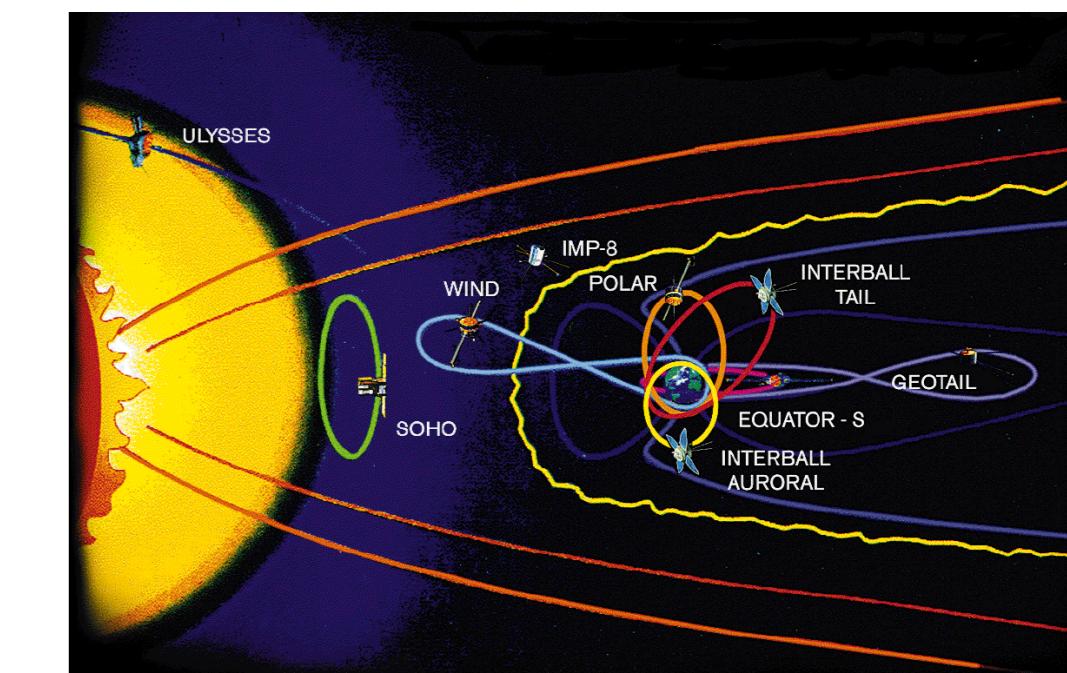
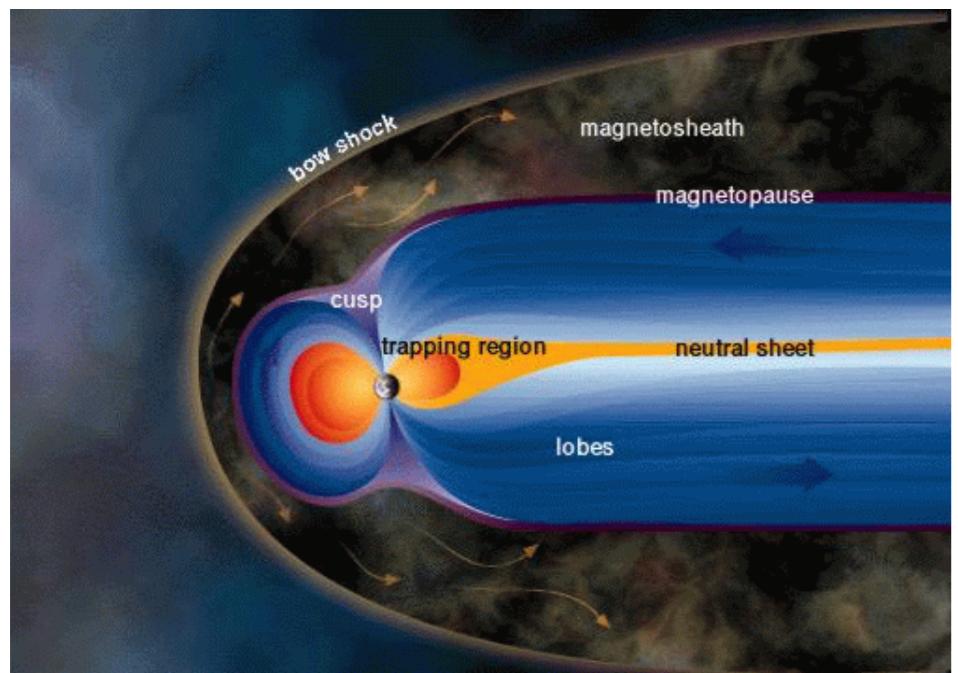


FIzica Plasmei Spațiale din Date SatelitaRE (FIRE)

O. Marghitu, H. Comișel, M. Echim, D. Constantinescu, A. Blăgău, M. Ciobanu

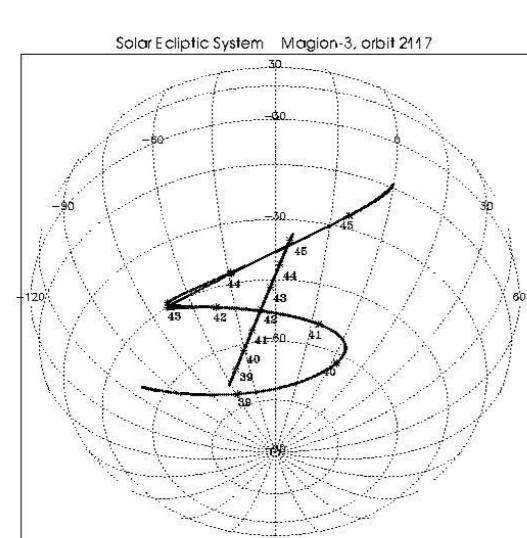
Institutul Național pentru Fizica Laserilor Plasmei și Radiației
Institutul de Științe Spațiale

Program Aerospațial, Subprogram Explorari Spațiale
27–28 Iunie, 2002



2a. Metode de determinare a orientației satelitare

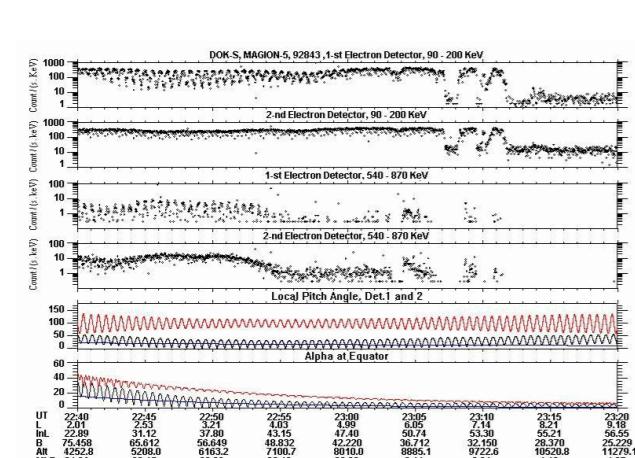
- Utilizează date de câmp magnetic și informație adiacentă produsă de senzori specializați (Soare, Pamânt)
- Atunci când factori perturbativi afectează informația adiacentă este necesară utilizarea de metode numerice speciale
- Folosind datele magnetometrului românesc SG-R7 și o metodă de modelare dinamică s-a determinat altitudinea satelitilor MAGION-2 și MAGION-3, deși informația adiacentă a fost limitată.



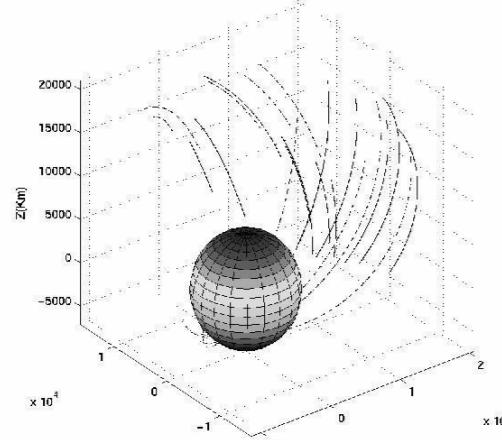
• Caracter de noutate:

- Condiții orbitale și dinamice diferite în cazul MAGION-5
- În modelul de câmp magnetic trebuie inclusă și componenta externă (Tsyganenko) pe langă cea internă (IGRF)

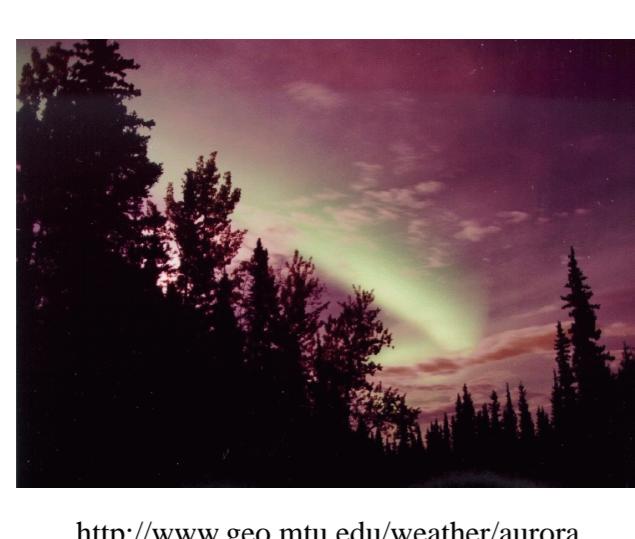
- Câmpul magnetic în sistemul satelitului și unghiul de înclinare al electronilor măsuți de spectrometrul DOK-S – studiu anterior proiectului FIRE (Kudela et al., 2000)



- Evaluări balistice ale trajectoarei MAGION 5



- Arcele aurorale sunt produse de electroni accelerati în RAA, care interacționează cu particulele din atmosferă.



<http://www.geo.mtu.edu/weather/aurora>

- Același câmp electric care acceleră electronii spre Pamânt, accelerează ionii în sus, îndepărându-i de Pamânt.
- Deși nu există o legătură directă între aurore și fascicule, datele experimentale sugerează asocierea fasciculelor la altitudini mai joase cu dezvoltarea arcelor aurorale (Marghitu et al., 2001).

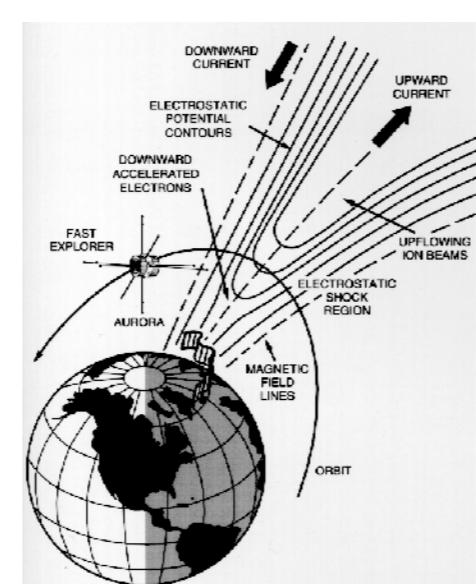
- Tinând cont de faptul că arcele au de multe ori o structură a carei scală poate coborî sub 1km, problema structurii interne a fasciculelor de ionii are sens.

4. Contribuția FIRE la programul AEROSPAȚIAL

- Investigarea de procese fundamentale în plasma spatială, care nu pot fi reprodate în condiții de laborator.
- Participare nemijlocită la exploatarea științifică a datelor obținute în cadrul programului internațional IASTP (Inter-Agency Solar Terrestrial Program).
- Acces la instrumente hard și soft de ultimă generație. Expertiza în domeniul calculului numeric și al simulărilor orientate spre aplicații spațiale.
- Consolidarea unui grup de cercetare apt să comunice eficient în cadrul comunității științelor spațiale, în condițiile în care informația spațială tinde să intre tot mai mult în cotidian (space weather).
- Limitarea fenomenului de brain-drain, prin crearea unui cadru stabil și civilizat de lucru într-un institut românesc.

2b. Fascicule de ioni energetici de origine terestră

- Extrase din ionosferă de câmpul electric paralel din Regiunea de Accelerare Aurorală (RAA), ~ 70° lat., ~ 0.5 – 2RE alt.



<http://www-ssc.igpp.ucla.edu/fast>

- Investigarea câmpului electric paralel prin comparație a datelor de spectrometria plasmelor cu datele de câmp electric.

- Rezoluția temporală a spectrometrelui de ioni de pe FAST permite obținerea a 100–200 puncte de măsură per fascicul ionic.

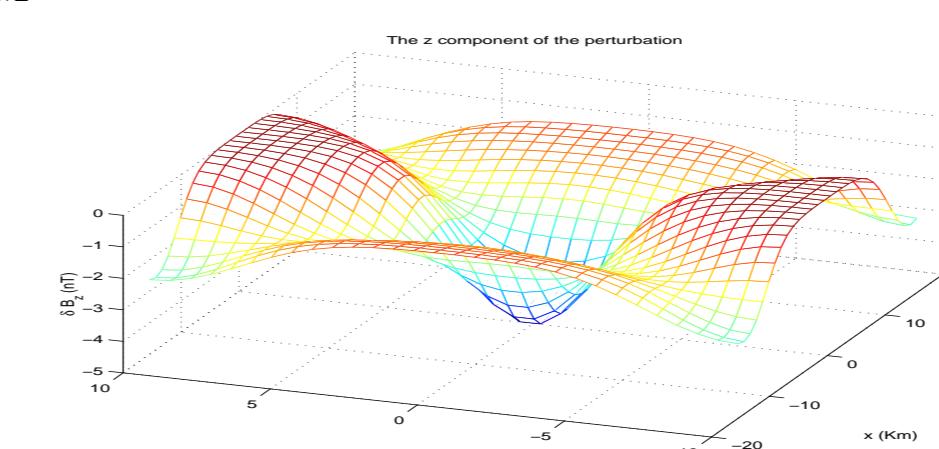
• Caracter de noutate:

- Investigarea structurii interne a fasciculelor ionice
- Aplicarea de metode statistice în studii de caz
- Studiul conjugat al datelor FAST și CLUSTER

2. Descriere

2c. Instabilitatea de tip oglindă magnetică (OM)

- Identificată în magnetosferă terestră și în spațiu interplanetar.
- A fost elaborat un model teoretic care descrie geometria 3D a OM



- Elaborarea codului numeric destinat identificării amprentei OM.

• Caracter de noutate:

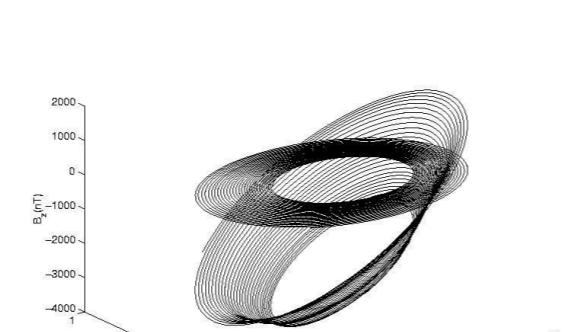
- Identificarea geometriei 3D a OM în datele experimentale. Studiile anterioare folosesc modele 1D.
- Determinarea anizotropiei și a parametrului β al plasmei din caracteristicile geometrice ale OM.

2d. Cuplajul vânt solar – magnetosferă

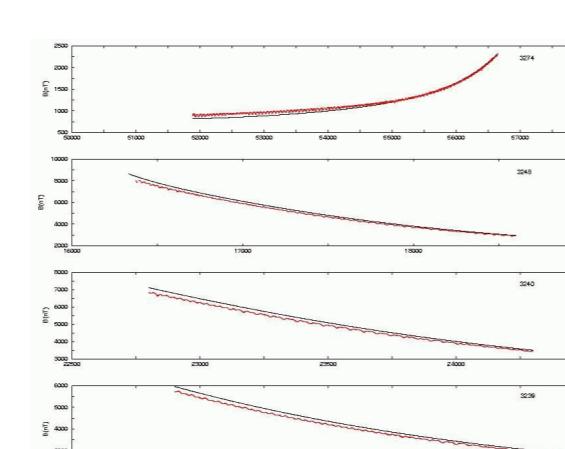
- Modele propuse: reconexiune magnetică, instabilitate Kelvin-Helmholtz, difuzie perpendiculară pe câmpul magnetic, pulsuri de presiune, penetrare impulsivă.
- Rolul proceselor collective în propagarea unei neomogenități de plasmă (plasmoid) din vântul solar.
- Decuplarea mișcării plasmei de "mișcarea" linioilor de câmp magnetic datorită cîmpului electric paralel cu cîmpul magnetic.
- Caracter de noutate:
 - Demonstrație teoretică și experimentală a existenței câmpului electric paralel la frontieră plasmoidală.
 - Discriminare între fenomenele temporale și cele spațiale posibilă datorită misiunii CLUSTER.

3a. Metode de determinare a orientației satelitare

- Câmpul magnetic în sistemul satelitului, Orbita 3240



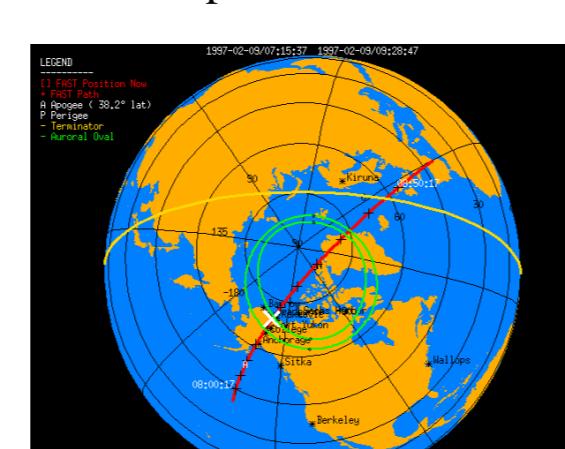
- Comparare între modulul câmpului magnetic observat și model (Ciobanu et al., 2002)



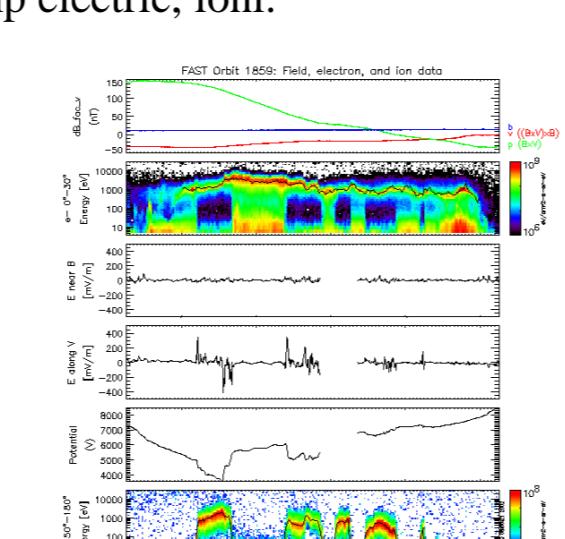
3. Stadiu de realizare

3b. Fascicule de ioni energetici de origine terestră

- Definirea metodologiei de investigare a structurii interne a fasciculelor ionice s-a făcut pe orbita FAST 1859

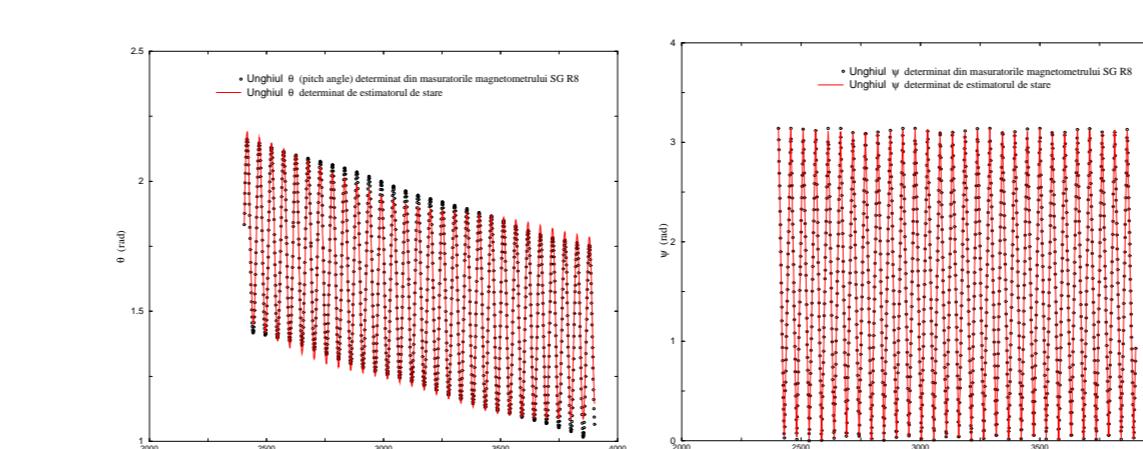


- Setul de date FAST cuprinde măsuratori de: câmp magnetic, electroni, câmp electric, ioni.

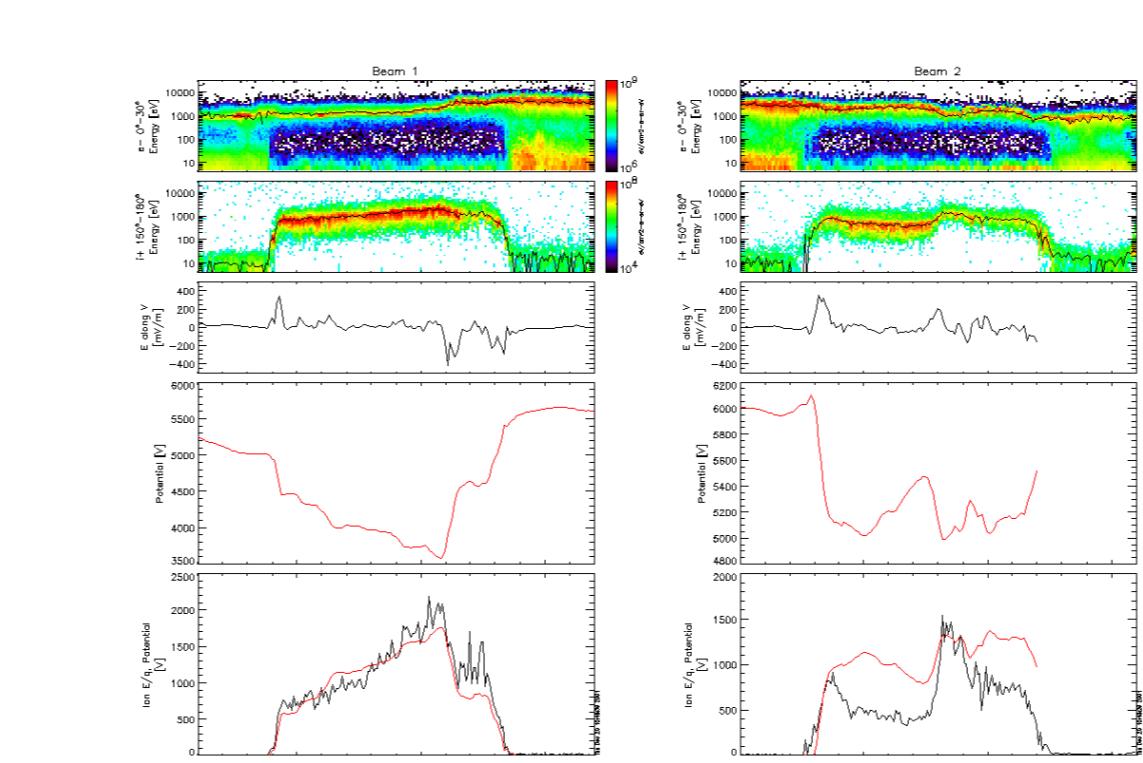


• Estimatorul de stare batch

- Vectori de Stare: 4 quaternioni, 3 viteze unghiulare, 4 momente de inerție, 1 coeficient de viscozitate
- Măsurări: date magnetometrice triaxiale
- Integrator: metoda Runge Kutta de ordin 4
- Modele teoretice folosite pentru observabile: câmpul geomagnetic IGRF 1995 (pîna la a 10-a armonică sferică)
- Unghiiurile Euler calculate direct din datele magnetometrice și valorile obținute de estimatorul batch pentru orbita 3239 (Comisel, 2002).



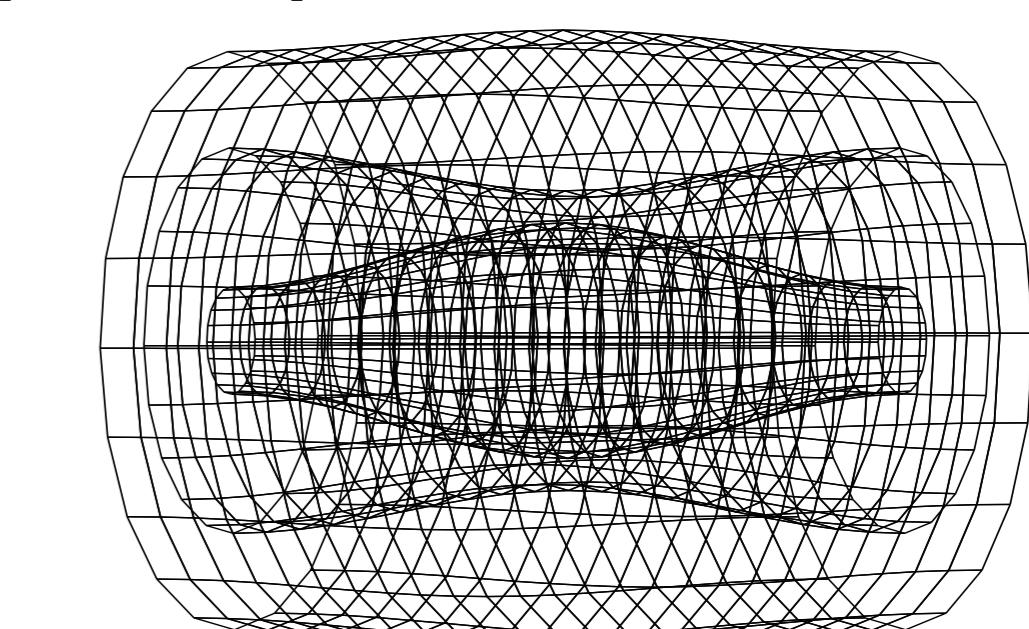
- Au fost analizate în detaliu două fascicule ionice.



- Deși energia cinetică a ionilor este în acord rezonabil cu potențialul, apar și diferențe.
- Analiza de corelație, posibilă datorită statisticii bune de măsură, permite sistematizarea observației calitative și exprimarea ei în formă cantitativă.
- Studiul calitativ împreună cu analiza cantitativă a fost repetat pentru mai multe orbite FAST.

3c. Instabilitatea de tip oglindă magnetică

- Modelul teoretic al oglindilor magnetice prezice o structură geometrică complexă care depinde în principal de anizotropie și parametrul β al plasmei (D. Constantinescu, 2001)



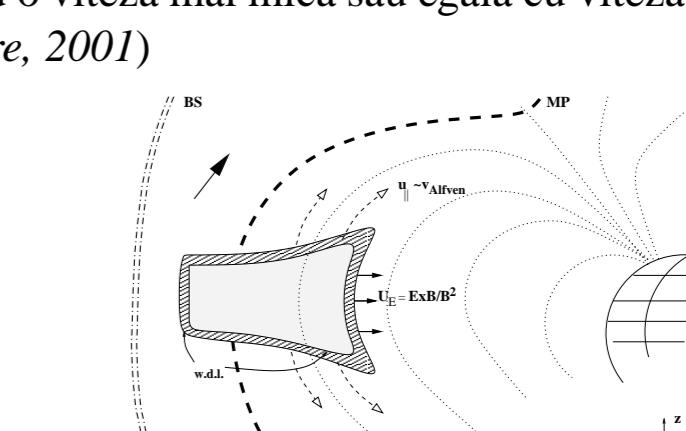
- În realizarea filului trebuie ținut seama de poziția și orientarea structurii în raport cu traectoria satelitului, de parametrii geometrici ai structurii precum și de caracteristicile plasmei. Numărul mare de parametrii liberi rezultă din dificultăți teoretice și tehnice.

- Utilizarea măsurătorilor multisatelit elimină o parte din dificultăți amintite la punctul precedent și mărește confidența în rezultatele filului.

3d. Cuplajul vânt solar – magnetosferă

- Observarea sistematică (Sibeck et al., 2000) a unei diferențe pozitive a densității plasmei ($\frac{\Delta n}{n_{GSE}} > 0$) în regiuni magnetosferice adiacente magnetopauzei.

- Model teoretic pentru expansiunea neomogenităților penetrante din vântul solar: propagarea strukturilor duble de pe frontieră cu o viteză mai mică sau egală cu viteza Alfvén (Echim și Lemaire, 2001)



Bibliografie

1. Ciobanu, M. et al., *Magnetic field data bases: Magion 2, 3, 4 & 5 satellites*, COSPAR Interball Colloquium, Sofia, Februarie 2002.
2. Comisel, H., *Modelarea dinamică a miscării satelitului Magion 5*, Raport FIRE, Februarie 2002.
3. Constantinescu, D., *Self-consistent model of mirror structures*, J. Atm. Sol.-Terr. Phys., 64, 645-649, 2002.
4. Echim, M. et Lemaire, J., *Advances in the kinetic treatment of the Solar Wind Magnetosphere Interaction: the Impulsive Penetration Mechanism*, The AGU Chapman Conference on LLBL and its Interaction with the Solar Wind and Magnetosphere, New Orleans, Aprilie 2001.
5. Kudela, K. et al., *Angular distributions of high energy electrons on Magion 5*, 2000.
6. Marghitu, O. et al., *Observational evidence for a potential relationship between visible auroral arcs and ion beams – A case study*, Phys. Chem. Earth, 26, 223-228, 2001.
7. Sibeck, D.G. et al., *Two-point measurements of the magnetopause: Interball observations*, J. Geophys. Res., 105, 237, 2000.