

Yannick Ponty

Chargé de recherche 1^{ère} classe CNRS (section 10)

Curriculum Vitae

Expérience de recherche

- octobre 2000 – ... • Chargé de recherche 1^{ère} classe CNRS (section 10) au laboratoire G.D. Cassini, UMR 6529, puis dans le laboratoire Cassiopée UMR6202 et très récemment dans le laboratoire J-L Lagrange UMR 7293, à l'Observatoire de la Côte d'Azur.
- août 1997 – juillet 2000 • Assistant de Recherche (Research Fellow) au Département de Mathématiques Appliquées de l'Université d'Exeter (GB) dans le groupe MHD.
- novembre 1996 – août 1997 • Attaché Temporaire d'Enseignement et de Recherche (ATER) de l'Université de Nice-Sophia.
- octobre 1993 – octobre 1996 • Allocataire de recherche à l'Observatoire de la Côte d'Azur.

Diplômes

- janvier 2012 • Habilitation à Diriger des Recherches "*Rôle de la turbulence sur l'effet dynamo et l'induction magnétique*" Thèse soutenue le 31 janvier 2012 à l'Observatoire de la Côte d'Azur.
- janvier 1997 • Doctorat en Science (Sciences de l'Ingénieur), "*Textures convectives dans un fluide en rotation et effet dynamo dans un écoulement chaotique*". Thèse soutenue le 16 janvier 1997 à l'Observatoire de la Côte d'Azur, Mention: Très honorable avec Félicitations.
- juin 1992 • D.E.A Turbulence et Système Dynamique, à l'Université de Nice-Sophia (mention bien).
- juin 1991 • Maîtrise de Physique à l'Université de Nice-Sophia (avec mentions).
- juin 1990 • License de Physique à l'Université de Nice-Sophia (avec mentions).
- juin 1989 • DEUG A (Sciences) à l'Université de Nice-Sophia.
- juin 1987 • Baccalauréat C (Lycée Massena, Nice).

Encadrement, Enseignement

- janvier-juin 2010 • Stagiaire École d'Ingénieur (School of Engineering, Jönköping university, Suède).
- juin-septembre 2009 • Stagiaire École d'Ingénieur (ISEN, Toulon).
- 2006 – 2007 • Encadrement d'un Post-doc : A. Alexakis (bourse programme Poincaré, OCA).
- octobre 2004 – décembre 2007 • Co-encadrement de thèse : Julien Baerenzung. "*Modélisation de la turbulence hydrodynamique et magnétohydrodynamique*" (EDSFA 364, UNS). Actuellement post-doctorant au GeoForschungsZentrum de Potsdam (Allemagne).

Curriculum Vitae (suite)

- novembre 1996 – août 1997 • Attaché Temporaire d'Enseignement et de Recherche (ATER) à l'Université de Nice-Sophia (100 heures TD/TP).
- décembre 1993 – août 1996 • Moniteur à l'Université de Nice-Sophia au Département de Physique (60 heures/ans).
- février 1993 – novembre 1993 • Service National accompli en qualité d'enseignant du contingent.

Administration de la Recherche

Responsabilités

- 2012 — ... • Responsable scientifique du mésocentre CRIMSON (<http://crimson.oca.eu>)
- 2011 — ... • Responsable de l'équipe "Turbulence Fluide et Plasma" et du groupe transverse "Calcul numérique Haute performance" du laboratoire Lagrange URM 7293 (creation au 1er janvier 2012) (Participation aux groupes de reflexion : présentation du bilan et du projets au comité AERES).
- 2010 • Porteur du projet EQUIPEX (Appel à projet investissement d'avenir septembre 2010) : associant l'Observatoire de la Côte d'Azur et l'INRIA-SOPHIA. (acronyme du projet: PHENICE : Program for High performancE Networking and Interactive Computing Environment)
- 2010 –2011 • Responsable de l'équipe Fluide, Plasmas et Turbulence (Laboratoire Cassiopée)
- 2010 – ... • Membre élu du conseil administratif de l'Observatoire de la Côte d'Azur.
- 2009 – ... • Élu au Comité des Utilisateurs de l'IDRIS (Président de ce comité).
- 2009 • Participation au groupe de travail de l'INSU sur les perspectives de calculs, archivages Observatoire virtuel, logiciels en astrophysique et géophysique (perspectives INSU).
- 2007 – ... • Membre du Comité de Pilotage du mésocentre de calcul intensif de la Cote d'Azur.
- 2007 – 2009 • Membre élu du Conseil Scientifique et Administratif de l'Observatoire de la Côte d'Azur.
- 2006 – 2008 • Membre de la commission de spécialiste section 60 à l'Université Nice-Sophia.
- 2004 – 2007 • Membre élu du conseil de laboratoire Cassiopée UMR 6202 CNRS.
• Responsable de la Commission Informatique (laboratoire Cassiopée).
- 2001 – 2004 • Membre élu du Conseil de laboratoire Cassini UMR 6529 CNRS.
- 2001 – 2007 • Responsable des séminaires du laboratoire Cassini puis Cassiopée.

Organisation de workshop et de conférences

- 2011 • Co-organisateur : 1er rencontre IGDR Dynamo (groupe de recherche International sur la Dynamo) Cargèse (Septembre 2011).
• Co-organisateur : "Dynamics and turbulent transport in plasmas and conducting fluids", Les Houches (28 février- 11 Mars 2011).
- 2009 –2010 • Co-organisateurs (SOC et LOC) du symposium IAU 271 "Astrophysical Dynamics: From Stars to Galaxies" à Nice (21-25 juin 2010) (120 participants).
- septembre 2008 • Organisateur d'une conférence international "EURO MHD 2008" à Nice (75 participants). J'ai reçu un soutien financier du CNRS, du PNST, du PCMI, du BQR de l'O.C.A. et du conseil général des alpes maritimes (<http://www.oca.eu/euromhd2008/>).
- mai 2006 • Co-Organisateur de la réunion annuelle du GDR Dynamo et Turbulence à Nice (50 Participants).

Administration de la Recherche (suite)

- mai 2004
 - Organisateur de la conférence UK-MHD 2004 à Nice (90 Participants).
 - Co-Organisateur de la réunion annuelle du GDR Dynamo à Nice (50 Participants).
- janvier 2002
 - Co-Organisateur de la réunion annuelle du GDR Turbulence à Nice (50 Participants) .

Contrats, financements

- 2011 – 2013
 - Contrat ANR blanc : SicoMHD coordinateur : Wooter Bos. "Simulation de la turbulence magnétohydrodynamique confinée" (Y. Ponty Responsable du groupe Niçois).
- 2007 – 2010
 - Contrat ANR : DSPET 2007-2010(BLANC07-1-192604) Coordinateur : Alain Pumir, Titre du projet : *Dynamique et Statistique de Particules dans un Ecoulement Turbulent* (560 k€).
- 2007 – 2008
 - Temps de calcul DEISA de l'ordre de 200 000 heures monoprocesseurs, sur le projet : "Dynamo effect and magnetic induction at low magnetic Prandtl number".
 - "Accord d'échanges CNRS/Royal Society" DRI CNRS Avec mes collaborateurs anglais: A. Soward et A. Gilbert (Université d'Exeter,GB) et français: E. Dormy (ENS Paris) (6 k€).
- 2002 – 2003
 - "Accord d'échanges CNRS/Royal Society" DRI CNRS Avec mes collaborateurs anglais: A. Soward et A. Gilbert de l'Université d'Exeter (6 k€).
- 2002 – 2004
 - J'ai obtenu un soutien financier d'une Action thématique incitative sur programme du SPI - ATIP - Jeunes chercheurs en 2002, Ce soutien financier de 3 ans et il concernait des projets sur la dynamique dans les métaux liquides (32 k€) .
- 2002 – ...
 - Obtention de BQR de l'Observatoire de la Côte d'Azur en (2002, 2003, 2004, 2006) pour différents projets de recherche (1 ou 2 k€/ans).
- 2001 – ...
 - Programmes INSU : "PCMI" Physique et Chimie du Milieu Interstellaire et le "PNST" Programme National Soleil-Terre (6 à 12 k€/ans).

Rapporteur et examinateur de Thèses, Expertises

- mars 2011
 - Expertise pour la Direction Générale pour la Recherche et de l'Innovation (DGRI).
- février 2011
 - Expertise pour le Programme CIBLE (Région Rhône-Alpes).
- octobre 2010
 - Rapporteur de la Thèse de Doctorat de Céline Guervilly, "Dynamos numériques planétaires générées par cisaillement en surface ou chauffage interne", au Laboratoire de Géophysique interne et Tectonophysique (Université de Grenoble).
- mai 2010
 - Rapporteur de la Thèse de Doctorat de Roman Chertovskih, "Thermal convection and magnetic field generation by conducting fluid flows in rotating layer", Département de Mathématiques (Université de Porto, Portugal).
- mars 2010
 - Expertise pour la Direction Générale pour la Recherche et de l'Innovation (DGRI).
- février 2010
 - Expertise pour le Programme CIBLE (Région Rhône-Alpes).
- janvier 2010
 - Examineur de la Thèse de Doctorat de Salah Neffaa "Étude par simulation numérique de la turbulence magnétohydrodynamique dans un domaine confiné " au Laboratoire de Mécanique, Modélisation et Procédés Propres (Université d'Aix-Marseille).
- novembre 2009
 - Examineur de la Thèse de Doctorat de Benjamin Favier, "Modélisation et simulation en turbulence homogène anisotrope : effets de rotation et magnétohydrodynamique" à l'École central de Lyon (Université de Lyon).
- octobre 2005
 - Examineur de la Thèse de Doctorat de Gédeon Legaut, "Ondes de torsion dans le noyau terrestre" au Laboratoire de Géophysique interne et Tectonophysique (Université de Grenoble).

Administration de la Recherche (suite)

1998 –...

- De manière récurrente, je suis rapporteur pour les journaux scientifiques suivants: *Physical Review Letter*, *Physical Review E*, *Geophysical Astrophysical Fluid Dynamic*, *Physics of the Earth and Planetary Interiors* et *Journal of Computational Physics*, *Euro Physics Letters*, *New Journal of Physics*.

Activités Scientifiques

Résumé, mot clef

- Étude de la magnétohydrodynamique, dans des régimes à fort nombre de Reynolds magnétique. - Simulation numérique et modélisation des écoulements conducteurs et turbulents et comparaison aux données expérimentales. Simulations numériques parallèles à haute résolution.
Môt clef: **Magnétohydrodynamique (MHD), Effet Dynamo, Turbulence, HPC (High Performance Computing).**

Activités et résultats récents

- J'ai étudié de nombreux aspects des instabilités et de la dynamiques dans des écoulements électriquement conducteurs et turbulents, comme l'effet dynamo observé dans de récentes expériences dans les métaux liquides, plus particulièrement l'expérience VKS (Von Kármán Sodium). J'ai exploré le rôle de la turbulence et des fluctuations du champ de vitesse sur le seuil de la dynamo, ainsi que des comportements non linéaires (bifurcation sous-critique, intermittence On-Off).
- Avec un étudiant en thèse, nous avons élaboré un modèle théorique et numérique de simulation à grande échelle de la turbulence (Simulation des Grandes Échelles (SGE) ou Large Eddy Simulation LES), en modélisant l'effet des échelles sous-maille non résolues dans le calcul. Ce modèle nous permet de reproduire des simulations à haut nombre de Reynolds dans des fluides neutres, électriquement conducteur ou subissant une forte rotation, après validation à partir de simulations directes à haute résolution spatiale.
- En collaboration avec un ingénieur de recherche, je me suis aussi investi dans l'amélioration et la transformation de mon code de calcul parallèle C++, pour une utilisation optimale sur des machines massivement parallèles.

Effet dynamo et induction magnétique dans les métaux liquides (Introduction)

- L'origine des champs magnétiques est abordée par l'effet dynamo, c'est à dire l'amplification spontanée d'un germe magnétique dans des fluides électriquement conducteurs en mouvement. Depuis de nombreuses années, plusieurs projets de dynamo expérimentales voient le jour tant en France qu'à l'étranger. Deux projets de dynamo expérimentales (Riga (novembre 1999 et juillet 2000) et Karlsruhe (décembre 1999) ont obtenu un effet dynamo dans des écoulement hélicitaires très contraints dans des tubes, présentant un champ de vitesse avec très peu de fluctuations. L'équipe française de Von Kármán Sodium dont l'expérience est basée à Cadarache a essayé d'obtenir l'effet dynamo avec un écoulement très fluctuant et turbulent. Ils ont mené plusieurs campagnes d'expériences depuis les années 2000, où seuls les phénomènes d'induction avaient pu être étudiés. **Mais en septembre 2006, le projet a obtenu ce qui semble être la première dynamo turbulente de l'histoire.**
Une moisson de résultats expérimentaux a été obtenue malgré la difficulté des mesures dans les métaux liquides. Les simulations numériques qui ont accès à toutes les quantités physiques en même temps vont donc jouer un rôle important dans la compréhension de l'effet dynamo et de sa saturation.
En collaborant directement avec des membres de cette équipe expérimentales et dans un souci permanent de comparer mes simulations et les résultats expérimentaux, je me suis efforcé d'explorer et de comprendre numériquement les propriétés d'un tel système, et notamment l'influence de la turbulence sur le seuil critique de l'instabilité dynamo, la relation entre la topologie émergente à grande échelle et les fluctuations à petite échelle. Cette étude paramétrique, en nombre de Reynolds cinétique et magnétique nécessite des simulations temporelles longues et des résolutions spatiales élevées pour approcher les régimes turbulents, que seuls des codes parallèles peuvent atteindre.

Activités Scientifiques (suite)

Induction magnétique

- Avec J-F Pinton (ENS Lyon) et H. Politano (OCA)

Il s'agit d'étudier la réponse d'un champ magnétique extérieur imposé à un écoulement conducteur turbulent comme un métal liquide. L'objectif est de comparer les simulations numériques avec des résultats d'expériences de laboratoire. Pour cela nous nous sommes concentrés sur un forçage prototype (le vortex de Taylor-Green) proche de l'expérience française Von Kármán Sodium (VKS), qui met en mouvement 50 litres de sodium liquide avec deux disques contra-rotatifs.

Nous avons donc réalisé des simulations résolvant les équations fondamentales de la MHD incompressible dans un cube périodique avec un code pseudo-spectral parallèle (MPI, que j'ai écrit en C++). Afin de pouvoir atteindre des nombres de Reynolds bien plus élevés que les limites permises par les plus grandes grilles de calcul possibles et les temps CPU accessibles, j'ai implanté une modélisation des plus petites échelles turbulentes dans nos simulations, à travers la technique Large Eddy Simulation (LES) déjà largement utilisé en hydrodynamique. Notre modèle numérique qui utilise les LES pour le champ de vitesse et des DNS (Direct Numerical Simulation) pour le champ magnétique est vraiment prometteur pour une investigation plus poussée vers le régime de paramètre des écoulements naturels.

Nous avons pu atteindre de faible nombre de Prandtl magnétique (10^{-3}), pour une bonne comparaison avec les expériences (10^{-5}). En imposant un champ magnétique extérieur, nous avons étudié les propriétés statistiques des fluctuations magnétiques, à travers des quantités globales comme l'énergie induite ou les spectres isotropes unidimensionnels, ainsi qu'au travers des quantités locales comme les fluctuations magnétiques en un point mimant l'enregistrement d'une sonde. Il est à noter que ces dernières mesures sont les seules accessibles par les expérimentateurs.

Dans ce régime d'induction, les lois d'échelles des petites fluctuations sont régies par l'équilibre entre l'advection du champ imposé et la dissipation ohmique. L'hypothèse de Taylor est applicable, le signal des sondes numériques ou expérimentales retrouvent bien la loi d'échelle du spectre spatial ($k^{-11/3}$) (voir Fig 1). Cependant à grande fréquence, l'hypothèse de Taylor n'est plus applicable, car les échelles spatiales sont en dehors du dispositif. Nos simulations retrouvent cette loi en fréquence en (f^{-1}) (voir Fig 1), loi d'échelle qui n'a pas de représentation spatiale et qui représente des variations à grande échelle de temps. Cette propriété est aussi présente dans un variable globale (l'énergie magnétique), quantité qui n'est pas accessible par les expérimentateurs. Nous avons montré que cette propriété statistique des grandes échelles temporelles par rapport au forçage semble générique, bien qu'elle ne soit pas vraiment encore comprise, ni prédite par la théorie.

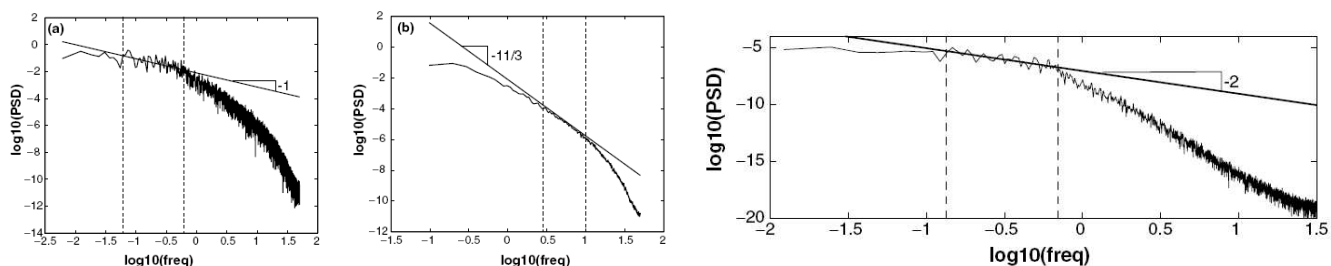


Fig 1 : Les deux graphiques à gauche représentent la densité spectrale des fluctuations du champ magnétique enregistré à des positions fixes de l'espace numérique comme les sondes expérimentales. (a) La "Power spectral density" (PSD) est moyennée avec un temps long qui met en évidence le comportement à basse fréquence et la loi en f^{-1} ; (b) PSD moyennée sur des temps courts qui mettent en évidence le comportement à haute fréquence et la loi en $f^{-11/2}$; A droite, PSD des fluctuations de l'énergie cinétique (quantité globale) au cours du temps, on observe aussi un comportement en f^{-1} .

Ce travail a conduit à une publication:

- Y. Ponty, H. Politano and J.-F. Pinton "Simulation of Induction at Low Magnetic Prandtl Number" *Phys. Rev. Lett.*, **92**, 144503 (2004).

Activités Scientifiques (suite)

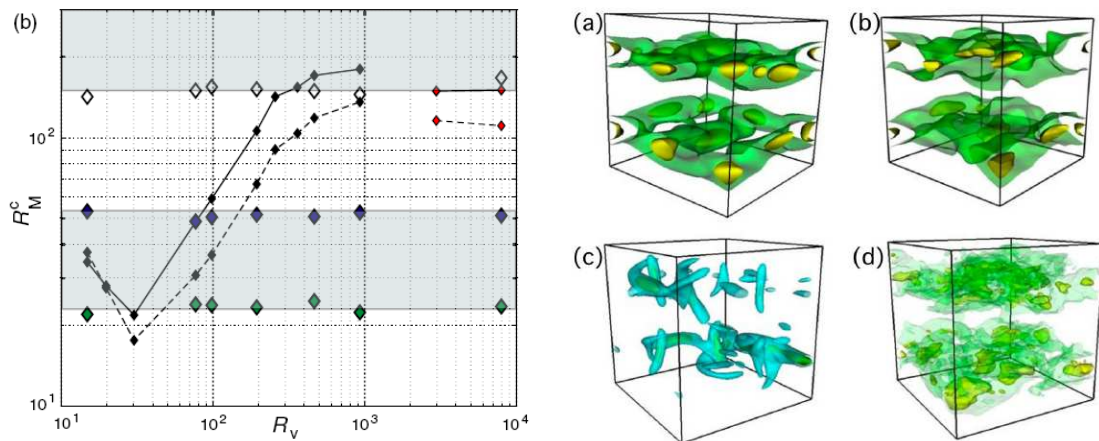
Effet dynamo dans un écoulement turbulent forcé : rôle des fluctuations de vitesse

- Avec J-F Pinton (ENS Lyon), P. Mininni (Departamento de Física, Buenos Aires, Argentina), H. Politano (OCA) et A. Pouquet (NCAR, Boulder, USA)

Nos études portent sur la compréhension de l'effet de la turbulence sur le seuil dynamo. L'approche est numérique, et se concentre sur l'écoulement engendré par le forçage de Taylor-Green. Il est étudié en géométrie périodique, en simulation numérique directe ou en faisant appel à des schémas de modélisation sous maille pour tenter de diminuer les nombres de Prandtl magnétiques accessibles.

Nous avons exploré le rôle du champ de vitesse moyenné temporellement dans nos simulations. En effet, dans les deux expériences de dynamo (Riga et Karlsruhe), les seuils de la dynamo expérimentale sont très proches des prédictions numériques produites à partir de champs moyens temporels. Ce succès a été attribué à la présence d'un faible niveau de fluctuation de vitesse. Toute la question est de savoir si c'est toujours le cas dans des expériences beaucoup plus turbulentes (VKS).

L'analyse du comportement cinématique de l'écoulement moyen (en temps) fait apparaître deux modes dynamo: une branche basse où évolue l'écoulement réel laminaire (à bas Reynolds) et une branche haute où évolue l'écoulement turbulent. Nous avons donc comparé ces différents modes de dynamo cinématique (les deux fenêtres grisées délimitées par les losanges (Fig.2 gauche)) avec celui produit par les simulations dynamiques trait plein ou pointillé. On observe une augmentation du seuil de la dynamo, avec le nombre de Reynolds et le mode dynamique semble provenir de la modification du premier mode dynamo (Fig.2 droite). Pour confirmer cette conjecture une étude plus poussée est envisagée.



- Fig 2 : (Gauche) Courbes des seuils de la dynamo cinématique et dynamique. (Droite) iso-énergie (75%) des champs magnétiques dynamiques moyennés en temps (b)(d) et instantanés des deux modes de dynamo cinématique (a)(c).
- Ces travaux ont conduit aux publications suivantes :
- Y. Ponty , P. Mininni , A. Pouquet , H. Politano , D. Montgomery , J.-F. Pinton "Numerical study of dynamo action at low magnetic Prandtl numbers" *Phys. Rev. Lett.*, **94** 164512 (2005).
- P. D. Mininni, Y. Ponty, D. C. Montgomery, J-F Pinton, H. Politano, and A. Pouquet "Dynamo Regimes with a Non-helical Forcing" *The Astrophysical Journal*, **626**: 853-863 (2005).
- Y. Ponty, P. Mininni, A. Pouquet, H. Politano, J.-F. Pinton "Dynamo action at low magnetic Prandtl numbers: mean flow vs. fully turbulent motion" . *New Journal of Physics* **9** , 296 (2007).
- Y. Ponty, P. D. Mininni , J-P. Laval, A. Alexakis, J. Baerenzung, F. Daviaud, B. Dubrulle, J-F. Pinton, H. Politano, A. Pouquet "Linear and non linear features of the Taylor-Green Dynamo" *C. R. Physique* **9** 749-756 (2008).

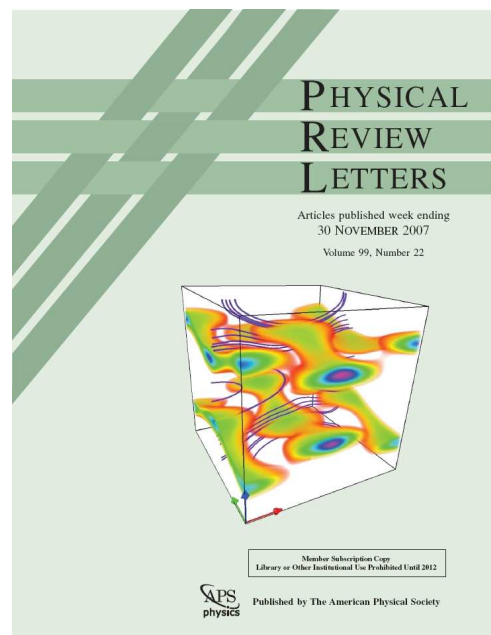
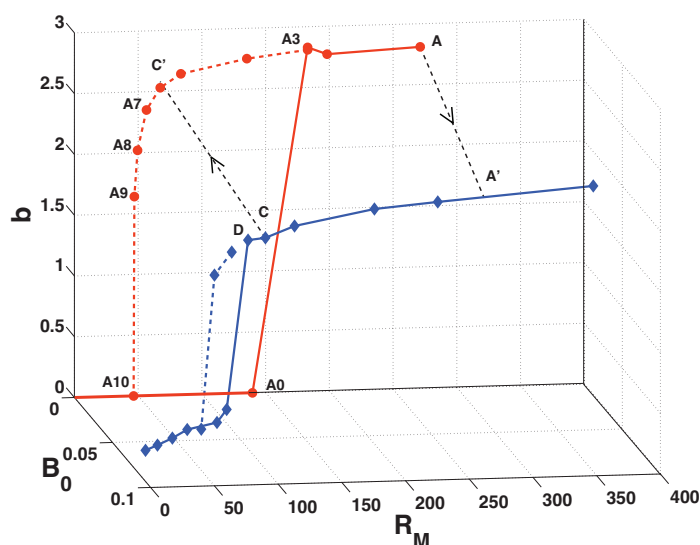
Activités Scientifiques (suite)

Mise en évidence d'une bifurcation dynamo sous-critique.

- Avec J.P.Laval (U. Lille) , B. Dubrulle (CEA Saclay), F. Daviaud (CEA Saclay), J-F Pinton (ENS Lyon)

Dans ce travail, nous mettons en évidence un des premiers exemples numériques de bifurcation sous-critique pour l'instabilité dynamo dans un écoulement incompressible forcé. Dans un écoulement entretenu par le vortex de Taylor-Green, et en atteignant le régime de saturation de l'instabilité, une augmentation brutale de la diffusivité magnétique n'éteint pas la dynamo, mais change la valeur moyenne de l'énergie magnétique. Cette étude montre l'existence d'un cycle d'hystérésis (Fig.3 gauche) qui peut être modifié par la présence d'un champ magnétique extérieur. Ce résultat a fait l'objet d'une publication dans *Physical Review Letter* et nous a valu la page de couverture du numéro.

- Y. Ponty, J.P.Laval , B. Dubrulle , F. Daviaud, J.F.Pinton "Subcritical dynamo bifurcation in the Taylor Green flow" *Phys. Rev. Lett.* **99**, 224501 (2007) **Page de couverture du numéro.**



- Fig 3 : (à gauche): Cycle d'Hystérésis avec ou sans champ magnétique extérieur. (à droite): Page de couverture du numéro de PRL (Iso-surface de l'énergie magnétique sur la branche sous-critique).

Dynamo Intermittente On-Off

- Avec A. Alexakis (Postdoc OCA 2006-2007), et actuellement Chercheur CNRS (S.2), ENS-Paris

Nous avons étudié une dynamo produite par un forçage de type ABC (écoulement très hélicitaire) près du seuil de l'instabilité dynamo. Nous nous sommes intéressés plus particulièrement au comportement intermittent et impulsif du phénomène de dynamo dans le régime non linéaire, et surtout à l'effet de la force de Lorentz sur les lois statistiques de l'intermittence prédites par des systèmes dynamiques simples. Nous montrons que la force de Lorentz augmente le temps de vie de la dynamo dans les périodes "On", en affectant le niveau de bruit produit par les fluctuations de vitesse. Cette modification de l'amplitude du bruit, n'est habituellement pas prise en compte. Nous avons aussi regardé comment disparaît le régime On-Off avec l'augmentation des nombres de Reynolds cinétique et magnétique. Il est à noter que dans certains régimes expérimentaux de VKS un comportement de turbulence On-Off similaire a été trouvé.

Ce travail a produit un article dans *Physical Review E*.

Activités Scientifiques (suite)

- A. Alexakis and Y. Ponty "The Lorentz force effect on the On-Off dynamo intermittency" *Phys. Rev. E* 77, 056308 (2008).

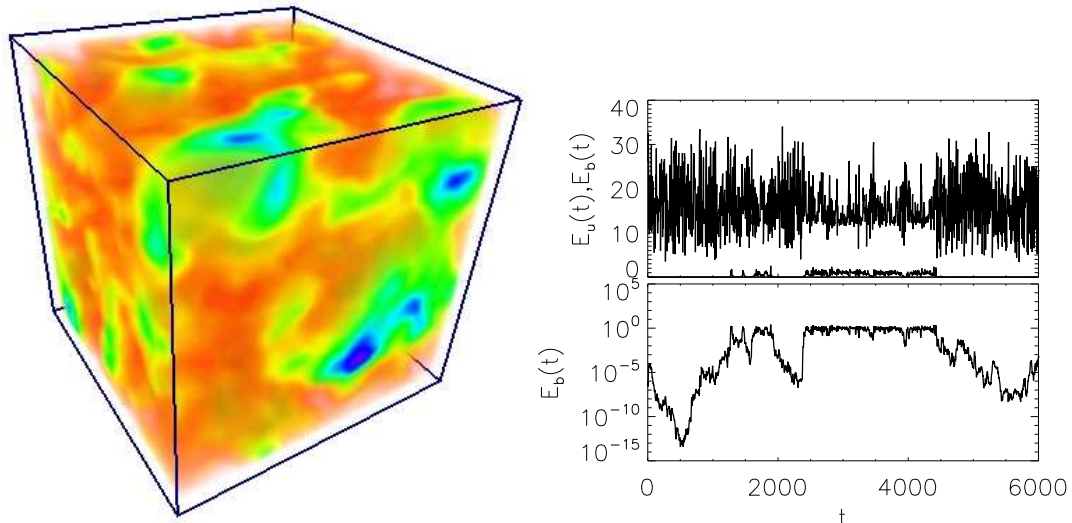


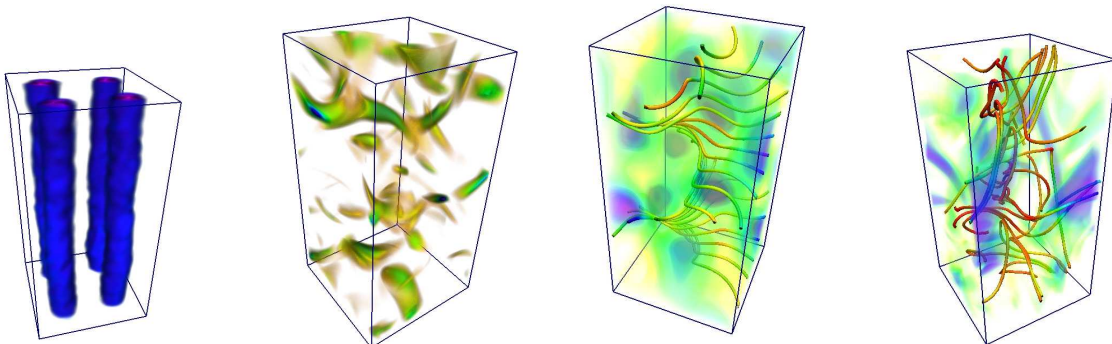
Fig 4 : (gauche) Visualisation du mode magnétique. (droite) Exemple typique de comportement On-Off. La figure du haut montre l'énergie cinétique du fluide et l'énergie magnétique dans une échelle linéaire. Dans les phases de dynamo "On", il y a une nette réduction des fluctuations de vitesse, ce qui affecte les temps de vie des périodes "On". La figure du bas montre l'énergie magnétique dans une échelle logarithmique.

Effet dynamo à grande échelle : dynamo de type α

- Avec F. Plunian (LGIT Université de Grenoble)

Les champs magnétiques produits à grande échelle dans les objets astrophysiques sont généralement associés à un mécanisme dynamo de type " α ". C'est un mécanisme qui produit un champ magnétique à grande échelle spatiale (généralement la plus grande échelle présente dans le domaine) par des effets collaboratifs du champ de vitesse excité à plus petite échelle.

Nous avons étudié plus en détail cet effet, avec un forçage hélicitaire connu pour produire un effet α ; l'écoulement de G.O Robert est le fondement de l'expérience de Karlsruhe qui a obtenu une dynamo dans un métal liquide en décembre 1999. Ce forçage est hélicitaire (ingrédient aidant la dynamo), et comporte quatre colonnes avec une hélicité alternée (voir Fig. 5). Cette configuration est à l'origine de la croissance à grande échelle du champ magnétique.



- Fig. 5 (de gauche à droite) Isosurfaces d'entrophie du champ de vitesse moyenné temporellement, ensuite visualisation d'un instantané de la même quantité. La troisième figure représente des lignes de champ magnétique, près du seuil de l'instabilité, et de l'énergie cinétique par "volume rendering", (à l'extrême droite) même représentation mais à plus grand Reynolds magnétique.

Avec un nombre de Reynolds suffisamment élevé, ce système produit une dynamo de type α , mais subissant de fortes perturbations provenant des fluctuations de vitesse. Dans le régime turbulent et sur des temps longs, le champ de vitesse moyen converge vers les cellules de GO Roberts. Près du seuil, la dynamo est contrôlée par le mécanisme qui est régi complètement par l'effet α . En conséquence l'apparition de la dynamo n'est pas affectée par les fluctuations de vitesse en accord avec l'expérience de Karlsruhe. Loin du seuil, nous constatons l'apparition d'une dynamo à petite échelle. Dans ce régime, le champ résultant à grande échelle diminue avec le Reynolds magnétique (Rm) comme $\alpha = O(Rm^{-1})$.

- Y. Ponty, F. Plunian "Transition from large-scale to small-scale dynamo" *Phys. Rev. Lett.* 106, 154502 (2011).

Activités Scientifiques (suite)

Modélisation des petites échelles de la turbulence.

- Avec J. Baerenzung (doctorant OCA), H. Politano (OCA), A. Pouquet (NCAR, Boulder, USA) et P. Mininni (Departamento de Física, Buenos Aires, Argentina).

Les paramètres atteints dans nos simulations fluides ou MHD sont bien loin de la réalité expérimentales ou de la dynamique présente dans les objets géophysiques ou astrophysiques. Pour étudier correctement cette dynamique fluide, il est important de modéliser ou simuler tous les transferts d'énergie entre les différentes échelles. Il est possible de modéliser ces transferts impliquant les petites échelles qui ne sont pas présentes dans notre grille maximale de calcul. Ces techniques sont largement utilisées par les ingénieurs et les industriels pour atteindre des nombres de Reynolds élevés. Nous avons mis au point une nouvelle approche de "Large Eddy Simulation" prenant en compte tous les transferts locaux ou non-locaux d'échelles du fluide. En utilisant une technique de fermeture déjà éprouvée (EDQMN) et à travers une prise en compte systématique de tous les transferts d'énergie dans une approche intégrale et numérique sans prescrire a priori un taux fixe de transfert d'énergie. Ce système se stabilise de manière autonome, donnant de nombreux résultats qui sont comparés à des simulations directes (DNS) à haute résolution.

Cette technique a été étendu en magnétohydrodynamique et dans des écoulements subissant une forte rotation, où le rôle de l'anisotropie du problème a été pris en compte.

- J. Baerenzung, H. Politano, Y. Ponty, A. Pouquet, "Spectral Modeling of Turbulent Flows and the Role of Helicity" *Phys. Rev. E* **77**, 04303 (2008).
- J. Baerenzung, H. Politano, Y. Ponty, A. Pouquet "Spectral Modeling of Magnetohydrodynamic Turbulent Flows" *Phys. Rev. E* **78**, 026310 (2008).
- J. Baerenzung, P.D. Mininni, A. Pouquet, H. Politano, and Y. Ponty. "Spectral Modeling of Rotating Turbulent Flows" *Physics of Fluids*, **22**(2) 025104-025113 (2010).

Élaboration d'un code spectral C++

- Avec A. Miniussi IR (OCA)
technologie objet et programmation générique "template".

Depuis juin 2008, avec un ingénieur de recherche du mésocentre de calcul intensif local (UNS/OCA), spécialiste en C++ et génie logiciel, nous nous sommes lancés dans une refonte et une amélioration de la structure objet C++ de mon code parallèle que j'ai créé en 2002-2003. Ce code pseudo spectral permet de calculer l'évolution d'un fluide incompressible neutre ou électriquement conducteur dans un espace périodique tri-dimensionnel sur des plateformes multi-processeurs distribuées en utilisant la bibliothèque MPI (Message Passing Interface).

Nous nous efforçons de rendre le code beaucoup plus dynamique, de créer des objets génériques "template" qui permettront de construire facilement d'autres algorithmes, pour d'autres problèmes ou des équations physiques supplémentaires.

C'est donc la construction d'une bibliothèque d'objets permettant de calculer en parallèle avec MPI, un couplage d'équations aux dérivées partielles (EDP) avec des méthodes pseudo-spectrales. A court et moyen terme cette bibliothèque pourra être utilisée par mes étudiants et collaborateurs, à long terme après une phase de validation, une mise à disposition pour la communauté scientifique est envisagée.

Notamment, nous nous efforçons de rendre dynamique le fait de choisir le découpage de l'espace de calcul qui est distribué sur les processeurs, selon deux représentations : un découpage en **tranche** (actuel) ou en **bâtonnet** (en développement). Le second permettra une plus grande distribution des tâches sur beaucoup plus de processeurs. En effet, la première représentation a un nombre limité de tranches N (si la résolution est N^3). Nous avons aussi en projet de rendre cette bibliothèque accessible aux architectures hybrides (MPI, multi-thread) ou (MPI, GPU) .

Cet effort me permettra d'utiliser pleinement les architectures massivement parallèles et d'atteindre des résolutions et des régimes turbulents non encore accessibles.

Membre actif du GDR Dynamo

- Depuis la création du GDR Dynamo en 2002, j'ai participé à toutes les réunions plénières de ce groupe de recherche, où se forment mes principales collaborations. J'ai organisé deux réunions sur quatre à Nice et participé à la rédaction du compte rendu du GDR en 2006.

Activités Scientifiques (suite)

Insertion de mes recherches dans mon laboratoire et à l'OCA, pôle SPU de l'UNS

- Je fais partie d'un établissement et d'un laboratoire qui sont rattachés à l'INSU. De nombreux phénomènes ou processus physiques étudiés en magnétohydrodynamique et mécanique des fluides s'inscrivent naturellement dans la compréhension d'objets astrophysiques. L'interaction avec mes collègues astrophysiciens est très enrichissante, et donne lieu à des collaborations, notamment pour ce qui est de la compréhension de phénomènes fluides et MHD dans les disques protoplanétaires, et leur interactions avec des particules, ou avec de la poussière. Je me perçois comme un théoricien et numéricien de la mécanique des fluides et des plasmas avec une position privilégiée d'interface entre la mécanique classique, les expériences de laboratoire et les milieux géophysiques et astrophysiques.

Bibliographie

- 22 publications avec comité de lecture dans des journaux de rang A, (dont une qui a fait la page de couverture de *Phys. Rev. Lett.*), 1 chapitre de livre (Ecole des Houches), 1 édition spéciale en tant qu'éditeurs, 4 publications de colloques avec comité de lecture et une Thèse de Doctorat.

Journaux avec comité de lecture

- 2011 • Y. Ponty & F. Plunian "Transition from large-scale to small-scale dynamo" *Phys. Rev. Lett.* **106**, 154502 (2011).
- 2010 • A. D. Gilbert, Y. Ponty, V. Zheligovsky "Dissipative structures in a nonlinear dynamo" *Geoph. Astroph. Fluid. Dyn.* 1-25 (2010).
- J. Baerenzung, P.D. Mininni, A. Pouquet, H. Politano, and Y. Ponty. "Spectral Modeling of Rotating Turbulent Flows" *Physics of Fluids*, **22(2)** 025104-025113 (2010).
- 2008 • Y. Ponty, P. D. Mininni, J-P. Laval, A. Alexakis, J. Baerenzung, F. Daviaud, B. Dubrulle, J-F. Pinton, H. Politano, A. Pouquet "Linear and non linear features of the Taylor-Green Dynamo" *C. R. Physique* **9** 749-756 (2008).
- J. Baerenzung, H. Politano, Y. Ponty, A. Pouquet "Spectral Modeling of Magnetohydrodynamic Turbulent Flows" *Phys. Rev. E* **78**, 026310 (2008).
- A. Alexakis and Y. Ponty "The Lorentz force effect on the On-Off dynamo intermittency" *Phys. Rev. E* **77**, 056308 (2008).
- J. Baerenzung, H. Politano, Y. Ponty, A. Pouquet, "Spectral Modeling of Turbulent Flows and the Role of Helicity" *Phys. Rev. E* **77**, 04303 (2008).
- 2007 • Y. Ponty, J.-P. Laval, B. Dubrulle, F. Daviaud, and J.-F. Pinton "Subcritical Dynamo Bifurcation in the Taylor-Green Flow" *Phys. Rev. Lett.* **99**, 224501 (2007) **Page de couverture du numero.**
- Y. Ponty, P. Minnini, A. Pouquet, H. Politano, J.-F. Pinton "Dynamo action at low magnetic Prandtl numbers: mean flow vs. fully turbulent motion". *New Journal of Physics* **9**, 296 (2007).
- 2005 • A. Courvoisier, A. G. Gilbert, & Y. Ponty, "Dynamo action in flows with cat's eyes" *Geophysical and Astrophysical Fluid Dynamics*, Vol. **99**, No. 5, pp 413-429 October (2005).
- P. D. Mininni, Y. Ponty, D. C. Montgomery, J-F Pinton, H. Politano, and A. Pouquet "Dynamo Regimes with a Non-helical Forcing" *The Astrophysical Journal*, **626**: 853-863 (2005).
- Y. Ponty, P. Minnini, A. Pouquet, H. Politano, D. Montgomery, J.-F. Pinton "Numerical study of dynamo action at low magnetic Prandtl numbers" *Phys. Rev. Lett.*, **94** 164512 (2005).
- 2004 • Y. Ponty, H. Politano and J.-F. Pinton "Simulation of Induction at Low Magnetic Prandtl Number" *Phys. Rev. Lett.*, **92**, 144503 (2004).
- 2003 • Y. Ponty, A.D. Gilbert & A.M. Soward "The onset of thermal convection in Ekman-Couette shear flow with oblique rotation" *J. Fluid Mech.* (2003).
- 2001 • Y. Ponty, A.D. Gilbert & A.M. Soward "Kinematic dynamo action in large magnetic Reynolds number flows driven by shear and convection" *J. Fluid Mech.* **435**, 261-287 (2001).
- 2000 • A.D. Gilbert, and Y. Ponty, "Slow Ponomarenko dynamos on stream surfaces." *Geophys. Astrophys. Fluid Dyn* **93**, 55-95 (2000).
- 1999 • D. Laveder, T. Passot, Y. Ponty, P.L Sulem, "Effect of a random noise on scaling laws of finite Prandtl number rotating convection near threshold" *Phys. Rev. E* **59**, R4745-R4748 (1999).
- 1998 • Y. Ponty, T. Passot and P.L Sulem, "Rotating convection at moderate Prandtl number" *Physica A* **249**, 146-150 (1998).

Bibliographie (suite)

- 1997
- Y. Ponty, T. Passot and P.L Sulem, "Pattern dynamics in rotating convection at finite Prandtl number", *Phys. Rev. E.* **56**, 4162-4178 (1997).
 - Y. Ponty, T. Passot and P.L Sulem, "Chaos and structures in rotating convection at finite Prandtl number", *Phys. Rev. Lett.* **79**, 71-74 (1997).
 - Y. Ponty, T. Passot and P.L Sulem, "A new instability for finite Prandtl number rotating convection with free-slip boundary conditions", *Phys. Fluids* **9**, 67-75 (1997).
- 1995
- Y. Ponty, A. Pouquet, P.L. Sulem, "Dynamos in weakly chaotic two-dimensional flows" *Geophys. Astrophys. Fluid Dyn.* **79**, 239-257 (1995).

livre ou chapitre de livre, special issues

- 2010
- Geophysical & Astrophysical Fluid Dynamics, Special Issue: "MHD Dynamos and Applications" Volume 104 Issue 2, 113, 2010. Editors: Yannick Ponty, Emmanuel Dormy, Hélène Politano.
- 2008
- Yannick Ponty, "Numerical modeling of liquid metal dynamo experiments." In: Ph. Cardin, L.F. Cugliandolo, editor(s), Les Houches, Session LXXXVIII, 2007, Dynamos. Amsterdam: Elsevier, p. 359-382 (2008).

Articles de conférences internationales avec comité de lecture

- 2010
- A. Pouquet, J. Baerenzung, J. Pietarila Graham, P. Mininni, H. Politano, and Y. Ponty, "Modeling of anisotropic turbulent flows with either magnetic fields or imposed rotation", Proceedings of the TI2009 Conference in "Notes on Numerical Fluid Mechanics and Multidisciplinary Design," Springer;
- 2001
- Y. Ponty, A.D. Gilbert & A.M. Soward "Dynamo action due to Ekman layer Instability" *P. Chossat et al. ed*, *Dynamo and Dynamics, a Mathematical Challenge Kluwer Academic Publishers*, 75-82 (2001).
 - A.M. Soward, A. Bassom & Y. Ponty "Alpha-Quenched $\alpha^2 \Omega$ -Dynamo waves in stellar shells" *P. Chossat et al. ed*, *Dynamo and Dynamics, a Mathematical Challenge Kluwer Academic Publishers*, 297-304 (2001).
- 1993
- Y. Ponty, A. Pouquet, V. Rom-Kedar, P.L. Sulem, "Dynamo Action in a Nearly Integrable Chaotic Flow" in "Solar and planetary Dynamos" 241-248, M.R.E. Proctor, P.C. Matthews and A.M. Rucklidge eds., *Cambridge University Press* (1993).

Thèse

- 16 janvier 1997
- Thèse de doctorat : "*Textures convectives dans un fluide en rotation et effet dynamo dans un écoulement chaotique.*".
- 31 janvier 2012
- Thèse d'Habilitation   Diriger des Recherches "*Rôle de la turbulence sur l'effet dynamo et l'induction magnétique.*".

Workshops, Conférences, Séminaires

Conférences invités

- 2-4 juin 2011 • Workshop Rotating Flow and Dynamo (Univ. Exeter, GB) "Large scale and small scale dynamos"
- 31 mai 2010 • Journée Mécanique des fluides (Lab. Dieudonné, Université de Nice-Sophia). "Large scale, small scale dynamos"
- 16 septembre 2009 • Journée MHD Université d'Exeter (GB) "Linear and nonlinear aspects of the Taylor-Green Dynamos"
- 20-24 octobre 2008 • Séminaire Dautreppe 2008 - "turbulence : aspect fondamentaux et applications" Enseignement Ecole doctoral Grenoble, titre de l'intervention : "Modélisation d'un fluide turbulent dans une boîte périodique."
- 12-13 novembre 2007 • Conférence invité à la réunion plénière du GDR Dynamo (IHP Paris).
- 8-10 octobre 2007 • Conférence invité au *Spectro-polarimetric analysis. Solar and stellar magnetic fields* titre : "Numerical Solar Dynamo and dynamo experiments" (Baulieu).
- 30 juillet – 24 août 2007 • Conférence/cours invité : Ecoles des Houches: (session 88) "Dynamos" ; titre du cours : "Numerical modelling of liquid metal dynamo experiments".
- 27-30 juin 2006 • Conférence invité: "Modeling Magnetohydrodynamic Turbulence": Application to planetary and stellar Dynamos" (Ncar, Boulder USA).
- 18-22 avril 2006 • Conférence invité: "Phenomenology and Modelling issues in Turbulence: Towards Applications" Ecole de Cargèse.
- 12-13 juin 2003 • Conférence invité au GDR Dynamo "Modèles numériques de dynamo" (CEA Saclay).
- 26 mai 2003 • Conférence invité pour les nouveaux entrant du SPI (Fréjus).
- décembre 2000 • Séminaire invité au Isaac Newton Institut (Cambridge, UK).
- février 2000 • Séminaire invité au Department of Mathematics, University of Warwick (UK).
- mars 1999 • Communication orale invité à l'atelier "Stabilité et instabilités de couche limites en météorologie et géophysique." Ecole Normale Supérieure de Lyon.
- décembre 1998 • Séminaire invité au Department of Applied Mathematics and Theoretical Physics (DAMTP), University of Cambridge, (UK).
- juillet 1998 • Séminaire invité au Departments of Mathematics and Theoretical Mechanics, University of Nottingham, (UK).

Interventions orales, participations aux colloques et workshop

- 12-17 septembre • Conférence: IGDR Dynamo (Groupe de Recherche International) (Cargèse) Présentation orale : "Large-scale to small-scale dynamo"
- 28 août- 2 septembre 2011 • LE 20ème CONGRES FRANCAIS DE MECANIQUE (CFM 2011) Présentation orale : "L'effet de turbulence fluide sur la dynamo à grandes et petites échelles"
- 16-17 juin 2011 • Participation au workshop : (UKMHD 2011 Londres , GB)
- 28 février - 11 mars 2011 • Ecole des Houches "Dynamics and turbulent transport in plasmas and conducting fluids", cours " Numerical liquid metal dynamos"
- 20-25 septembre 2010 • Participation au workshop : "Convection, magnetoconvection and dynamo theory" à Cargèse (Corse).

Workshops, Conférences, Séminaires (suite)

- 21-25 juin 2010 • Participation au Symposium IAU 271 "Astrophysical Dynamics: From Stars to Galaxies" à Nice.
- 7-8 juin 2010 • Présentation orale : "Large and small scale dynamos" Réunion du GDR Dynamo, Villard de Lans.
- janvier-juin 2010 • Formation : «Management les concept de base et les principaux outils, (Les concepts de bases)» (DR20 CNRS). Les modules de perfectionnement sont prévus pour 2011.
- 7-9 décembre 2009 • Dynamos, CIRM, (Luminy, Marseille): Présentation orale : "Large and small scale dynamos"
- 14-15 septembre 2009 • Anglo-French Dynamo Conference (Cambridge, UK): Présentation orale : "Ponomarenko dynamos inside a periodic box"
- 2-6 mars 2009 • Participation à l'École des Houches "Turbulence and Statistical Mechanics"
- 22-27 Février 2009 • Participation à l'École des Houches "Chronologie de la formation du Système Solaire"
- 23-26 septembre 2008 • Présentation orale : "Dynamo simulations inside Pseudo-Penalisation Boundaries" conférence : EURO MHD Nice (France).
- février 2008 • Séminaire à l'Observatoire de la Côtes d'Azur (Nice).
- 1-3 octobre 2007 • Conférence : "MHD Laboratory Experiments for Geophysics and Astrophysics" (Catania, Italie).
- 7-8 juin 2007 • Conférence : UK MHD 2007 (Newcastle, UK).
- 8-9 mai 2006 • Conférence : UK MHD 2006 (St Andrew's, UK)
- 27-28 mars 2006 • Conférence : session GDR Dynamo (Lyon).
- 14-16 septembre 2005 • Conférence : "Fluctuation and Noise in out of Equilibrium Systems" (Baulieu).
- 26-27 mai 2005 • Conférence : UK MHD 2005 (Exeter UK).
- 21-23 mars 2005 • Conférence : session GDR Dynamo (Grenoble).
- 15-16 decembre 2004 • Participation à la conférence LMS Meeting "Geophysical and Astrophysical Fluid Dynamics" (Exeter, GB).
- 6-17 septembre 2004 • Participation au programme "Magnetohydrodynamic of Stellar Interiors" (Issac Newton Institute, Cambridge, GB).
- 22-23 janvier 2004 • Conférence au COSTP6-Working Group 1 et CNRS-GDR "Dynamo" , titre de l'intervention : " Simulation of induction at low magnetic Prandtl number using LES"
- 1-6 septembre 2003 • Participation et présentation d'un Poster à la conférence "Mathematical Aspects of Natural Dynamos" (Caramulo, Portugal).
- 30 mars – 4 avril 2003 • Participation et présentation d'un Poster à l'école des houches 'Planetary Dynamos" (Les Houches).
- août 2002 • Communication orale au symposium London Mathematical Society (Durham, GB).
- mai 2002 • Participation à l'atelier UK MHD (Warwick, GB).
- mars 2002 • Participation à la conférence "European Geophysical Society" EGS 2002 (Nice).
- février 2002 • Participation au Colloque au NCAR (Boulder, USA) "Adaptive and High-Order Methods with Applications in Turbulence".

Workshops, Conférences, Séminaires (suite)

- janvier 2002 • Participation au programme COST(WG1) "Magnetohydrodynamic in fluid metal" (ENS, Paris)
- avril 2001 • Communication orale à l'atelier UK MHD (Sheffield, GB).
- février 2001 • Participation au programme COST(WG1) "Magnetohydrodynamic in fluid metal" (Paris).
- août 2000 • Communication orale à la conférence "Dynamo and Dynamics" Cargèse, Corse.
- juillet 2000 • Présentation d'un poster au SEDI 2000 (Symposium Earth Deep Interior) University of Exeter (GB).
- décembre 1999 • Communication orale à la réunion du GDR MFGA (Groupe thématique MHD) (Paris)
- novembre 1999 • Séminaire à l'Observatoire de Nice.
- octobre 1999 • Séminaire au PIIM (Physique des Interactions Ioniques et Moléculaires), St Jérôme, (Marseille).
- mai 1999 • Communication orale au "UK MHD meeting", au département de Mathématiques Glasgow (GB).
- avril 1999 • Séminaire à l'Institut de Recherche sur les Phénomènes Hors Equilibre (IRPHE), Université d'Aix-Marseille I.
- octobre 1998 • Participation à la réunion du GDR MFGA (Groupe thématique MHD) "Discussion sur les contributions de l'approche numérique aux projets expérimentaux d'écoulements MHD.", (Paris).
- septembre 1998 • Communication orale à l'atelier "Stellar Dynamos: Nonlinearity and chaotic flows", (Medina del Campo, Espagne).
- avril 1997 • Présentation orale au workshop "Nonlinear Dynamics of Magnetized Fluids and Plasmas", (Pise, Italie).
- juillet 1996 • Présentation orale à l'école d'été du Grand Combin : "Convection in geophysics and astrophysics", (Gignod, Italie).
- mai 1996 • Participation à l'école "Vortex and flux tubes, observations, stability, topology" (Observatoire de Nice).
- février 1996 • Présentation orale au workshop organisé par le GDR "Mécanique fondamentale des fluides géophysiques et astrophysiques", (Laboratoire de Mécanique de Lille).
- juin 1995 • Présentation d'un poster au colloque "Dynamics days" à l'Ecole Normale Supérieure de Lyon.
- janvier 1995 • Présentation d'un poster et présentation orale au colloque "Small Scale structures in hydro and magnetohydrodynamic three-dimensional turbulence" (Nice).
- juillet 1994 • Participation à l'école d'été Grand Combin (Italie): "Problèmes fondamentaux de la mécanique des fluides géophysiques et astrophysiques".
- décembre 1993 • Communication orale à la réunion du Réseau Européen "Numerical Simulation of Nonlinear Phenomena" MHD (Roscoff).

Conférences grands publics

- mai 2010 • Conférence grand public pour un stage d'enseignant à l'Observatoire de la Côte d'Azur : "De la boussole aux tâches solaires, le champ magnétique dans tous ses états."

Workshops, Conférences, Séminaires (suite)

- avril 2010
 - Conférence grand public pour l'association de la Maison du Portal (Levens): "De la boussole aux tâches solaires, le champ magnétique dans tous ses états."
- avril 2009
 - Intervention devant une classe de primaire : "Le CNRS et le métier de chercheur".
- mai 2007
 - Intervention en milieu scolaire : Ecole de Levens (06) : "Le CNRS et le métier de chercheur".
- 10 janvier 2007
 - Conférence grand public : SACA à Cannes "Le soleil et son champ magnétique".
- 14 décembre 2005
 - Conférence grand public: SACA à Cannes "L'effet dynamo ou pourquoi les planètes telluriques ont un champ magnétique".