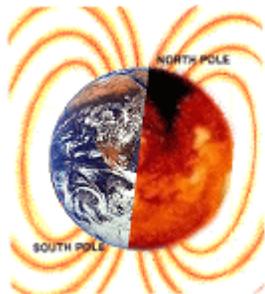


Panorama des travaux théoriques autour de la dynamo.



GDR Dynamos



Ormes des Merisiers, CEA Saclay
12-13 juin 2003

Philippe CARDIN, LGIT, Grenoble

Panorama théorique

- LEGI/Plunian
- CETP/Belmont
- PIIM/Escande
- OCA/Frisch
- SPHT/Normand
- SAP/Brun
- IRPHE/Le Gal
- SPEC/Dubrulle
- OCA/Ponty
- LMFA/Cambon
- IPGP/Labrosse
- LGIT/Jault
- *INLN*
- *LEMTA*
- *ENS Lyon*
- *CPT*
- *LMM*
- *LAT*
- *LPS*
- *UMPA*
- *LUTH*
- *FAST*
- *LIMSI*

CETP/Paris

- **Objectif** : Les problèmes de reconnexion sans collision dans les plasmas (MHD- Hall \neq MHD-résistive)
Turbulence dans les plasmas
- **Acteurs** : Gérard Belmont, Fouad Sahraoui, Laurence Rézeau(?)
- **Méthodes utilisées** :
micro-reconnexion, invente pour interpréter les transferts à travers la magnetopause terrestre (une discontinuité tangentielle).
formulation Hamiltonienne canonique de la MHD-Hall grâce à laquelle on pense être capable maintenant d'établir une théorie de "turbulence faible" (à la Zakharov-Kuznetsov)
- **Un résultat acquis ou escompté** : Application à la dynamo
- **Publis associées** : Belmont, G. and L. Rezeau, Magnetopause reconnection induced by magnetosheath Hall-MHD fluctuations, J. Geophys. Res., 106, N° A6, 10751-10760, 2001
Belmont, G. and L. Rezeau, Magnetopause reconnection induced by magnetosheath Hall-MHD fluctuations, J. Geophys. Res., 106, N° A6, 10751-10760, 2001

PIIM/Marseille

- **Objectif** : Comprendre la dynamo dans le reversed field pinch (Tokamak).
- **Acteurs** : Dominique Franck Escande, Susanna Cappello, Fernando D'Angelo, Giovanni Preti et Daniele Bonfiglio (Italie).
- **Méthodes utilisées** : Calculs MHD analytiques combinés à des simulations numériques
- **Un résultat acquis ou escompté** : dynamo a hélicité unique et multiples
- **Publis associées** : D.F. Escande, S. Cappello, F. D'Angelo, P. Martin, S. Ortolani, R.Paccagnella, "Single Helicity: a New Paradigm for the Reversed FieldPinch", Plasma Phys. Control. Fusion 42, B243-B253 (2000).

OCA/Nice

- **Objectif** : Compréhension du mécanisme dynamo, dynamo avec diffusivité turbulente.
- **Acteurs** : U. Frisch, M. Vergassola, M. Cencini, O. Podvigina, V. Zheligovsky
- **Méthodes utilisées** : Théoriques
- **Un résultat acquis ou escompté** : dynamo turbulente à $Pm \sim 1$
- **Publis associées** : Zheligovsky, V.A., Podvigina, O.M. and Frisch, U., 2001 Dynamo effect in parity-invariant flow with large and moderate separation of scales, *Geophys. Astrophys. Fluid Dynam.* **95**, 227--268.
V.A. Zheligovsky, O.M. Podvigina, 2003 Generation of multiscale magnetic field by parity-invariant time-periodic flows *Geophysical and Astrophysical Fluid Dynamics*, sous presse
A noter aussi que les travaux sur les scalaires et champs magnétiques passifs et leurs applications ont donné lieu à un article de revue dans *Rev. Mod. Phys.* (Falkovich et al. 2001).

SPHT/CEA Saclay

- **Objectif** : Dynamos cinématiques, effet d'une perturbation sur le seuil
- **Acteurs** : Christiane Norman, Louis Marié
- **Méthodes utilisées** : Approches perturbatives, décomposition.
- **Un résultat acquis ou escompté** :
- **Publis associées** : vol 15 de Physics of fluids (juin 2003) sous le titre Ponomarenko dynamo with time-periodic flow

Sap/CEA Saclay

- **Objectif** : Comprendre la dynamo solaire et l'activité magnétique des étoiles en général.
- **Acteurs** : Sacha Brun , Jean-Paul Zahn, Stephane Mathis et Sylvaine Turck-Chieze + N. Brummell, J. Toomre, M. Browning et M. Miesch USA (collaboration franco-américaine).
- **Méthodes utilisées** : interprétation théorique à partir des équations compressibles de la MHD de simulations numériques
- **Un résultat acquis ou escompté** : Sensibilité du profil de rotation différentielle solaire à l'activité magnétique
rôle du champ B épaisseur de la tachocline,
- **Publis associées** : Brun & Toomre, 2002, "Solar Turbulence and Magnetism Studied Within a Rotating Convective Spherical Shell", 3D Stellar Evolution, ASP Conference Proceedings, Vol. 293, 134.
Browning, Brun & Toomre, 2003, Simulations of Core Convection Dynamos in rotating A-Type Stars", IAU Symp 215, in press. Brun, Antia, Chitre, Zahn, 2002,

IRPHE/Marseille

- **Objectif** : Instabilités elliptiques
- **Acteurs** : Christophe Eloy, L. Lacaze, Stéphane Le Dizès, Patrice Le Gal
- **Méthodes utilisées** : théorique et expérimentale
- **Un résultat acquis ou escompté** :
- **Publis associées** : Eloy, Le Gal and Le Dizès, PRL 85, 3400 (2000).

SPEC/CEA Saclay

- **Objectif** : Etude de l'influence de la turbulence sur les caractéristiques de la dynamo: seuil d'instabilité ? coefficients de transport?
Propriétés statistiques des états d'équilibre des équations de la MHD
- **Acteurs** : Bérengère Dubrulle, Philippe Michel et Nicolas Leprovost
- **Méthodes utilisées** : Mean field dynamo, description statistique de la turbulence (homogène isotrope !)
Equations stochastiques de la turbulence (un bruit multiplicatif $\text{rot}(V \times B)$ et un bruit additif $\text{rot}(V \times B_0)$)
Simulations numériques (résolution des petites échelles et calcul de la force électromotrice)
- **Un résultat acquis ou escompté** : déplacement de seuil en présence de turbulence... etc
- **Publis associées** : A turbulent model of torques in von Karman swirling flow , par N. Leprovost, L. Marié and B. Dubrulle, soumis à Eur. Phys. J B (2003)
Turbulent transport and equilibrium profiles in 2D magnetohydrodynamics with background shear, par E.-J. Kim and B. Dubrulle, Phys. Plasmas 8(3):813 (2001)
Self-consistent Mean Field Theory in weakly ionized gas, par N. Leprovost and E.-J. Kim (UCSD), soumis à Astrophys. J (2003)

Cassini/Nice

- **Objectif** : Dyanmos lentes
- **Acteurs** : Yannick Ponty, Andrew Gilbert
- **Méthodes utilisées** : calcul asymptotique et numérique
- **Un résultat acquis ou escompté** : dynamo lente de Ponomarenko pour haut Rm
même chose avec les dynamo lente de type X point.
- **Publis associées** : A.D. Gilbert, and Y. Ponty, Geophys. Astrophys. Fluid Dyn 93, 55-95(2000) `` Slow Ponomarenko dynamos on stream surfaces.``

LMFA/Lyon

- **Objectif** : transposer théories et modèles des études de la turbulence stratifiée et/ou en rotation à des situations MHD typiques.
- **Acteurs** : Claude Cambon, Fabien Godeferd, Julian Scott
- **Méthodes utilisées** : Bas Rm, généralisation anisotrope (dissipation Joule) de modèles statistiques (EDQNM)
Turbulence d'ondes (projection du terme NL sur la base, déjà fait en rotation)
- **Un résultat acquis ou escompté** :
- **Publis associées** :

IPGP/Paris

- **Objectif** : Comprendre l'évolution thermique des noyaux planétaires en utilisant les données magnétiques comme enregistrement. Comprendre le fonctionnement de la géodynamo du point de vue de la thermodynamique.
- **Acteurs** : Stéphane Labrosse
- **Méthodes utilisées** : Séparation d'échelles : Temps long pour l'évolution thermique et court pour la dynamique. Equations de conservation (énergie et entropie).
- **Un résultat acquis ou escompté** : Si on connaît la dissipation ohmique dans le noyau on est capable de calculer son évolution thermique.
- **Publis associées** : S. Labrosse, "Thermal and magnetic evolution of the Earth's core" *Phys. Earth Planet. Inter.*, accepté, 2003.
S. Labrosse, M. Macouin, "The inner core and the geodynamo" *C. R. Geosciences*, vol. 335, pp. 37-50, 2003.

LGIT/Grenoble

- **Objectif** : dynamo en rotation rapide
- **Acteurs** : Dominique Jault, Philippe Cardin + eq. Géodynamo
- **Méthodes utilisées** : méthodes asymptotiques, méthodes numériques, lois d'échelle.
- **Un résultat acquis ou escompté** : modèle Z, dynamo cinématique dans l'état de Taylor. Dynamo magnétostrophique
- **Publis associées** : Model Z by computation and Taylor's condition. **Dominique Jault** *Geophys. Astrophys. Fluid Dynamics*, **79**, 99-124 , 1995.
On Dynamic Geodynamo models with Imposed Velocity as Energy Source **Dominique Jault and Philippe Cardin** *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, **111**, 75-81 , 1999.
Towards a rapidly rotating liquid sodium dynamo experiment **Philippe Cardin, Daniel Brito, Dominique Jault, Henri-Claude Nataf and Jean-Paul Masson** *Magnetohydrodynamics*, **38**, No. 1-2, 177-189, 2002.

INLN/Nice

- Objectif : Non linéaire
- Acteurs :
- Méthodes utilisées :
- Un résultat acquis ou escompté :
- Publis associées :

LEMTA/Nancy

- Objectif :
- Acteurs :
- Méthodes utilisées :
- Un résultat acquis ou escompté :
- Publis associées :

Physique/ENSLyon

Géodynamique

- Objectif : dynamo
- Acteurs :
- Méthodes utilisées :
- Un résultat acquis ou escompté :
- Publis associées :

LPS/ENSParis

- Objectif : Dynamo
- Acteurs :
- Méthodes utilisées :
- Un résultat acquis ou escompté :
- Publis associées :

CPT/Marseille

- Objectif : systèmes dynamiques
- Acteurs :
- Méthodes utilisées :
- Un résultat acquis ou escompté :
- Publis associées :

LMM/Paris

- Objectif : Instabilités et turbulence
- Acteurs :
- Méthodes utilisées :
- Un résultat acquis ou escompté :
- Publis associées :

LAT/Toulouse

- Objectif : Magnétisme solaire
- Acteurs :
- Méthodes utilisées :
- Un résultat acquis ou escompté :
- Publis associées :

UMPA/ENSLyon

- Objectif : Math
- Acteurs :
- Méthodes utilisées :
- Un résultat acquis ou escompté :
- Publis associées :

LUTH/Paris

- Objectif : fluides et plasmas astrophysiques
- Acteurs :
- Méthodes utilisées :
- Un résultat acquis ou escompté :
- Publis associées :

FAST/Orsay

- Objectif : Instabilités Hydrodynamiques
- Acteurs :
- Méthodes utilisées :
- Un résultat acquis ou escompté :
- Publis associées :

LIMSI/Orsay

- Objectif :
- Acteurs :
- Méthodes utilisées :
- Un résultat acquis ou escompté :
- Publis associées :



- Objectif :
- Acteurs :
- Méthodes utilisées :
- Un résultat acquis ou escompté :
- Publis associées :