Farge ^a et K.Schneider ^b , ^a LMD-IPSL-CNRS, École Normale Supérieure Paris, ^b CMI, Université d'Aix-Marseille.
Pause café	

16h30-18h	Session : «Couplage atmosphère-ionosphère» Président de séance : Pierre Laroche, ONERA
Conf. invitée	– Effets électromagnétiques associés aux événements lumineux transitoires (TLE) et aux flashes gamma terrestres (TGF) dans l'atmosphère supérieure pendant les orages atmosphériques , Elisabeth Blanc, CEA DAM DIF
Communications	– Mesure de champ électrique pendant des orages atmosphériques – Mise en évidence du chauffage de la basse ionosphère par le champ électrique des éclairs , T. Farges, CEA / DAM / DIF – Couplages terre-ionosphère, orages magnétiques, précurseurs et TLE : bilan et perspectives des observations du système [SQUID]² au Laboratoire souterrain bas bruit de Rustrel , G. Waysand ^a , J Marfaing ^c , J.J.Bois ^a , E.Pozzo di Borgo ^b , R.Blancon ^b , S.Gaffet ^{ad} , M.Pyée ^f , M.Yedlin ^g , P.Barroy ^e , M.Auguste ^a , D.Boyer ^a et A.Cavaillou ^a , ^a LSBB Rustrel, ^b Univ.d'Avignon, ^c IM2NP, ^c GeoSciences Azur, ^e Physique de la Mat. Cond., ^f LPCE, ^g University of British Columbia – Observations de perturbations ionosphériques itinérantes à moyenne échelle au moyen des mesures de contenu électronique total par un réseau dense de récepteurs GPS et des mesures plasma de DEMETER , T. Onishi ^a , T. Tsugawa ^b , Y. Otsuka ^c et J-J. Berthelier ^a , ^a LATMOS, ^b National Institute of Information and Communications Technology, Koganei, ^c Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University, Nagoya
18h00-20h00	Remise de la médaille du CNFRS à Pierre-Noël Favennec par Erich Spitz Cocktail

Mercredi 17 mars 2010

8h30-10h20	Session : «Turbulence dans les plasmas du système solaire» Président de séance : Gérard Belmont, Laboratoire de physique des plasmas
Conf. Invitée	– Turbulence dans le vent solaire : observations in situ et interprétation théorique , Fouad Sarahoui ^{ab} , M. L. Goldstein ^a , G. Belmon ^a , P. Robert ^a et L. Rezeau ^{ac} , ^a Laboratoire de physique des plasmas, ^b NASA Goddard Space Flight Center, ^c UPCM
Communications	– Loi universelle pour la turbulence MHD axisymétrique , S. Galtier, Institut d'Astrophysique Spatiale, Université Paris-Sud, – L'amortissement Landau linéaire est-il relié aux trajectoires non linéaires des particules résonnantes? , G. Belmont, T. Chust, F. Mottez et S. Hess, Laboratoire de physique des plasmas – Force de pression cinétique dans la reconnection magnétique non-collisionnelle , N. Aunai, G. Belmont et R. Smets, Laboratoire de Physique des Plasmas – Diffusion de particules chargées dans un bruit électromagnétique de type « Siffleur » , R. Smets, G. Belmont et N. Aunai, Laboratoire de Physique des plasmas
Pause café	
10h40-12h30	Session : «Influence de l'ionosphère sur les systèmes» Président de séance : Louis Bertel, IETR, Université de Rennes 1
Conf. Invitée	– Impact de l'ionosphère sur les systèmes de navigation , Yannick Béniguel, IEAA
Communications	– Détection et reconnaissance automatiques des ondes plasma à partir des mesures de DEMETER : résultats initiaux d'une étude statistique de la turbulence électrostatique et des phénomènes associés , T. Onishi et J.-J. Berthelier, LATMOS

	<ul style="list-style-type: none"> – Météorologie de l'Espace en Afrique : les programmes Année 2010 Égypte France et ISWI, C. Amory-Mazaudier et al., LPP/CNRS/UPMC – Télérelèvement de la turbulence dans les plasmas géophysiques et de fusion, M. Materassi^a, F. Briolle^b, B. Ricaud^b et A. W. Wernik^c, ^a Istituto dei Sistemi Complessi, Florence, ^b Centre de Physique Théorique, Marseille, ^c Space Research Centre, Warsaw – Échos radar HF de faible durée observés aux latitudes moyennes pendant une période d'activité orageuse, A. Bourdillon^a, P. Dorey^b et S. Saillant^b, ^a IETR, Université de Rennes, ^b ONERA, DEMR/RBF
Déjeuner	
14h-16h10	Session : «Turbulence MHD et phénomènes de propagation » Président de séance : Yanick Sarazin, IRFM-CEA Cadarache
Conf. Invitée Communications	<ul style="list-style-type: none"> – Turbulence et structures dans les plasmas magnétisés : rôle des effets cinétiques, Thierry Passot et P.L. Sulem, Observatoire de la Côte d'Azur – Simulations 2D PIC d'un choc courbe supercritique : dynamique du précurseur électromagnétique, J. Stienlet^a; B. Lembege^b; P. Savoini^a, ^a LPP, ^b LATMOS – Traitement des données de réflectométrie pour la mise en évidence de phénomènes turbulents, B. Ricaud^a, F. Briolle^a, F. Clairet^b, C. Chandre^a, ^a Centre de Physique Théorique, Marseille, ^b IRFM, CEA Cadarache, – La réflectométrie : un outil pour détecter les modes MHD dans les plasmas du tokamak Tore-Supra, R. Sabot^a, C. Nguyen^b, Z. Guimaraes^c, D. Elbeze^a, X. Garbet^a, J-C. Giacalone^a, ^a CEA, IRFM, ^b CPHT, École Polytechnique, ^c PIIM, Université de Provence, – Shell models et la possibilité d'application dans un plasma de fusion, Ö. D. Gürkan, Laboratoire de Physique des Plasmas – Analyse large bande de structures électromagnétiques comportant des plasmas par la TLM, A. Farhat et M. Ney, Lab-STICC, Télécom Bretagne
Pause café	
16h30-18h	Assemblée Générale d'URSI-France

RÉSUMÉS DES COMMUNICATIONS

Les textes complets sont consultables en ligne sur le site d'URSI-France : <http://ursi-france.institut-telecom.fr>

Mardi 16 mars 2010

9h20 – 9h50

Conférence d'ouverture

L'environnement plasma des planètes et objets du système solaire

Michel Blanc

9h50–12h10 **Session : «Observation de l'ionosphère»**

Président de séance : **Patrick Lassudrie-Duchesne**, Télécom Bretagne

Conférence invitée

Développements récents de l'étude de l'ionosphère par les techniques radio,
Christian Hanuise, LPC2E/CNRS

Au début de la radio-electricity, les techniques radio ont permis de découvrir l'existence de l'ionosphère et d'en connaître les propriétés. Elles ont été complétées par des observations optiques à partir du sol ou de satellites ainsi qu'à des mesures in-situ, mais restent néanmoins l'outil principal d'étude de l'ionosphère, de ses propriétés et de son influence sur l'environnement et les activités humaines.

Parmi ces outils, les radars à diffusion incohérente et les radars dits cohérents ont une importance primordiale et sont des instruments incontournables, que ce soit pour les études locales du plasma ionosphérique, pour les études à moyenne échelle des couplages avec la magnétosphère ou pour les études globales de la convection et du couplage avec le milieu interplanétaire. Bien que ces techniques aient été développées depuis plusieurs décennies, de récents développements, par exemple le programme EISCAT-3D et l'extension des radars SuperDARN aux moyennes latitudes, en ont accru la capacité à résoudre les questions scientifiques actuelles.

Plus récemment, les satellites de la constellation GPS ont permis de mesurer le contenu électronique total de l'ionosphère sur la totalité de la Terre, et d'en déduire le profil tridimensionnel de la densité électronique. Mais l'ionosphère a aussi un effet perturbateur sur les signaux et les capacités de ce type de constellation satellitaire. D'une part, l'ionosphère induit un délai de propagation conduisant à une erreur de positionnement. D'autre part, les fluctuations de densité entraînent des variations rapides de la phase et de l'amplitude du signal, surtout dans les zones équatoriales et de hautes latitudes.

Après avoir présenté les bases théoriques de ces techniques, nous passerons en revue quelques résultats scientifiques récents ainsi que les projets de développement en cours. Enfin, nous présenterons les retombées possibles du radiotélescope LOFAR pour les études de l'ionosphère.

Conférence invitée

Perturbations ionosphériques observées par DEMETER

Michel Parrot, LPC2E/CNRS

DEMETER est le premier des micro-satellites développés par le CNES. Ses objectifs scientifiques sont la détection et la caractérisation des signaux électromagnétiques associés à des phénomènes naturels (tels que les tremblements de Terre, éruptions volcaniques, tsunamis) ou à l'activité anthropique. Pour atteindre ces objectifs, la mission comporte des capteurs destinés à la mesure des 6 composantes du champ électromagnétique dans une large gamme de fréquence, et des capteurs destinés à l'analyse du milieu ionisé (détecteurs de particules, analyseur de plasma et sonde de Langmuir). La masse totale du satellite, incluant charges utiles scientifique et technologique, est de l'ordre de 130 kg. Le lancement a eu lieu le 29 Juin 2004. Le satellite a été placé sur une orbite polaire, héliosynchrone, circulaire d'altitude 710 km. Ce papier présentera des exemples de perturbations ionosphériques associées d'une part à l'activité sismique et d'autre part à l'activité humaine.

Observations par le satellite DEMETER des perturbations induites par l'éclipse du 29 mars 2006 dans l'ionosphère supérieure

X. Wang^a, J.J. Berthelier^a et J.P. Lebreton^b, ^a LATMOS, ^b ESTEC/ESA

Nous présentons une étude expérimentale et par modélisation des effets de l'éclipse du 29 Mars 2006 sur l'ionosphère supérieure. Les observations ont été fournies par les instruments de mesure du plasma de la charge utile du micro-satellite DEMETER à l'altitude de 700 km. Au cours d'une demi-orbite de jour, DEMETER a survolé l'Afrique au voisinage de la position du maximum d'éclipse et, grâce au fonctionnement quasi permanent du satellite au dessous de 65° de latitude on dispose, en outre, de plusieurs orbites pour déterminer une "ionosphère de référence" telle qu'elle serait observée en l'absence d'éclipse, ce qui permet d'estimer avec une précision satisfaisante les perturbations induites par l'éclipse. Les effets thermiques de l'éclipse sont très rapides et se traduisent par une diminution des températures électronique et ionique de l'ordre de 150K en réponse à la diminution du rayonnement UV solaire. La densité du plasma diminue de ~ 30% mais est liée à la valeur moyenne du flux solaire sur 1 à 2 heures avant l'instant d'observation. Le modèle SAMI2 adapté aux conditions d'éclipse fournit des résultats en très bon accord avec les observations ce qui nous a permis de valider celles-ci et de les interpréter en termes d'échanges d'énergie le long des lignes de force et de transport du plasma dans l'ionosphère supérieure.

EISCAT 3D : une nouvelle génération de radars ionosphériques

F. Pitout, Laboratoire de Planétologie de Grenoble,

L'association scientifique EISCAT (European Incoherent SCATter) qui était constituée à l'origine de pays européens (Allemagne, Finlande, France, Norvège, Royaume-Uni, Suède), mais depuis étendu au Japon et à la Chine, possède un réseau de radars à diffusion incohérente qui comprend 6 radars en Scandinavie continentale et sur l'île du Spitzberg. Ces radars contribuent largement à nos connaissances de l'ionosphère polaire, ainsi qu'aux couplages avec les régions connexes (haute atmosphère, magnétosphère). Après près de 30 ans de bons et loyaux services, le système de radars dit TKS (pour Tromsø, Kiruna, Sodankylä) installé en Scandinavie, s'apprête à subir une profonde mise à jour.

Caractéristiques des échos quasi-périodiques QP observés par le radar NOSTRADAMUS en bande HF

A. Bourdillon^a, P. Dorey^b et S. Saillan^{b, a} IETR, Université de Rennes, ^b ONERA, DEMR/RBF

Depuis leur découverte au MU radar au Japon, les échos quasi-périodiques (QP) ont fait l'objet d'un grand nombre d'études à l'aide de systèmes radar. En raison de la forte dépendance de la puissance rétrodiffusée avec l'angle d'aspect, pendant longtemps on a essayé d'imaginer des processus avec des irrégularités se déplaçant le long des lignes de force du champ magnétique. On présente ici des échos QP observés avec le radar NOSTRADAMUS à la fréquence 13.4 MHz. On utilise la possibilité de balayer l'espace avec le faisceau de l'antenne de réception pour montrer que les irrégularités se déplacent en fait à altitude quasiment constante. Parfois les échos peuvent provenir de plusieurs azimuts en même temps. Dans les exemples présentés ici les irrégularités se déplacent vers le sud et vers l'ouest.

Étude de l'ionosphère par utilisation opportuniste d'une modulation DRM

P. Maliet et H. Sizun, Observation Radio Pleumeur Bodou

Le but de cet article est de présenter une technique d'investigation de l'ionosphère basée sur la réception d'une liaison fixe de radiodiffusion numérique à la fréquence de 6.085 MHz en utilisant les propriétés de la démodulation DRM (Digital Radio Mondiale) comme une sonde opportuniste de l'ionosphère. Les outils d'analyse utilisés sont les logiciels Dream et SpectrumLab. Les observations sont réalisées à la fois en bande étroite (2Hz) et en large bande (10 kHz). Ils sont présentés sous forme de dopplergramme. Différents événements caractéristiques de l'ionosphère sont mis en évidence tant en bande étroite (crochet d'ouverture et de fermeture de la liaison, diffusion, absorption, ondes de gravité) qu'en large bande (fading sélectif, diffusion, absorption). Différents exemples caractéristiques sont présentés.

13h40-16h10 **Session: «Turbulence dans les Tokamaks »**

Président de séance : **Pascale Hennequin**, Laboratoire de Physique des Plasmas

Conférence invitée

Transport turbulent dans les plasmas de fusion

Xavier Garbet, CEA, IRFM

Understanding turbulent transport in magnetised plasmas is a subject of utmost importance to optimise experiments in present fusion devices, and to design a future reactor. The importance of this subject is quite clear when analysing the condition for producing a fusion power that is larger than losses (Lawson criterion). This criterion states that the triple product $nT\tau_E$ must be larger than $3.1021m^{-3}keVs^{-1}$, where n is the density, T the temperature, and τ_E is the confinement time defined as the ratio of the energy content to power losses. The confinement time τ_E , which is basically a thermal relaxation time, is mainly determined by conductive losses due to turbulent transport. A vigorous and coordinated effort has been undertaken worldwide to improve our knowledge in this domain. This overview summarises some of the main results. The interested reader can find an overview of the main results obtained in this field in an overview published in 2006. This summary covers only the most recent advances obtained on the Tore Supra tokamak, covering the period 2007-2010. Also it addresses mainly issues related to core plasmas. The

questions related to plasma/wall interaction are addressed in other papers presented in this conference.

Transport et turbulence dans les plasmas de bord d'un tokamak

H. Bufferand^a, G. Chiavassa^a, G. Ciraolo^a, P. Haldenwang^a, L. Isoardi^a, A. Paredes^a, F. Schwander^a, E. Serre^a, N. Fedorczak^b, P. Ghendrih^b, J. Gunn^b, Y. Sarazin^b et P. Tamain^b,
^a M2P2, ^b IRFM-CEA

In this paper we present the main issues concerning our research activity on tokamak plasmas and numerical simulation. The long term scope of our effort is to develop a 3D simulation code of the edge plasma-wall interaction including turbulent transport. This versatile numerical tool will address the physics in a simplified cylindrical geometry (limiter geometry). This code is also used as a test bed to implement novel numerical schemes that will be successively taken into account by the future (ITER horizon) ESPOIR code for full ITER geometry developed in the framework of the ANR project ESPOIR (ANR-09-BLAN-0035-01, 2009-2013).

Étude expérimentale des propriétés 3D du transport turbulent au bord d'un plasma de tokamak

N. Fedorczak^a, J. Gunn^a, P. Ghendrih^a, G. Ciraolo^b, X. Garbet^a, P. Tamain^a, G. Bonhomme^c et F. Brochard^c, ^a Association EURATOM-CEA, CEA/DSM/IRFM, ^b M2P2, ^c LPMIA

Le déconfinement de l'énergie et des particules dans les plasmas de tokamaks fait l'objet d'un enjeu crucial à la réalisation d'un réacteur : pouvons-nous prédire et contrôler les propriétés et conséquences de l'interaction entre le plasma et la première paroi ? Les problématiques sont multiples. En particulier, l'amplitude du flux de chaleur et la largeur de la zone de dépôt contrôlent les contraintes thermiques subies par les matériaux. Par ailleurs, l'existence d'écoulements plasmas périphériques à grande échelle et auto-générés contrôle en grande partie la migration des impuretés issues de l'érosion de ces parois. En outre, il apparaît plausible que ces écoulements périphériques puissent rétroagir sur les processus de déconfinement, et influencer l'établissement spontané de barrières de transport. Les expériences menées sur de multiples Tokamaks indiquent que la turbulence est au coeur de ces phénomènes. Un aspect essentiel de cette turbulence au bord est son caractère ballonné : très faibles du côté intérieur du tore, les processus de transport sont localisés côté extérieur du plasma, où les effets de courbure sont propices au développement d'instabilités électrostatiques.

Les expériences menées sur Tore Supra depuis plusieurs années permettent de construire un schéma détaillé de ces processus prenant place à la périphérie du plasma confiné. L'étude de bord est principalement menée sur des mesures locales par sondes de Langmuir. Par exemple, il a été montré que les écoulements moyens parallèles aux lignes du champ magnétique d'équilibre sont une conséquence directe de la forte localisation du flux radial de particules côté extérieur du plasma. Les mesures de fluctuations indiquent quant à elles que ce transport radial est intermittent : il se compose de bouffées de densité, convectées radialement par des structures de potentiel. Ces structures sont très localisées transversalement aux lignes de champ (~ 50 rayons de Larmor, ~ 1 cm). Ces filaments se propagent avec une vitesse radiale de l'ordre d'un centième de la vitesse acoustique ionique (~ 500 m.s⁻¹), et le flux résultant est en accord avec les mesures d'écoulements moyens, prouvant qu'une grande fraction (80-100%) du flux radial est porté par ces structures. Le caractère ballonné du transport radial indique que ces structures ne sont pas uniformes le long des lignes de champ.

Depuis peu, il est possible de visualiser ces processus à l'aide de caméras visibles rapides. Ces filaments ainsi que leur dynamique sont clairement identifiés du côté extérieur du

plasma, mais n'apparaissent pas côté intérieur, mettant encore une fois en évidence leur caractère « k// fini ». Cette phénoménologie a aussi été clairement observée à l'intérieur du plasma confiné, remettant en cause le paradigme parfois admis que ces filaments sont dus à l'interaction du plasma avec les parois.

Elucider la dynamique transverse et parallèle de ces filaments est la tâche de fond des expériences dédiées au bord. Les observations doivent permettre de diriger et cibler les modèles utilisés dans les simulations afin de garantir une prévision la plus fiable possible pour un réacteur de type ITER.

Nous montrerons dans cet exposé les résultats expérimentaux les plus récents mettant en lumière les propriétés quantitatives et qualitatives du transport de matière à la périphérie des plasmas de Tokamaks, et plus particulièrement de Tore Supra. Nous discuterons également de l'accord obtenu avec les simulations nonlinéaires « premiers principes », ainsi que des conséquences de cette dynamique riche tant du point de vue de la modélisation que de l'opération de la machine.

Caractérisation de la micro-turbulence et du transport associé dans le cœur des plasmas de fusion

L. Vermare^a, P. Hennequin^a, C. Bourdelle^b, O. Gurcan^a et l'équipe Tore Supra, ^aLaboratoire de Physique des Plasmas, ^bIRFM-CEA Cadarache

Les performances des machines de confinement magnétique actuelles sont limitées par le développement d'une micro-turbulence qui génère un fort transport radial de la chaleur et des particules. La compréhension de ce transport turbulent est un point crucial pour prédire et optimiser le confinement dans les futures machines telles qu'ITER et DEMO. En l'absence de modèle de transport complet, la comparaison de mesures expérimentales avec des modèles théoriques et les résultats de codes de turbulence est un élément clé. La détermination des dépendances de la turbulence et du transport associé avec les paramètres pertinents du plasma permet notamment une confrontation ciblée et est utilisée pour détecter les processus physiques dominants et de discriminer certains modèles théoriques.

Ce papier présente une étude sur l'évolution des caractéristiques de la micro-turbulence dans les plasmas de fusion avec la collisionnalité. La caractérisation expérimentale des fluctuations de la densité est réalisée par un système de rétro-diffusion Doppler qui repose sur les propriétés de propagation d'un faisceau micro-onde dans un plasma turbulent. Ce diagnostic permet de déterminer le spectre en nombre d'onde des fluctuations de densité ainsi que la vitesse de rotation des fluctuations. Il est montré que la répartition de la turbulence sur les différentes échelles spatiales est modifiée lorsque la collisionnalité varie suggérant une transition dans le régime de turbulence. Cette hypothèse est renforcée par les dépendances de la vitesse des fluctuations avec le nombre d'onde.

Le rôle des résonances de champ de l'onde sonde sur les mesures extraites de diagnostics utilisant des ondes électromagnétiques dans les plasmas

S. Heuraux^a, E. Gusakov^b, A. Popov^b, N. Kosolapova^b, ^aInstitut Jean Lamour, Nancy-Université, ^bIoffé Institute, St. Petersburg

Les mesures effectuées dans les fluctuants plasmas sont basées sur une analyse type WKB ou Born et ignorent en général le rôle de fluctuations sur la propagation de l'onde sonde en utilisant des quantités moyennées pour les paramètres plasmas. Ces descriptions ne permettent pas d'expliquer l'origine de tous les sauts de phase observés ni toutes autres distorsions des quantités mesurées en présence de turbulence dans le plasma sondé. Après un bref rappel des mécanismes contribuant à la variation des paramètres mesurables, le rôle des résonances ou plutôt des amplifications localisées de l'onde sonde est montré dans le cas de la réflectométrie pour les plasmas de fusion. Les conclusions peuvent être étendues à

tout type de plasma présentant une faible atténuation de l'onde sonde. Les signatures spécifiques de la présence de résonances en plasma inhomogène montrent que la localisation spatiale permet une meilleure résolution du spectre en nombre d'ondes est possible et que l'utilisation de résonance contrôlée peut conduire à une nouvelle génération de diagnostics de la turbulence mais d'abord induit une amélioration des modèles interprétatifs des mesures et de mieux expliquer les observations. Une équation générique type diffusion de photons inclut les effets des résonances et devrait permettre de décrire le comportement des diagnostics quelque soit l'amplitude des fluctuations de densité.

Loi de conservation de la quantité de mouvement gyrocinétique,

N. Tronko^a et A.J. Brizard^b, ^a Centre de Physique Théorique, Marseille, ^b Saint-Michael's College, Colchester, Vermont

L'approche gyrocinétique de Maxwell-Vlasov représente un paradigme pour l'étude théorique et numérique du comportement turbulent des plasmas de fusion.

Un nouveau principe variationnel pour le système de Maxwell-Vlasov et sa réduction gyrocinétique a été présenté dans. Il s'agit d'un principe variationnel eulérien qui considère les variations contraintes de la fonction de distribution de Vlasov sur l'espace des phases étendu à 8 dimensions. Ces variations sont exprimées en termes d'un crochet de Poisson, et d'une fonction génératrice scalaire S qui joue le rôle d'un générateur des déplacements virtuels dans l'espace des phases étendu. On utilise ce principe variationnel pour dériver la loi de conservation de la quantité de mouvement pour le système Maxwell-Vlasov avec la réduction gyrocinétique. Il est important de remarquer que la méthode de Noether donne la possibilité de dériver une quantité conservée exacte, même pour un modèle réduit. Cela rend notre méthode différente des méthodes classiques qui permettent uniquement l'obtention de quantités approximées.

La loi de conservation de la quantité de mouvement peut être utile pour l'étude de son transport, lequel influence la rotation du plasma. Dans une machine de fusion, la rotation du plasma est responsable de la réduction de la turbulence, ce qui améliore les performances des tokamaks. Actuellement, la rotation du plasma est initiée par l'injection de neutres. Cependant, cette procédure peut s'avérer inapplicable dans les futures machines, telle ITER, dû au fait que le plasma sera plus dense et plus chaud. Une solution peut être trouvée grâce à la rotation intrinsèque observée dans beaucoup de tokamaks actuels. L'étude théorique de ce phénomène représente un grand intérêt scientifique et a déjà été traité à partir d'autres approches, telle que l'approche fluide. Par exemple dans, l'équation pour le transport de la quantité de mouvement angulaire est obtenue à partir du calcul des moments de l'équation de Vlasov collisionnelle.

L'identification de nouveaux mécanismes de rotation spontanée du plasma, à partir de la loi de conservation de la quantité de mouvement, est un des buts principaux de notre étude.

Extraction en ondelettes des fluctuations cohérentes turbulentes dans le plasma de bord du tokamak Tore-Supra

R. Nguyen van Yen^a, M. Farge^a et K.Schneider^b, ^a LMD-IPSL-CNRS, École Normale Supérieure Paris, ^b CMI, Université d'Aix-Marseille

Grâce aux ondelettes orthogonales on décompose les fluctuations turbulentes en deux composantes (cohérente et incohérente) qui peuvent ainsi être étudiées indépendamment. Cette méthode, appelée EFC (Extraction des Fluctuations Cohérentes), est appliquée aux signaux de densité mesurés dans le plasma de bord du tokamak Tore-Supra (CEA-Euratom,

Cadarache). Les fluctuations cohérentes retiennent l'essentiel de la variance, sont intermittentes et non-Gaussiennes. Par contre les fluctuations incohérentes résiduelles sont Gaussiennes et non intermittentes. Ces résultats conduisent à conjecturer que les premières sont responsables du transport turbulent, alors que les secondes n'ont qu'un rôle diffusif.

16h30-18h **Session : «Couplage atmosphère-ionosphère»**

Président de séance : **Pierre Laroche**, ONERA

Conférence invitée

Effets électromagnétiques associés aux événements lumineux transitoires (TLE) et aux flashes gamma terrestres (TGF) dans l'atmosphère supérieure pendant les orages atmosphériques

Elisabeth Blanc, CEA DAM DIF

La découverte récente des TLEs (Événements Lumineux Transitoires) et des TGFs (Flashes Gamma Terrestres), au dessus des orages atmosphériques, a révolutionné notre compréhension de l'atmosphère en révélant des transferts d'énergie transitoires intenses entre la troposphère, l'ionosphère et la magnétosphère. Les observations des TLEs ont mené à l'identification de différents phénomènes appelés sprites en carotte ou en colonne, anges, trolls, jets, jets géants, halos, elfes. Les densités d'électrons générées dans la mésosphère atteignent 10^6 cm^{-3} alors que les énergies des électrons impliqués dans les décharges électriques s'étendent de quelques eV à plusieurs dizaines de MeV. Ils produisent des émissions dans tout le spectre RF. Ces phénomènes font intervenir des décharges quasistatiques et des avalanches d'électrons relativistes injectés dans l'ionosphère et la magnétosphère. L'objet de cette présentation est de décrire ces phénomènes, les mécanismes source possibles, ainsi que différents projets de mesures au sol ou par satellite qui permettront d'améliorer notre compréhension de ces phénomènes.

Mesure de champ électrique pendant des orages atmosphériques – Mise en évidence du chauffage de la basse ionosphère par le champ électrique des éclairs

T. Farges, CEA / DAM / DIF

Le CEA a réalisé en France entre 2003 et 2009 des mesures du champ électrique (de l'EBF à la HF) dans le cadre de programmes européens nommés Eurosprite. Deux thèmes principaux ont été étudiés : les phénomènes induits par les sprites et les elves (émission de champ électrique ou perturbation de ce dernier) et propagation des ondes. Nous nous focalisons dans cet article sur la Mise en évidence du chauffage de la basse ionosphère par le champ électrique des éclairs.

Couplages terre-ionosphère, orages magnétiques, précurseurs et TLE : bilan et perspectives des observations du système [SQUID]² au Laboratoire souterrain bas bruit de Rustrel

G. Waysand^a, J Marfaing^c, J.J.Bois^a, E.Pozzo di Borgo^b, R.Blancon^b, S.Gaffet^{ad}, M.Pyéé^f, M.Yedlin^g, P.Barroy^e, M.Auguste^a, D.Boyer^a et A.Cavaillou^a, ^a LSBB Rustrel, ^b Univ.d'Avignon, ^c IM2NP, ^c GeoSciences Azur, ^e Physique de la Mat. Cond., ^f LPCE, ^g University of British Columbia

Les couplages Terre-Ionosphère sont magnétiquement observables par le magnétomètre [SQUID]² (Superconducting QUantum Interference Device with Shielding Qualified for

Ionosphere Detection) installé sous 518m de karst, grâce à sa sensibilité et son environnement très bas bruit. Sont ainsi mis en évidence:

- un mode de résonance de la mésopause excitable par les ondes P ou par champ électrique comme ce fut le cas pendant l'heure précédant le séisme de Sichuan en mai 2008.
- les modes S et T de respiration du globe pendant des périodes de calme magnétique et sans séisme majeur.
- les orages magnétiques comme si on était au pôle bien qu'installé à moyenne latitude.
- des signaux associés aux sylphes.

Cet ensemble de résultats permet d'envisager un réseau mondial de quelques stations même avec des niveaux de bruit moins bons mais en coïncidence temporelle avec [SQUID]².

Observations de perturbations ionosphériques itinérantes à moyenne échelle au moyen des mesures de contenu électronique total par un réseau dense de récepteurs GPS et des mesures plasma de DEMETER

T. Onishi^a, T. Tsugawa^b, Y. Otsuka^c et J-J. Berthelier^a, ^a LATMOS, ^b National Institute of Information and Communications Technology, Koganei, ^c Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University, Nagoya

Nous présentons un ensemble d'observations simultanées des perturbations ionosphériques itinérantes à moyenne échelle de jour au-dessus de la région de l'Amérique du Nord en utilisant des mesures du Contenu Électronique Total (CET) sous la forme de cartes géographiques de la région et de mesures plasma effectuées par DEMETER dans l'ionosphère supérieure à une altitude de 650 km. Les mesures de CET ont été fournies par le réseau dense de récepteurs GPS et les mesures du plasma sont celles obtenues par l'analyseur ionique IAP de DEMETER. La comparaison de ces deux types de données montre une bonne corrélation entre la variation spatiale du CET, qui correspond aux perturbations de l'ionosphère, caractéristiques des MSTID au voisinage de la région du maximum de densité électronique vers 300 kilomètres d'altitude, et la variation des paramètres plasma observées in-situ par le satellite dans l'ionosphère supérieure. Nous avons également obtenu la première mesure des variations de la vitesse du plasma le long du champ magnétique associée à une MSTID.

Mercredi 17 mars 2010

8h30-10h20 **Session : «Turbulence dans les plasmas du système solaire»**
Président de séance : **Gérard Belmont**, Laboratoire de physique des plasmas

Conférence invitée

Turbulence dans le vent solaire : observations in situ et interprétation théorique, Fouad Sarahoui^{ab}, M. L. Goldstein^a, G. Belmont^a, P. Robert^a et L. Rezeau^{ac}, ^aLaboratoire de physique des plasmas, ^bNASA Goddard Space Flight Center, ^cUPCM

Turbulence at MagnetoHydroDynamics (MHD) scales of the solar wind has been studied for more than three decades, using data analyzes, theoretical and numerical modeling. However smaller scales have not been explored until very recently. Here, we review recent results on the first observation of cascade and dissipation of the solar wind turbulence at the electron scales. Thanks to the high resolution magnetic and electric field data of the Cluster spacecraft, we computed the spectra of turbulence up to ~ 100 Hz (in the spacecraft reference frame) and found evidence of energy dissipation around the Doppler-shifted electron gyroscale f_{ρ_e} . Before its dissipation, the energy is shown to undergo two cascades: a Kolmogorov-like cascade with a scaling $f^{-1.6}$ above the proton gyroscale, and a new $f^{-2.3}$ cascade at the sub-proton and electron gyroscopes. Above f_{ρ_e} the spectrum has a steeper power law $\sim f^{-4.1}$ down to the noise level of the instrument. Solving numerically the linear Maxwell-Vlasov equations combined with recent theoretical predictions of the Gyro-Kinetic theory, we show that the present results are consistent with a scenario of a quasi-two-dimensional cascade into Kinetic Alfvén modes (KAW). New analyses of other data sets, where the Cluster separation (~ 100 km) allowed us to explore the sub-proton scales using the k -filtering technique, and to confirm the 2-D nature of the turbulence at those scales.

Loi universelle pour la turbulence MHD axisymétrique

S. Galtier, Institut d'Astrophysique Spatiale, Université Paris-Sud,

La turbulence MHD homogène est étudiée en présence d'un champ magnétique extérieur. Une telle situation, favorable au développement d'une dynamique anisotrope, est rencontrée dans les plasmas spatiaux comme le vent solaire et est bien décrit dans l'espace physique par une relation de divergence qui exprime la conservation statistique du flux d'énergie d'Elsässer à travers la zone inertielle. Nous faisons l'ansatz que l'anisotropie implique un feuilletage de l'espace des corrélations. Une conséquence directe est la possibilité d'obtenir une nouvelle loi universelle pour les moments d'Elsässer d'ordre trois qui est paramétrisée par l'intensité de l'anisotropie. Nous utilisons la condition d'équilibre critique pour fixer ce paramètre et trouver une expression unique exacte. L'implication de cette nouvelle loi vectorielle universelle pour le vent solaire est finalement discutée.

L'amortissement Landau linéaire est-il relié aux trajectoires non linéaires des particules résonnantes?

G. Belmont, T. Chust, F. Mottez et S. Hess, Laboratoire de physique des plasmas

L'effet Landau, c'est à dire la propriété pour un plasma sans collision d'amortir n'importe quelle perturbation initiale, est connu depuis le travail de Lev Landau en 1946 et sa théorie linéaire est solidement établie dans cet article précurseur. Un nombre considérable de travaux lui a été consacré depuis cette date et encore aujourd'hui il s'agit d'un domaine où la recherche est active, en ce qui concerne principalement les développements non linéaires. Pourtant, la nature profonde de ce mécanisme reste incomplètement comprise. La littérature

sur le sujet se décompose en deux catégories principales : 1) les articles qui calculent, comme l'a fait initialement Landau, l'évolution temporelle d'une perturbation initiale ; 2) les articles qui estiment les échanges d'énergie entre les particules et le champ électrostatique dans un mode propre supposé établi. Les articles de la première catégorie sont les plus complets mais la physique à l'oeuvre y est généralement moins mise en évidence que les techniques de calcul, qui sont délicates, avec les classiques intégrations dans le plan complexe et les déformations de contour. La valeur g_L ainsi trouvée pour le taux d'amortissement par Landau est elle universelle? Quelles sont les hypothèses physiques nécessaires pour la trouver? La notion "d'oubli" des conditions initiales est elle toujours assurée ou dépend elle des conditions initiales? Le rôle de la vitesse résonnante est il apparent dans la forme de la perturbation $f_1(v)$? Toutes ces questions ne sont généralement pas posées dans ce type d'articles et la réponse ne peut souvent pas s'y trouver sans un effort théorique important. Les articles de la seconde catégorie, dont le précurseur est John Dawson, reposent sur des calculs a priori plus proches de l'intuition physique, mais ils sont en fait très délicats à mener correctement, si bien que la prise en compte de tous les différents termes, linéaires et non linéaires, n'y est généralement pas complète. Or, il se trouve que les calculs incomplets peuvent mener à des images -complètement ou partiellement- fausses de la physique à l'oeuvre. A lire les livres classiques de Physique des Plasmas, on peut souvent être mené à croire en particulier que l'effet Landau est essentiellement associé, même dans sa phase linéaire, aux effets non linéaires des trajectoires de particules. On se souvient par exemple de certaines illustrations, dans les chapitres décrivant l'effet Landau linéaire, qui présentent le piégeage des particules dans le potentiel de l'onde, ou la formation d'un plateau quasi-linéaire dans la fonction de distribution autour de la vitesse de résonance. Or ces effets non linéaires n'étant pas inclus dans le calcul linéaire de l'effet Landau, il est évident qu'ils ne peuvent pas être invoqués pour comprendre le mécanisme physique tel qu'il existe dans sa phase linéaire. Les calculs d'énergie présentent intrinsèquement une difficulté particulière qui explique en partie ces ambiguïtés : dans un calcul perturbatif, l'énergie est une quantité quadratique, elle impose donc de calculer des quantités du second ordre, même pour les calculs linéaires, et ceci demande de grandes précautions. Nous résumons ici deux articles que nous avons écrits dans *Physics of Plasmas*, le premier démontrant que l'on peut parfaitement obtenir des solutions différentes de la solution Landau, pour la propagation comme pour l'amortissement, à condition de choisir des conditions initiales adéquates. Le second reprend les calculs d'énergie et montre que, lorsqu'ils sont complets, ces calculs ne sont pas contradictoires avec l'existence de solutions "non Landau".

Force de pression cinétique dans la reconnection magnétique non-collisionnelle

N. Aunai, G. Belmont et R. Smets, Laboratoire de Physique des Plasmas

L'accélération des ions est étudiée dans le cadre de la reconnexion magnétique non collisionnelle. Des simulations hybrides 2D nous ont permis de comprendre que les protons sont accélérés par un puits de potentiel divergent formé par l'effet Hall des électrons pré accélérés au point X. Ces oscillations permettent de convertir l'énergie potentielle en énergie cinétique dirigée et thermique. Nous comparons les résultats Hybrides avec une simulation 2D bi-fluide et nous montrons que l'accélération cinétique des protons engendre du point de vue fluide une force de pression non diagonale non négligeable ne pouvant apparaître dans le code fluide. Un parallèle avec les observations à la queue de la magnétosphère sera fait.

Diffusion de particules chargées dans un bruit électromagnétique de type « Siffleur »

R. Smets, G. Belmont et N. Aunai, Laboratoire de Physique des plasmas

Nous étudions la diffusion (dans l'espace des positions) des particules chargées dans un bruit électromagnétique. Nous utilisons un code hybride auto cohérent pour produire un bruit large bande ayant des propriétés similaires au mode de sifflement. Nous reconstruisons les coefficients de diffusion et montrons que les valeurs obtenues sont supérieures à celles prédites par les modèles analytiques. Nous supposons que le champ électrique (généralement non considéré dans ces modèles analytiques) joue un rôle important en se couplant non linéairement au champ magnétique.

10h40-12h30 **Session : «Influence de l'ionosphère sur les systèmes»**

Président de séance : **Louis Bertel**, IETR, Université de Rennes 1

Conférence invitée

Impact de l'ionosphère sur les systèmes de navigation

Yannick Béniguel, IEEA

Un des objectifs principaux des systèmes de navigation est de fournir un service pour le positionnement avec des contraintes sévères en matière d'intégrité, de continuité de service et de disponibilité. Les systèmes de navigation doivent de plus fournir la même qualité de service quel que soit l'environnement. Le problème principal est celui lié à la propagation à travers l'ionosphère dont les variations suivent l'évolution du cycle solaire (11 ans). Le dimensionnement d'un système GNSS vis-à-vis des importantes fluctuations ionosphériques correspondantes fait de ce problème un réel challenge.

D'un point de vue phénoménologique, l'ionosphère est classiquement divisée en trois régions : les latitudes équatoriales ($-20^\circ < < 20^\circ$), les latitudes moyennes et les régions polaires ($> 65^\circ$). Aux latitudes moyennes, la variation de l'ionosphère est la plus régulière. Les régions équatoriales et polaires sont des régions où se développent des instabilités du milieu. La propagation des signaux s'effectue dans ce cas dans un milieu aléatoire.

Le contenu électronique total (CET) est le paramètre le plus important pour estimer la correction des erreurs du premier ordre et des ordres supérieurs. Les systèmes multi – fréquences sont utilisés dans ce but. Des systèmes d'augmentation de la précision ont par ailleurs été développés (WAAS, EGNOS...). Ces derniers fournissent à l'utilisateur une information supplémentaire sur l'état de l'ionosphère à partir de mesures locales réalisées en un certain nombre de stations. Outre le CET, on s'intéresse également à sa dérivée spatiale et temporelle pour un certain nombre d'évènements types que sont les orages magnétiques et les perturbations itinérantes (TID) qui sont dimensionnants aux latitudes moyennes.

Pour les régions équatoriales et polaires, la propagation à travers les instabilités du milieu donne lieu à des scintillations du signal reçu qui peuvent atteindre 40 dB crête à crête dans le pire des cas. Ceci entraîne pour le moins des erreurs et conduit dans les cas extrêmes à l'interruption d'un ou plusieurs liens vers les satellites utilisés pour le positionnement avec des erreurs associées d'autant plus grandes.

Les deux problèmes précédents liés aux valeurs moyennes de la densité électronique dans l'ionosphère (et par suite au CET) et à ses fluctuations (générant des scintillations) et à leur

impact sur les systèmes de navigation sont présentés dans cet article.

Détection et reconnaissance automatiques des ondes plasma à partir des mesures de DEMETER : résultats initiaux d'une étude statistique de la turbulence électrostatique et des phénomènes associés

T. Onishi et J.-J. Berthelier, LATMOS

Cette présentation est fondée sur les résultats initiaux d'un travail en cours au LATMOS sur l'analyse automatique des mesures des composantes électriques des ondes plasma TBF observées par l'expérience ICE sur DEMETER. L'objectif est de reconnaître sur les données spectrales, les différentes catégories d'ondes naturelles et artificielles et de déterminer leurs caractéristiques principales. Dans cette présentation, nous allons discuter des résultats des études statistiques sur la frontière de l'apparition des turbulences électrostatiques en latitude en fonction de l'activité magnétique. Nous allons aussi montrer la corrélation entre la turbulence électrostatique et les caractéristiques des signaux d'émetteurs TBF. Les résultats de ce travail seront ensuite utilisés pour différentes études statistiques ou pour la recherche d'émissions éventuellement associées à l'activité sismique.

Météorologie de l'Espace en Afrique : les programmes Année 2010 Égypte France et ISWI

C. Amory-Mazaudier et al., LPP/CNRS/UPMC

Le projet « International Space Weather Initiative » (2010-2012), s'inscrit dans la continuité du projet Année Héliophysique Internationale AHI (2007-2009). Ces deux projets sont suivis par la commission des Nations Unies pour les applications pacifiques de la Science à l'Espace (<http://www.oosa.unvienna.org>).

Dans notre exposé, nous présenterons les objectifs du projet ISWI qui poursuit le déploiement de réseaux d'instruments de mesure sur l'Afrique, commencé dans le cadre du programme AHI.

Nous ferons le point sur les sujets suivants :

- les réseaux existants et en particulier ceux de stations GPS et de magnétomètres ;
- les équipes scientifiques utilisant les instruments ainsi distribués géographiquement ;
- les écoles de formation organisées par l'ICTP (International Centre for Theoretical Physics) et le GIRGEA (Groupe International de Recherche en Géophysique Europe Afrique) ;
- les résultats scientifiques récents acquis en Afrique.

Pour les prochains programmes satellitaires, il est particulièrement important d'avoir des réseaux d'instruments au sol pour compléter les données des satellites.

Télérelèvement de la turbulence dans les plasmas géophysiques et de fusion

M. Materassi^a, F. Briolle^b, B. Ricaud^b et A. W. Wernik^c, ^aIstituto dei Sistemi Complessi, Florence, ^bCentre de Physique Théorique, Marseille, ^cSpace Research Centre, Warsaw

In this presentation we explore the opportunity of deducing the statistical small scale properties of a turbulent plasma through electromagnetic remote sensing, both in the case of geophysical and Tokamak plasma. The common idea of the different researches presented here is to probe the turbulent medium with an electromagnetic wave and then to analyze the electromagnetic signal downstream the medium to obtain the characteristics of it.

The data analysis techniques applied to the electromagnetic signal, that is supposed to carry information about the plasma, are inspired by the main characteristics of a turbulent state: the nonstationarity and the multi-scale dynamics.

Two techniques are applied, based on the foregoing consideration, both to ionospheric radio scintillation on GPS links and to reflectometry data from Tore Supra. The techniques used are tomogram analysis and wavelet analysis.

The potentiality of their application to the fields considered are illustrated with some practical examples.

Échos radar HF de faible durée observés aux latitudes moyennes pendant une période d'activité orageuse

A. Bourdillon^a, P. Dorey^b et S. Saillant^b, ^a IETR, Université de Rennes, ^b ONERA, DEMR/RBF

Des échos de faible durée, comprise entre 1 et 5 secondes, ont été observés aux moyennes latitudes à l'aide du radar HF NOSTRADAMUS. Ces échos apparaissent dans des paquets dont la durée de vie est de l'ordre de 30 secondes, à l'intérieur desquels le comportement est quasi-périodique. En utilisant les possibilités de balayage de l'espace fournies par l'antenne du radar on montre que ces échos proviennent essentiellement de la région E, entre 90 km et 150 km, mais quelques échos proviennent aussi de la région D entre 50 km et 90 km. Le traitement de séquences courtes (0,16 s) montre des structures plus ou moins alignées le long des lignes de force du champ géomagnétique.

Ces observations ont été faites pendant une période d'intense activité orageuse sur l'Europe de l'Ouest. Dans la discussion on propose que des précipitations d'électrons induites par les éclairs d'orages aient pu créer des irrégularités de la densité électronique à l'origine des échos.

14h-16h10 **Session : «Turbulence MHD et phénomènes de propagation »**

Président de séance : **Yanick Sarazin**, IRFM-CEA Cadarache

Conférence invitée

Turbulence et structures dans les plasmas magnétisés : rôle des effets cinétiques

Thierry Passot et P.L. Sulem, UNS, CNRS, Observatoire de la Côte d'Azur,

La turbulence présente dans la plupart des plasmas magnétisés faiblement collisionnels d'intérêt astrophysique ou de laboratoire reste un phénomène largement incompris en raison de la complexité des interactions tant entre les divers types d'ondes qu'entre ondes et particules. Des simulations tridimensionnelles de l'équation de Vlasov en régime turbulent sont encore hors de portée des ordinateurs actuels, mais des simulations présentant une large bande d'échelles ont commencé à voir le jour dans une approximation gyrocinétique (avec ajout d'un opérateur de collisions), basée sur un certain nombre d'hypothèses simplificatrices, dont celle de retenir uniquement les basses fréquences. Ces travaux, qui, malgré le gain d'une dimension dans l'espace des vitesses n'en sont encore qu'au balbutiement en raison de leur formidable difficulté de mise en oeuvre numérique, montrent l'existence d'une double cascade, à la fois dans l'espace des vitesses et dans l'espace physique. Néanmoins, même si le recours à des descriptions cinétiques est nécessaire pour aborder les phénomènes qui ont lieu aux échelles inférieures ou de l'ordre du rayon de Larmor des électrons, et en particulier pour comprendre les mécanismes physiques à l'origine de la dissipation d'énergie, de nombreux processus se produisant aux échelles supérieures ou comparables au rayon de Larmor des ions peuvent être étudiés à l'aide de modèles fluides, incorporant éventuellement les effets cinétiques les plus importants, dans une approximation souvent linéaire.

Simulations 2D PIC d'un choc courbe supercritique : dynamique du précurseur électromagnétique

J. Stienlet^a; B. Lembege^b; P. Savoini^a, ^a LPP, ^b LATMOS

The whistler precursor emitted from the curved terrestrial shock front plays an important role in pre-decelerating and heating the incoming solar wind. Most previous works have mainly analyzed the features of the whistler precursor emission for a 1D planar shock where it is forced to propagate along the shock normal or to propagate obliquely with respect to a fixed shock normal direction in 2D planar shock simulation. In the present case, the dynamics of the precursor is analyzed for a full curved shock with the help of a 2D full particle simulation where full curvature effects and both electrons and ions dynamics are described by a self consistent approach. Curvature effects continuously cover all shock normal directions within the angular range $90^\circ \leq \Theta_{Bn} \leq 45^\circ$ where Θ_{Bn} is the angle between the shock normal and the upstream magnetostatic field. This approach allows a free accessibility of the whistler precursor to a large angular range without any constraint. Preliminary results show that:

1. the whistler precursor strongly extends far from the shock front mainly along the magnetostatic field (projected on the simulation plane) but this extension is progressively reduced outside this privileged direction;
2. wave fronts of the whistler precursor have a curvature similar to that of the main curved shock front but the width of these curved wave fronts strongly decreases when moving far from the shock front;
3. near the shock front, the precursor is emitted within an angular range much larger than that predicted by linear theory;
4. the critical angle of occurrence of the precursor fits with the theoretical value expected from Krasnoselskikh et al. (2002) model but this angle is not associated to a transition between stationary and nonstationary shocks in contrast with a statement announced by this theoretical model;
5. the damping rate of the whistler precursor is analyzed for different directions of the shock normal. These results will be discussed and compared with previous 1D and 2D simulations of planar shocks.

Traitement des données de réflectométrie pour la mise en évidence de phénomènes turbulents

B. Ricaud^a, F. Briolle^a, F. Clairet^b, C. Chandre^a, ^a Centre de Physique Théorique, Marseille, ^b IRFM, CEA Cadarache

Le diagnostic de réflectométrie permet de mesurer le profil de densité du plasma. Néanmoins, les turbulences présentes au bord du plasma entraînent des échos multiples, rendant la reconstruction du profil de densité difficile. Une nouvelle méthode de traitement du signal permet d'isoler les multi-réflexions et améliore la précision de la reconstruction. Cette méthode consiste à projeter le signal sur une base de chirps linéaires.

La réflectométrie : un outil pour détecter les modes MHD dans les plasmas du tokamak Tore-Supra

R. Sabot^a, C. Nguyen^b, Z. Guimaraes^c, D. Elbeze^a, X. Garbet^a, J-C. Giacalone^a, ^aCEA, IRFM, ^bCPHT, École Polytechnique, ^cPIIM, Université de Provence

Inspiré des radars ionosphériques, la réflectométrie est un diagnostic mesurant la densité électronique des plasmas de fusion magnétique. La réflectométrie peut détecter les déformations du profil de densité provoquées par les modes MHD macroscopiques. En utilisant la rotation du plasma, il est possible de reconstruire une image tomographique

bidimensionnelle du profil de densité. En travaillant à fréquence fixe, la réflectométrie détecte les oscillations de la couches de coupure provoquées par des modes MHD comme les modes excités par les particules rapides. Pour les modes BAE (Beta Elfvén Eigenmodes) qui sont excités par des ions rapides, un bon accord a été obtenu entre observations et prédictions théoriques. Toutefois, l'évolution temporelle (baisse puis augmentation rapide) de la fréquence et de la structure de ces modes au cours d'une dent de scie ne peut être pas reproduite par cette théorie linéaire. Des simulations non-linéaires sont donc nécessaires.

Shell models' et la possibilité d'application dans un plasma de fusion

Ö. D. Gürçan, Laboratoire de Physique des Plasmas

We present the results of a detailed study of applicability of cascade models, be it in the form of shell models, or in the form of differential approximation models, to fusion plasmas. There exists various difficulties associated with the plasma medium. Its intrinsic excitability, the role of meso-scales and its natural anisotropy can be mentioned. In this work, we derive a set of shell models, that are tailored for applicability to fusion plasmas. We suggest this as a useful method for understanding the nonlinear tendencies instead of direct prediction.

Analyse large bande de structures électromagnétiques comportant des plasmas par la TLM

A. Farhat et M. Ney, Lab-STICC, Pôle Micro-Ondes et Matériaux, Télécom Bretagne

Notre étude consiste à adapter la méthode TLM aux structures comportant des milieux aux propriétés électromagnétiques dispersives.

Nous proposons une nouvelle technique générale et rigoureuse issue directement des équations de Maxwell afin de prendre en compte tout type de matériau. Elle constitue une généralisation de l'approche de J. Paul, qui se base sur une analogie de circuit.

REMISE DE LA MÉDAILLE DU CNFRS À PIERRE-NOËL FAVENNEC PAR ERICH SPITZ

Pierre-Noël Favennec, né en 1943 à Quimper, docteur ès sciences physique (faculté des sciences de Rennes), intègre en 1967 le Centre national des études et des télécommunications (CNET), à Lannion, et le laboratoire « Études sur les Radiations des Matériaux », nouvellement créé, dirigé par Gérard Pelous, laboratoire qui s'est par la suite orienté vers les technologies d'implantation ionique puis, plus largement, vers la physique et technologies des composants et dispositifs nécessaires aux télécommunications.

Il y a plus particulièrement étudié les matériaux III-V tels que l'GaAs et l'InP. Ses travaux sur les composants hyperfréquences (Transistors MESFET, circuits intégrés) et optoélectroniques (lasers, DEL, afficheurs, photodétecteurs) ont donné lieu à douze brevets, une centaine de publications, une cinquantaine de conférences, des enseignements spécialisés de 3^{ème} cycle, et deux ouvrages. Ces dispositifs ayant donné lieu à applications industrielles, il s'est orienté par la suite vers l'étude du dopage de l'erbium dans divers matériaux dans l'objectif de concevoir des composants de télécommunications optiques émettant à 1,56 μm . Travail qui a abouti à une première DEL en silicium et à la démonstration que tout matériau dopé à l'erbium, ayant un gap plus grand que 0,8 eV, émettait à 1,56 μm et était potentiellement applicable pour les télécommunications optiques.

En 1992, il est nommé à la Direction scientifique du CNET et est chargé des domaines de la microélectronique, des télécommunications hertziennes et optiques. Sous l'impulsion de Jeannine Hénaff, il coordonne et engage des actions propres à investir des domaines innovants en mettant en réseau laboratoires du CNET et laboratoires académiques. C'est ainsi que des thématiques telles que les fonctions opto-hyper, les antennes millimétriques, les nouvelles fonctions optiques, les communications quantiques, le millimétrique, santé et téléphonie mobile (action lancée en 1994) etc. ont été explorées et ont données lieu à publications, séminaires et conférences et. Parallèlement, Pierre-Noël Favennec a continué à prospecter de nouveaux thèmes de recherche comme les liaisons à peu de photons (co-brevet), les liaisons optiques sans fil, les objets communicants, les écrans souples, le GTTH (Gigabits To The Home)... En 1994, il prend en charge la Collection technique et scientifique des télécommunications (CTST). Sous son impulsion, 60 livres ont, à ce jour été édités. La CTST, collection en français et pour une plus grande reconnaissance des auteurs français, il favorise, en partenariat avec les grands éditeurs internationaux, des traductions d'ouvrages (18 ouvrages à ce jour).

En 2003, il devient consultant à la Direction scientifique de l'Institut Télécom, tout en continuant à diriger la CTST, renommée Collection Télécom. Il prend alors une part encore plus active dans l'édition scientifique et notamment en prenant des responsabilités dans des comités de rédaction (Annales des télécommunications, I2M, Radio Science Bulletin), en étant rédacteur en chef invité dans Comptes Rendus Physique (2 numéros thématiques) ou rédigeant des articles de synthèse sur la mesure de l'environnement radioélectrique.

Il prend, de même, une part très active dans la vie d'URSI-France, officiellement le Comité national français de radioélectricité scientifique, ou, après avoir été président de la commission « Electronique et optique », de 2003 à 2006 il en assume la Présidence et ou il continu d'y être très présent.

En 2005, premier Président de la Fondation de recherche « Santé et radiofréquences », il met en place celle-ci, en veillant à un dialogue exigeant entre associations-industriels-scientifiques-représentants de l'État... Face à la nécessité de développer la communication

scientifique à l'attention du grand public, il crée, en collaboration avec l'Association bretonne pour la recherche et la technologie (ABRET) une exposition itinérante « Un monde sans fil – les ondes en questions ? ». De même, face aux nouvelles avancées technologiques et au besoin du public de comprendre et de recevoir une information objective, Pierre-Noël Favennec s'est fortement investi dans l'animation des associations bretonnes de culture et de diffusion scientifique que sont l'ABRET et l'APAST (Association Pour l'Animation Scientifique du Trégor).

La médaille du CNFRS est décernée, sous l'égide de l'Académie des Sciences, à une personnalité scientifique qui a contribué à des avancées remarquables en radioélectricité et qui a participé à l'animation scientifique de la communauté française et internationale.

MODALITÉS PRATIQUES

PUBLICATIONS – ÉDITIONS

Les textes des communications sont consultables en ligne sur le site d'URSI-France : <http://ursi-france.institut-telecom.fr>

Après avis du Comité scientifique, certains auteurs seront invités à remettre leur contribution pour publication, soit dans un numéro thématique « Propagation et Plasmas » des Comptes rendus Physique de l'Académie des sciences, soit dans la Revue de l'électricité et de l'électronique (REE). Responsables des publications : Alain Bourdillon, Philippe Savoini

ORGANISATION

COMITÉ SCIENTIFIQUE		COMITÉ D'ORGANISATION
Présidents : Alain Bourdillon, IETR Philippe Savoini, LPP	Christian Hanuise, LPC2E Pascale Hennequin, LPP Pierre Laroche, ONERA, SEE	Alain Bourdillon, IETR Philippe Savoini, LPP Joël Hamelin, URSI-France
Gérard Belmont, LPP, Yannick Béniguel, IEEA Elisabeth Blanc, CEA Roland Fleury, TELECOM Bretagne Jean-Jacques Guitot, ANFR	Patrick Lassudrie-Duchesne, TELECOM Bretagne Milan Maksimovitch, LESIA Christian Mazelle, CESR, Frédéric Pitout, LPG	Alain Sibille, ENSTA-ParisTech Hervé Sizun, URSI-France Michel Terré, CNAM Joe Wiart, URSI-France

PARTICIPATION

Une participation aux frais de 180 € est demandée à tous les participants. Elle comprend entre autres les collations et pauses café. Un tarif réduit de 80€ est accordé aux étudiants et seniors.

Pour 46 € supplémentaires le numéro thématique « Propagation et Plasmas » des Comptes rendus Physique de l'Académie des sciences, reprenant les principales contributions de ces journées, vous sera adressé dès sa parution début 2011.

INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES

Vous pourrez trouver toutes informations utiles relatives aux Journées scientifiques 2010 sur le site d'URSI-France : <http://ursi-france.institut-telecom.fr>

AVEC LE SOUTIEN DE :



SECTION FRANÇAISE DE L'
UNION RADIO SCIENTIFIQUE INTERNATIONALE
COMITÉ NATIONAL FRANÇAIS DE RADIOÉLECTRICITÉ SCIENTIFIQUE

Siège social : Académie des Sciences, 23 Quai de Conti, Paris 6^{ème}

Site Internet : <http://ursi-france.institut-telecom.fr>

Adresse postale : Joël HAMELIN, Secrétaire général d'Ursi-France,
CAS, 18 rue de Martignac, F-75700 Paris Cedex 07

Téléphone : 01 42 75 60 35

Courriel : ursi-france@institut-telecom.fr