

NOTICE SUR LES TRAVAUX DE URIEL FRISCH

décembre 2009

1. Curriculum. Je suis né en 1940 à Agen. J'ai étudié à l'ENS-Ulm et j'ai passé ma Thèse en 1967 à Paris avec E. Schatzman sur les équations stochastiques et les applications astrophysiques avec un deuxième sujet sur les inéquations variationnelles posé par J.L. Lions. J'ai été recruté au CNRS en 1963 et je suis directeur de recherche de classe exceptionnelle depuis 1992 (émérite depuis 2006) et Membre de l'Académie des Sciences depuis 2008 (Correspondant depuis 1994). J'ai travaillé à l'Institut d'Astrophysique jusqu'en 1970 et, depuis, à l'Observatoire de Nice, devenu Observatoire de la Côte d'Azur. J'ai fait deux séjours de longue durée aux États-Unis (New York University 1966–1967, Harvard 1978–1979).

J'ai 235 publications, dont une douzaine d'articles de vulgarisation et j'ai aussi publié en 1995 un livre sur la turbulence chez Cambridge University Press, traduit en Russe et cité 1924 fois ¹. J'ai eu trois prix : Peccot (Collège de France, 1967) pour ma Thèse, Bazin (Académie des Sciences, 1985) et le prix Lewis Fry Richardson de la Société Européenne de Géophysique (2003). J'ai eu 21 élèves qui ont mené sous ma direction leur travaux jusqu'à la thèse : A. Brissaud, M. Lesieur, J. Léorat, A. Pouquet, P.L. Sulem, J.D. Fournier, M.E. Brachet, J.L. Gautero, R. Grappin, O. Thual, Z.S. She, J.P. Rivet, S. Gama, M. Vergassola, A. Wirth, A. Lanotte (co-encadrement), T. Matsumoto (co-encadrement), J. Bec, D. Mitra (co-encadrement), W. Pauls et S.S. Ray (co-encadrement). Mes travaux se situent dans le domaine de la mécanique (turbulence, singularités, chaos, méthodes numériques, méthodes multi-échelle), de la physique statistique (propagation aléatoire, élargissement Stark, gaz sur réseaux), des applications aux fluides astrophysiques et géophysiques et de l'histoire des sciences.

Responsabilités. J'ai eu un rôle actif dans l'introduction des superordinateurs (CRAY, Connection Machine) pour le calcul scientifique en France et j'ai été membre du Comité Scientifique du CCVR. J'ai été de 1984 à 1993 membre du Comité Européen de Turbulence (Euromech). J'ai été de 1989 à 1993 membre du Comité OTAN sur le Chaos. J'ai été de 1991 à 1995 membre du Conseil du Département des Sciences de l'Univers. J'ai été pendant environ douze ans membre du Comité National de la Recherche Scientifique. J'ai été de 1986 à 2008 un des éditeurs de *Physica D* et de 1998 à 2004 "Divisional Associate Editor" de *Physical Review Letters*, chargé du choix des referees et des appels. Je suis membre des comités éditoriaux de *Geophysical and Astrophysical Fluid Dynamics*, de *Lecture Notes in Physics* et de *European Physical Journal/Historical Perspectives*, Je participe ou ai participé à huit contrats européens et j'en ai coordonné un. D'une façon générale, je m'occupe très activement de collaboration internationale, depuis longtemps avec les États-Unis (NCAR, MIT, Los Alamos, Princeton et Rutgers), et ces dernières années avec des pays européens de l'Ouest comme de l'Est (particulièrement avec la Russie dont j'accueille régulièrement d'assez nombreux visiteurs) et avec l'Inde,

¹Tous les chiffres de citation sont basés sur les données de l'ISI en date du 10/05/2008. Le nombre total de citations est 6702. L'indice de Hirsch est 41.

Israël et le Japon. J’ai organisé ou co-organisé de nombreux ateliers, colloques et conférences sur la turbulence, la mécanique des fluides, la cosmologie, le calcul scientifique avancé (méthodes spectrales ou de gaz sur réseaux) et l’effet dynamo. En particulier, en 1998 j’ai organisé la “Seventh European Turbulence Conference” (210 participants [197]) et en 2007 la Conférence internationale “Euler Equations: 250 Years On” (voir §7). J’ai enseigné pendant une dizaine d’années en premier et second cycle et pendant 17 ans dans le DEA de mécanique des fluides (Turbulence et Systèmes Dynamiques) de Nice et j’ai enseigné dans de nombreuses écoles d’été internationales.

2. Travaux les plus cités.

- L’introduction avec B. Hasslacher et Y. Pomeau en 1985 de la méthode des gaz sur reseaux [116]² (982 cit. ; voir §4).
- L’introduction avec P.L. Sulem et M. Nelkin en 1978 d’un modèle dynamique simple de l’intermittence en turbulence développée, le β -modèle [63] (646 cit. ; voir §5).
- Un article de revue sur les gaz sur réseaux discutant en détail les bases de mécanique statistique de la méthode avec d’Humières, B. Hasslacher, P. Lallemand, Y. Pomeau et J.-P. Rivet [124] (641 cit.).
- L’introduction de méthodes diagrammatiques et markoviennes pour la propagation des ondes dans les milieux aléatoires et les équations stochastiques, mon sujet de Thèse d’État [11] (552 cit.).
- L’introduction avec G. Parisi en 1983 du modèle *multifractal* de la turbulence [109] (438 cit. ; voir §5).
- L’analyse détaillée avec T. Dombre, J.M. Greene, M. Hénon, A. Mehr et A.M. Soward de l’écoulement tri-dimensionnel à lignes de courant chaotiques ABC, qui joue un rôle important dans la théorie du mélange turbulent et de l’amplification de champs magnétique par effet dynamo [117] (291 cit.).
- La découverte en 1975 avec A. Pouquet, J. Léorat et A. Mazure d’une cascade inverse d’hélicité magnétique en turbulence magnétohydrodynamique donnant un mécanisme de génération de champs magnétiques à grande échelle d’intérêt astro-géophysique [41] (199 cit.).
- L’explication avec R. Morf en 1981 de l’*intermittence* aux échelles dissipatives de la turbulence en terme de singularités des solutions des équations de Navier–Stokes pour des temps complexes [82] (136 cit.).

3. Autres contributions significatives. Je mentionne encore l’introduction avec A. Brissaud en 1971 de la méthode du micro-champ modèle pour le calcul de l’élargissement Stark statistique [20] et mes travaux sur le *transport turbulent et les méthodes multi-échelle*: découverte de l’effet AKA, analogue de l’effet alpha MHD, dans les écoulements anisotropes dépourvus de parité (avec P.L. Sulem et Z.S. She [126]), théorie générale de la viscosité turbulente pour les écoulements multi-dimensionnels (avec B. Dubrulle [151]), découverte d’écoulements bi-dimensionnels ayant une viscosité turbulente isotrope et négative (avec S. Gama et M. Vergassola [171]).

²Les chiffres entre crochets renvoient à la Liste des Publications. Depuis 1999, toute mes publications sont disponibles sur l’arXiv à <http://fr.arXiv.org/> (faire “find” sur nlin, sélectionner “all years” et taper mon nom)

Enfin, j'ai été très impliqué dans les *simulations numériques de la turbulence et de la MHD* (sur superordinateurs et machines massivement parallèles), réalisées avec de nombreux collaborateurs aux Etats-Unis et en France : première simulation d'un écoulement turbulent montrant un spectre de Kolmogorov [88], première mise en évidence d'un effet dynamo "rapide"[97], développement d'une méthode numérique lagrangienne pour des traceurs dans un écoulements turbulent [193].

4. Détails sur les gaz sur réseaux. Il s'agit d'une nouvelle stratégie pour la simulation de phénomènes d'hydrodynamique, de combustion, d'écoulements diphasiques, etc., particulièrement bien adaptée aux écoulements complexes, soit par leur géométrie, soit par leur composition. La méthode repose sur l'introduction d'un modèle microscopique fictif entièrement Booléen dont les propriétés à grande échelle sont indistinguables de celles d'un fluide réel. La méthode est bien adaptée aux architectures d'ordinateurs modernes à grand parallélisme. Elle doit beaucoup à des travaux antérieurs de Pomeau et coll. dans les années 1970 sur un modèle à quatre voisins. J'ai montré qu'une variante à 6 voisins (suggérée par Y. Pomeau) conduit effectivement à l'équation de Navier–Stokes à deux dimensions. J'ai montré (avec D. d'Humières et P. Lallemand) comment étendre le modèle à trois dimensions "en passant par la quatrième dimension". J'ai contribué à rendre la méthode efficace sur le plan numérique en montrant le rôle déterminant du coefficient de Reynolds; les optimisations les plus remarquables utilisent pour l'essentiel des travaux de M. Hénon. La publication initiale sur le sujet [116] demeure la plus citée; ces dernières années la méthode des gaz sur réseaux, dans sa version booléenne, a été supplantée par une variante utilisant des flottants, appelée Boltzmann sur réseaux, de plus en plus utilisée dans les applications industrielles.

5. Détails sur la modélisation fractale et multifractale de la turbulence. B. Mandelbrot a été le premier à voir que les modèles hiérarchiques de turbulence introduits par l'école russe (A.N. Kolmogorov et coll.) impliquaient une dissipation d'énergie concentrée sur un objet fractal de dimension en général inférieure à trois. Ce qui distingue mon approche du β -modèle de celle de B. Mandelbrot, c'est le recours exclusif à des quantités inertielles comme le flux d'énergie et les fonctions de structure (Mandelbrot, comme Kolmogorov, travaillait avec la dissipation, quantité non inertielle).

Ma contribution à l'introduction de la description *multifractale*, a été de dégager le rôle des singularités dans le comportement inertiel : le thème des singularités me fascine depuis 1973 (voir §7); G. Parisi, lui a eu l'idée déterminante d'introduire une transformée de Legendre en mélangeant des singularités fractales. Ce travail, réalisé en 1983, et stimulé par des données expérimentales françaises (F. Anselmet, Y. Gagne, E. Hopfinger), a été publié dans un obscur appendice d'un compte rendu d'Ecole de Varenna. Quelques années plus tard, il est devenu un de mes articles les plus cités; le concept de mesure multifractale s'est en effet révélé très important en dynamique non-linéaire et même en mathématiques pures.

Tout récemment, avec S. Chakraborty et S.S. Ray nous avons découvert le mécanisme de l'Extended Self-Similarity (ESS) qui permet d'améliorer considérablement la précision dans la détermination d'exposants d'échelle pour les fonctions de structure d'écoulements turbulents à nombres de Reynolds modérément élevés : les corrections sous-dominantes infrarouges et ultraviolettes ont leurs coefficients fortement

diminués en passant de la représentation standard (en terme de la séparation entre les points) à la représentation ESS en terme de la fonction de structure d'ordre trois [235].

6. Cosmologie et transport optimal. Je m'intéresse depuis 1991 à la dynamique non linéaire des *grandes structures de l'Univers*. Grâce à des travaux de l'école russe (Zel'dovich, Shandarin, Gurbatov, Saichev), le problème se ramène dans certains cas à l'étude d'une équation de Burgers multi-dimensionnelle (encore appelé modèle d'adhésion) avec des conditions initiales qui, à grande échelle, ressemblent à une version multi-dimensionnelle du mouvement brownien fractionnaire (non différentiable) et, à petite échelle, sont régulières. Avec E. Aurell et Z.S. She, j'ai montré sur un modèle uni-dimensionnel que, dans le cas brownien, ce problème présente dans son application lagrangienne un "escalier du Diable" et qu'il en résulte une distribution en loi de puissance des masses des structures. Des résultats rigoureux ont été obtenus en collaboration avec Ya. Sinai. Avec B. Dubrulle, A. Noullez et M. Vergassola l'étude a ensuite été étendue à plusieurs dimensions [161,172].

En 2001, R. Mohayaee m'a signalé le problème de la reconstruction en cosmologie (introduit par J. Peebles en 1989): peut-on à partir de la seule connaissance des positions actuelles des galaxies et des amas reconstruire l'histoire dynamique passée de l'Univers? Et cela sans connaître les vitesses particulières (déduction faite de l'expansion de Hubble). Ce problème serait certainement mal posé sans l'information supplémentaire que la matière était distribuée de façon quasi-uniforme au moment du découplage il y a un peu plus de 13 millions d'années. Dans l'hypothèse d'une dynamique régie par l'équation de Burgers 3D (encore appelée approximation de Zel'dovich), nous nous sommes rendus compte que le problème de reconstruction se ramène à celui du transport optimal, formulé en 1781 par G. Monge: comment déplacer au moindre coût d'un endroit à un autre des matériaux, en ne connaissant que leur répartition initiale et finale et une fonction de coût qui dépend de la distance parcourue par les "molécules" du matériau? En utilisant des travaux récents de Y. Brenier sur l'équation de Monge–Ampère et des travaux de M. Hénon sur le problème d'assignation (utilisés d'abord pour les gaz sur réseaux; cf. §4), nous avons développé une méthode d'optimisation appelée Monge–Ampère–Kantorovich (MAK). Testée sur des simulations à N corps, elle et donne d'excellents résultats: plus de 60% des points reconstruits exactement à l'échelle de six mégaparsecs dans l'espace des positions et plus de 40% dans l'espace des redshifts [210,215,216,221,222].

Les techniques utilisées ont également des applications en traitement d'images. Sur ces divers thèmes un contrat d'ANR a été obtenu il y a deux ans, coordonné par A. Sobolevsky (Moscou) qui a aussi été très impliqué dans les applications cosmologiques.

Tout récemment, avec A. Sobolevsky et J. Bec, nous avons montré que les écoulements irrotationnels à la fois en coordonnées eulériennes et lagrangiennes prolifèrent. Ceci permet de comprendre pourquoi la méthode MAK de reconstruction de l'histoire dynamique de l'univers marche nettement mieux que ce qui peut s'expliquer par l'approximation de Zel'dovich.

Sur la thématique de la cosmologie théorique et de la reconstruction j'ai organisé cinq ateliers internationaux entre 2003 et 2009.

7. Euler : des singularités à l'histoire de la mécanique des fluides. Les équations d'Euler pour le mouvement d'un fluide parfait incompressible ont été introduites il y a 250 ans. En dimension trois et pour des conditions initiales bien régulières on ne sait toujours pas si ce problème est bien posé au delà d'un temps fini : des singularités vont-elles ou non apparaître spontanément ? Dans le cas des fluides visqueux (Navier–Stokes), la présence de singularités est considérée comme peu probable par les mécaniciens des fluides et les physiciens. En revanche, sans viscosité (Euler), des singularités sont souvent conjecturées. Des travaux auxquels j'ai participé au début des années 1980, en collaboration avec M.E. Brachet, R. Morf, S. Orszag et d'autres, indiquaient pour la première fois la possibilité de l'absence de telles singularités, absence qui pourrait être causée par le phénomène de “déplétion” (réduction de non linéarité). La déplétion n'existe pas dans les modèles simplifiés de turbulence du type fermeture du second ordre sur lesquels j'ai beaucoup travaillé à partir des années soixante-dix, en particulier avec M. Lesieur; elle est encore très mal comprise sur le plan mathématique. Singularités et déplétion sont pourtant liés à des questions centrales de la turbulence comme la présence d'une dissipation d'énergie finie dans la limite de viscosité nulle. Pour les écoulements initialement analytiques, on sait depuis trente ans que d'éventuelles singularités réelles sont précédées de singularités dans le domaine (d'espace) complexe. Avec J. Bec, T. Matsumoto et W. Pauls, en utilisant une nouvelle technique d'intégration numérique directe dans le domaine complexe à très haute précision (jusqu'à une centaine de chiffres significatifs), nous avons pu localiser ces singularités complexes et déterminer leur nature qui se trouve être non universelle, c'est-à-dire dépendante des conditions initiales. Il reste encore beaucoup à faire dans ce domaine qui heureusement intéresse beaucoup de jeunes scientifiques.

Ces questions et bien d'autres questions relatives aux applications astrophysiques, géophysique et industrielles des équations d'Euler ont été au centre de la conférence internationale “Euler Equations: 250 Years On” que j'ai organisée à Aussois en juin 2007 avec le soutien de l'Académie des Sciences, des académies de Berlin–Brandebourg et de Suisse et de nombreux collègues (140 participants, cf www.oca.eu/etc7/EE250/ [231]). Si le sujet reste bien vivant après un quart de millénaire, le volet historique n'a pas été négligé lors de cette conférence et j'ai travaillé pendant près de deux ans (avec O. Darrigol, G. Grimberg et W. Pauls) sur la naissance de la mécanique des fluides au XVIII^e siècle, laquelle doit beaucoup non seulement à Euler mais aussi aux Bernoullis et à d'Alembert [227,228].

REFERENCES

- [1] Frisch U. Couplage des ondes MHD en milieu stratifié. 1964. *Ann. Astrophys.* **27**, pp. 224-243.
- [2] Frisch U. Microscopic description of long range correlations in a gas. 1964. *Woods Hole Institution Summer School Proceedings*, pp. 29-56.
- [3] Frisch U. Propagation d'ondes dans un milieu aléatoire uni-dimensionnel. 1965. *C. R. Acad. Sci.* **261**, pp. 55-57.
- [4] Frisch U. Transfert d'énergie entre oscillateurs couplés aléatoirement. 1965. *C. R. Acad. Sci.* **261**, pp.323-325.
- [5] Frisch U. Propagation et couplage d'ondes dans un plasma turbulent. v1965. *J. Phys.* **26**, pp. 507-510.
- [6] Frisch U. Wave propagation in random media: I a theory of multiple scattering, 1965, 71 pages, Institut d'Astrophysique, Paris, unpublished.
- [7] Frisch U. Wave propagation in random media: II multiple scattering by N bodies, 1965 78 pages, Institut d'Astrophysique, Paris, unpublished.
- [8] Frisch U. Sur la résolution des équations différentielles stochastiques à coefficients markoviens. 1966. *C. R. Acad. Sci.* **262**, pp. 762-765.
- [9] Frisch U. La propagation des ondes en milieu aléatoire et les équations stochastiques I. 1966. *Ann. Astrophys.* **29**, pp. 645-682.
- [10] Frisch U. La propagation des ondes en milieu aléatoire et les équations stochastiques II Application. 1967. *Ann. Astrophys.* **30**, pp. 565-601.
- [11] Frisch U. Wave propagation in random media. 1968. *Probabilistic Methods in Applied Mathematics*, **1**, pp. 75-198, ed. Bharucha-Reid A.T., Academic Press.
- [12] Frisch U. Propagation d'ondes et de rayons en milieu aléatoire. 1968. *Revue Cethedec*, **15**, pp. 75-85.
- [13] Frisch U. Optique géométrique en milieu aléatoire. 1968. *Revue Cethedec*, **15**, pp. 119-130.
- [14] Frisch U., Brissaud A. Influence des fluctuations temporelles du champ électrique microscopique sur l'élargissement stark des raies d'émission. 1969. *C. R. Acad. Sci.* **268**, pp. 143-145.
- [15] Frisch U., Fitremann M.Y. Génération turbulente du champ galactique. 1969. *C. R. Acad. Sci.* **268**, pp. 705-708.
- [16] Frisch U. La formation des raies en milieu turbulent. 1969. *Comptes Rendus Ecole d'Eté Transfert Radiatif*, Montpellier, Septembre 1969, 14 pages, ed. Frisch H. et Magnan C., Observatoire de Meudon.
- [17] Filippi P. et Frisch U. Relation entre l'équation de la chaleur et l'équation des ondes de Helmholtz. 1970. *C. R. Acad. Sci.* **268**, pp. 804-807.
- [18] Frisch U., Bourret R. Parastochastics. 1970. *J. Math. Phys.* **11**, pp. 364-390.
- [19] Frisch U., Brissaud A. Theory of Stark broadening I (Soluble Model). 1971. *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer*, **11**, pp. 1753-1766.
- [20] Frisch U., Brissaud A. Theory of Stark broadening II (Exact line profile with model microfield). 1971. *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer*, **11**, pp. 1767-1783.
- [21] Frisch U., Brissaud A. On the validity of the unified classical path treatment of Stark broadening. 1971. *J. Phys. B*, **4**, pp. 1230-1235.
- [22] Lesieur M., Frisch U., Brissaud A., Théorie de Kraichnan de la turbulence. Application à l'étude d'une turbulence possédant de l'hélicité. 1971. *Ann. Géophys.* **27**, pp. 151-165.
- [23] N. Bel, M. Fitreman, U. Frisch, J. Léorat and E. Schatzman, Turbulent dynamo action, unpublished report (1971), 20 pages.
- [24] Sulem P.L., Frisch U., Total reflection of a plane wave by a semi-infinite random medium. 1972. *J. Plasma Phys.* **8**, pp. 217-229.
- [25] Filippi P., Frisch U. and Mazure A. New method for numerical inversion of real Laplace transform, 1972, unpublished.
- [26] Frisch U. and Lesieur M., 1972 Modèle markovien à couplage aléatoire pour la turbulence, *Revue du Cethedec* **34**, pp. 19-38.
- [27] Frisch U., Froeschlé C., Scheidecker J.P., Sulem P.L., Stochastic resonance in one-dimensional random media. 1973. *Phys. Rev. A*, **8**, pp. 1416-1421.
- [28] Frisch U., Bourret R., Pouquet A. Brownian motion of harmonic oscillator with stochastic frequency. 1973. *Physica*, **65**, pp. 303-320.

- [29] Brissaud A., Frisch U., Léorat J., Lesieur M., Mazure A. Helicity cascades in fully developed isotropic turbulence. 1973. *Phys. Fluids*, **16**, pp. 1366-1367.
- [30] Auvergne M., Frisch H., Frisch U., Froeschlé C., Pouquet A. Spectral line formation in a turbulent atmosphere : a unified theory. 1973. *Astron. Astrophys.* **29**, pp. 93-102.
- [31] Brissaud A., Frisch U., Léorat J., Lesieur M., Mazure A., Pouquet A., Sadoury R., Sulem P.L. Catastrophe énergétique et nature de la turbulence. 1973. *Ann. Géophys.* **29**, pp. 539-546.
- [32] Frisch U. High Reynolds number turbulence. 1973. *Proc. Symp. Plasma and Fluid Turb. Culham*, eds. Keen B.E., Laing E.W., pp. 43-50, Science Research Council. Londres, G. B.
- [33] Qualitative problems in fully developed turbulence: a soluble model, 1973, preprint, Observatoire de Nice.
- [34] Frisch U., Recent advances in analytic theories of turbulence, 1974, in Proceed. "Prospects for theoretical turbulence research", NCAR, Boulder June 19-20, pp. 16-20.
- [35] Frisch U., Lesieur M., Brissaud A. A markovian random coupling model for turbulence. 1974. *J. Fluid Mech.* **65**, pp. 145-152.
- [36] Brissaud A. and Frisch U., Solving linear stochastic differential equations. 1974. *J. Math. Phys.* **15**, pp. 524-534.
- [37] Sulem P.L., Frisch U., Bounds on energy flux for finite energy turbulence. 1975. *J. Fluid Mech.* **72**, pp. 417-423.
- [38] Bardos, C., Frisch, U. Régularité pour l'équation d'Euler avec données initiales Hölderiennes. 1975. *CRAS* **281** série A, 775-778.
- [39] Frisch U., Léorat J., Pouquet A. Helical MHD turbulence and the non linear dynamo theory. 1975. *Proc. Nordita Sympos. on Magnetic Fields, Ann. N. Y. Ac. Sc.* **257**, pp. 173-176.
- [40] Frisch U., Foias C., Temam R. Existence de solutions C^∞ des équations d'Euler. 1975. *C. R. Acad. Sc.* **280**, A 505, pp. 505-508.
- [41] Frisch U., Pouquet A., Léorat J., Mazure A. Possibility of an inverse cascade in MHD helical turbulence. 1975. *J. Fluid Mech.* **68**, pp. 769-778.
- [42] Frisch U., Frisch H. Non LTE transfer $\sqrt{\epsilon}$ revisited. 1975. *Mon. Not. Roy. Astr. Soc.* **173**, pp. 167-182.
- [43] Frisch U., Sulem P.L. Remarque sur la multiplication dans les espaces de Sobolev avec application à l'équation d'Euler d'un fluide illimité. 1975. *C.R. Acad. Sc. Paris*, **280**, A pp. 1117-1120.
- [44] Sulem P.L., Lesieur M., Frisch U. Le Test-Field Model interprété comme une méthode de fermeture des équations de la turbulence. 1975. *Ann. Géophys.* **31**, pp. 487-495.
- [45] Frisch U. and others, Onset of dissipation at zero viscosity in turbulent flows. 1975. *Proc. Fourth Intern. Conf. on Numerical Meth. in Fluid Dynamics, Springer Lecture Notes in Phys.* **35**, pp. 172-175.
- [46] Frisch U., Frisch H. Non LTE transfer II. Two level atom with stochastic velocity field. 1976. *Monthly Notices R. Astron. Soc.*, **175**, pp. 157.
- [47] Frisch U. and Frisch H. LTE and Non LTE line formation with turbulent velocity fields. 1976. *Colloque CNRS n° 250, Physique des Mouvements dans les Atmosphères Stellaires.* pp. 113-143.
- [48] Bardos C., Frisch U. Finite time regularity for bounded and unbounded ideal incompressible fluids using Hölder estimates. 1976. *Turbulence and Navier-Stokes equation. Lecture Notes in Mathematics*, **565**, pp. 1-14. Springer.
- [49] Frisch U. and Bardos C., 1976, Global regularity of the two-dimensional Euler equation for an ideal incompressible fluid, unpublished, Observatoire de Nice, 4 pages.
- [50] Frisch U., Lesieur M., Sulem P.L. Crossover dimensions for fully developed turbulence. 1976. *Phys. Rev. Lett.* **37**, pp. 895-897
- [51] Pouquet A., Frisch U., Léorat J. Strong MHD turbulence and the non linear dynamo problem. 1976. *J. Fluid Mech.* **77**, pp. 321-354.
- [52] Frisch U. Fully developed turbulence, intermittency and magnetic fields. 1977. *Problems of stellar convection*, eds. Spiegel, Zahn. *Lecture Notes in Physics*, **71**, pp. 325-336, Springer.
- [53] Sulem, P.-L. and Frisch U. Does MHD turbulence at low magnetic Reynolds number become two-dimensional in the presence of a strong magnetic field? 1976, EUROMECH 70 "Liquid metal magnetohydrodynamics with strong magnetic fields", Grenoble 16-19 March 1976, unpublished.
- [54] Frisch U., Frisch H. Non LTE transfer III. Asymptotic expansion for $\epsilon \rightarrow 0$. 1977. *Monthly Notices R. Astron. Soc.*, **181**, pp. 273-280.
- [55] Frisch U. Les fermetures à deux points en turbulence développée : possibilités et limites. 1977. *Compte-Rendu III Congrès de Mécanique de Grenoble.*
- [56] Sulem P.L., Fournier J.D., Frisch U., and Rose H., Cross-over dimensions for fully developed turbulence. 1977. In Proceedings Statphys 13, D. Cabib, Charles G. Kuper and I. Riess eds., *Annals of the Israel Phys. Soc.* **2**, 764-767.
- [57] Frisch U. Techniques de fermeture en turbulence fluide et plasma, 1977 *J. Phys.* **38** p. 225.

- [58] Frisch U. and André J.C. The velocity vector potential and one-point closures. Unpublished report, 4 pages, Observatoire de Nice, May 1977.
- [59] Fournier J.D., Frisch U., Rose H. Infinite-dimensional turbulence. 1978. *J. Phys. A*, **11**, pp. 187-198.
- [60] Fournier J.D., Frisch U., d-dimensional turbulence. 1978. *Phys. Rev. A*, **17**, pp. 747-762.
- [61] Frisch U. Les objets fractals (en turbulence). 1978. *La Recherche*, January, p. 12.
- [62] Bell T.L., Frisch U., Frisch H. Renormalization group approach to noncoherent radiative transfer. 1978. *Phys. Rev. A*, **17**, pp. 1049-1057.
- [63] Frisch U., Sulem P.L., Nelkin M. A simple dynamical model of intermittent fully developed turbulence. 1978. *J. Fluid Mech.* **87**, pp. 719-736. Reproduit dans *Selected Papers in Physics* **208**, pp. 173-190, Physical Society of Japan.
- [64] Léorat J., Frisch U. and Pouquet A., 1980, Generation of magnetic fields at high magnetic Reynolds numbers in a turbulent conducting fluid, in "MHD flows and turbulence II", Proceed. of the second BeerSheva Intern. Seminar 1978, H. Branover and A. Yakhot, eds., pp. 319-322, Israel Univ. Press.
- [65] Bardos C., Penel P., Frisch U., Sulem P.L. Modified dissipativity for a non-linear evolution equation arising in turbulence. 1979. *Arch. Ration. Mech. Anal.* **71**, pp. 237-256.
- [66] Lesieur M., André J.C., Chollet J.P., Frisch U., Larchevêque M., Schertzer D. The eddy-damped quasi-normal Markovian approximation applied to three-dimensional fully developed turbulence. 1979, *Symposium on Turbulent Shear Flows*, pp. 11.19-11.21.
- [67] Alemany A., Moreau R., Sulem P.L., Frisch U. Influence of an external magnetic field on homogeneous MHD turbulence 1979. *J. Mec.*, **18**, pp. 277-313.
- [68] Sulem C., Fournier J.D., Frisch U., Sulem P.L. Remarques sur un modèle unidimensionnel pour la turbulence magnétohydrodynamique. 1979. *C.R. Acad. Sci.* **288**, pp. 571-573.
- [69] Sulem C., Sulem P.L., Bardos C., Frisch U. Sur l'instabilité de Kelvin-Helmholtz à trois dimensions. 1980. *C.R. Acad. Sci.* **291**, pp. 677-679.
- [70] Léorat J., Pouquet A., Frisch U. Turbulence MHD développée et génération de champ magnétique. 1980. *J. Phys.* **3**, pp. 359-369.
- [71] Frisch U. Modern theory of turbulence, 1979, Harvard, unpublished lecture notes, 108 pages.
- [72] Frisch U., Lesieur M., Schertzer D. 1980 Comments on the quasi-normal Markovian approximation for fully-developed turbulence. *J. Fluid Mech.* **97**, pp. 181-192.
- [73] Frisch U. Fully developed turbulence and intermittency. 1980. *N.Y. Acad. Sci.* **353**, pp. 359-367.
- [74] Morf R.H., Orszag S.A., Frisch U. Spontaneous singularity in three-dimensional, inviscid, incompressible flow. 1980. *Phys. Rev. Lett.* **44**, pp. 572-575.
- [75] Carnevale G.F., Frisch U., Salmon R. H theorems in statistical fluid dynamics. 1981. *J. Phys. A*, **14**, pp. 1701-1718.
- [76] Morf R.H., Orszag S.A., Meiron D.I., Frisch U., Meneguzzi U. Analytic structure of high Reynolds number flows. 1981. *7th International Conference on Numerical Methods in Fluid Dynamica*, 23-27 June, Stanford USA. *Lect. Notes Phys.* **141** pp. 292-296, Springer.
- [77] Sulem C., Sulem P.L., Bardos C., Frisch U. Finite time analyticity for the two and three-dimensional Kelvin-Helmholtz instability. 1981 *Commun. Math. Phys.* **80**, pp. 485-516.
- [78] Frisch U., Léorat J., Meneguzzi M. and Pouquet A., Turbulence et champs magnétiques, 1981, *Images de la physique 1980-1981*, supplém. Courrier du CNRS **39**, pp.27-30.
- [79] Frisch U., "La turbulence" dans *La Matière Aujourd'hui*, pp. 184-195, Éditions du Seuil (1981).
- [80] Meneguzzi M., Frisch U., Pouquet A. Helical and nonhelical turbulent dynamos. 1981. *Phys. Rev. Lett.* **47**, pp. 1060-1064.
- [81] Léorat J., Pouquet A., Frisch U. Fully developed MHD turbulence near critical magnetic Reynolds number. 1981. *J. Fluid Mech.* **104**, pp. 419-443.
- [82] Frisch U., Morf R. Intermittency in nonlinear dynamics and singularities at complex times. 1981. *Phys. Rev. A*, **23**, pp. 2673-2705.
- [83] Frisch H., Frisch U. A method of Cauchy integral equation for non-coherent transfer in half-space. 1982. *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer*, **28**, pp. 361-375.
- [84] Grappin R., Frisch U., Léorat J., Pouquet A. Alfvénic fluctuation as asymptotic states of MHD turbulence. 1982. *Astron. Astrophys.*, **105**, pp. 6-14.
- [85] Léorat J., Grappin R., Pouquet A., Frisch U. Turbulence and magnetic fields. 1983, in *Stellar and Planetary Magnetism*, A.M. Soward ed. pp. 67-79, Gordon and Breach.
- [86] Gautero J.L., Frisch U. Tests numériques des théorie B.K.W. complexes pour la rétrodiffusion des ondes ultracourtes. 1983. *C.R. Acad. Sci.* **296**, pp. 1025-1028.
- [87] Frisch U. The Taylor-Green vortex: fully developed turbulence and transition to spatial chaos. 1983. *Dynamical Systems and Chaos*. Proc. of the 1982 Sitges Conference on Statistical Mechanics, Lecture Notes in Physics **179** pp. 257-259.
- [88] Brachet M., Meiron D.I., Orszag S.A., Nickel B.G., Morf R.H., Frisch U. Small-scale structure of the Taylor-Green vortex. 1983. *J. Fluid Mech.* **130**, pp. 411-452.

- [89] Fournier J.D., Frisch U. Remarks on the renormalization group in statistical fluid dynamics. 1983. *Phys. Rev. A*, **28**, pp. 1000-1002.
- [90] Pouquet A., Frisch U., Chollet J.P. Turbulence with a spectral gap. 1983. *Phys. Fluids*, **26**, pp. 877-880.
- [91] Frisch U. Fully developed turbulence and singularities, in *Chaotic behaviour of deterministic systems, Les Houches 1981* G. Iooss, R. Helleman and R. Stora, eds., pp. 665-704, North Holland (1983).
- [92] Fournier J.D., Frisch U. L'équation de Burgers déterministe et statistique. 1983. *J. Méc. Théor. Appl.* **2**, pp. 699-750.
- [93] Frisch U., Pouquet A., Sulem P.L., Meneguzzi M. The dynamics of two-dimensional ideal MHD. 1983. *J. Méc. Théor. Appl.* special supplement on *Two-dimensional turbulence*, pp. 191-216.
- [94] Frisch U., Pouquet A., Meneguzzi M. Helical and non-helical dynamos, 1983 in IAU Sympos. *Solar magnetic fields: origins and coronal effects*, J.O. Stenflo, ed., p. 271.
- [95] The analytic structure of turbulent flows, in *Proceed. Chaos and statistical methods*, Sept. 1983, Kyoto, Y. Kuramoto, ed., Springer Series in Synergetics Volume 24, pp. 211-220, Springer (1984).
- [96] Frisch U., Turbulence et superordinateurs, 1984 *Bull. Soc. Franco-Japonaise Sci. Pures et Appl.* **39**, pp. 1-8 (japonais), pp. 9-18 (français).
- [97] Galloway D., Frisch U. A numerical investigation of magnetic generation in a flow with chaotic streamlines. 1984. *Geophys. Astrophys. Fluid Dyn.*, **29**, pp. 13-18.
- [98] Pouquet A., Meneguzzi M., Frisch U., Sulem P.L. Numerical simulation of magnetohydrodynamic turbulence. *Turbulence and Chaotic Phenomena in Fluids*, Proc. of the 1983 IUTAM Symposium, Kyoto, Japan, pp. 501-503, North-Holland (1984).
- [99] Frisch U. and Galloway D., Book review of "Magnetic fields in astrophysics" by B. Zeldovich, A. Ruzmaikin and D. Sokoloff, 1984 *Geophys. Astrophys. Fluid Dynamics* **29**, pp. 366-368.
- [100] Brachet M.E., Meiron D., Orszag S., Nickel B., Morf R., Frisch U. The Taylor-Green Vortex and fully developed turbulence. 1984. *J. Stat. Phys.* **34**, pp. 1049-1063.
- [101] Frisch U., Sulem P.L. Numerical simulation of the inverse cascade in two-dimensional turbulence. 1984. *Phys. Fluids*, **27**, pp. 1921-1923. Erratum **28**, 438 (1985).
- [102] Frisch U. Numerical simulation of fully developed turbulence and the appearance of spatial chaos. *Turbulence and Chaotic Phenomena in Fluids*, Proc. of the 1983 IUTAM Symposium, Kyoto, Japan, p. 301, North-Holland (1984).
- [103] Frisch U., Gautero J.L. Backscattering and localization of high-frequency waves in a one-dimensional random medium. 1984. *J. Math. Phys.* **25**, pp. 1378-1381.
- [104] M. Farge and U. Frisch, La simulation de la turbulence bidimensionnelle, *Centre de Calcul Vectoriel pour la Recherche*, M. Farge ed., pp. 60-61 (1984).
- [105] Frisch U., She Z.S., Thual O. Elasticity of flame fronts and numerical experiments. 1985. *Lect. Notes Phys.* **241**, pp. 234-236.
- [106] Thual O., Frisch U., Henon M. Application of pole decomposition to an equation governing the dynamics of wrinkled flame fronts, in *Numerical simulation of combustion phenomena, INRIA-Sophia-Antipolis, May 21-24, 1985*, R. Glowinsky, B. Larrouturou and R. Temam, eds., *Lect. Notes Phys.* **241**, pp. 389-390, Springer (1985).
- [107] Frisch U. Où en est la turbulence développée? 1985. *Physica Scripta* **T9** pp. 137-146. English translation, Fully developed turbulence; where do we stand?, in *Dynamical systems, a renewal of mechanism*, S. Diner, D. Fargue, G. Lochak, eds., pp. 13-28, World Scientific (1986).
- [108] Frisch U. Fully developed turbulence and intermittency, 1985 in *Proceed. Turbulence and predictability in geophysical fluid dynamics and climate dynamics*, Varenna, 1983, M. Ghil, R. Benzi and G. Parisi, eds., pp. 71-84.
- [109] Parisi G. and Frisch U. On the singularity structure of fully developed turbulence, 1985, in *Proceed. Turbulence and predictability in geophysical fluid dynamics and climate dynamics*, Varenna, 1983, M. Ghil, R. Benzi and G. Parisi, eds., pp. 84-87.
- [110] Sulem P.L., Frisch U., Pouquet A., Meneguzzi M. On the exponential flattening of current sheet near neutral X-points in two-dimensional ideal MHD flow. 1985. *J. Plasma Phys.* **33**, pp. 191-198.
- [111] Thual O., Frisch U., Henon M. Application of pole decomposition to an equation governing the dynamics of wrinkled flame fronts. 1985. *J. Phys.* **46**, pp. 1485-1494.
- [112] S. Kida, M.E. Brachet and U. Frisch, The detailed structure of pre-shocks in Burgers model, unpublished report (1985), 41 pages.
- [113] She Z.S., Frisch U. and Thual O., Homogenization and viscoelasticity of turbulence, 1985 in *Proceed. "Macroscopic Modelling of Turbulent Flows"*, *Lect. Notes in Phys.* **230**, pp. 36-48.
- [114] U. Frisch and D. Galloway, Turbulence, chaos et génération de champ magnétique, in *Dynamique des fluides astrophysiques et géophysiques, Congrès national de la Soc. Franç. Phys.*,

- Nice, *Septembre 9-13, 1985*, also in *Geophysical fluid dynamics, Proceedings Woods Hole 1985*, G. Veronis and L. Hudon, eds., pp. 105-107 (1985).
- [115] O. Thual and U. Frisch, Natural boundary in the Kuramoto model, in *Combustion and non-linear phenomena, Les Houches, March 1-15, 1984*, P. Clavin, B. Larrouturou and P. Pelce eds., pp. 327-336 (1986).
- [116] Frisch U., Hasslacher B., Pomeau Y. Lattice-gas automata for the Navier-Stokes equation. 1986. *Phys. Rev. Lett.*, **56**, pp. 1505-1508.
- [117] Dombre T., Frisch U., Greene J.M., Henon M., Mehr A., Soward A.M. Chaotic streamlines in the ABC flows. 1986. *J. Fluid Mech.* **167**, pp. 353-391.
- [118] Rivet J.P., Frisch U. Automate sur gaz de réseau dans l'approximation de Boltzmann. 1986. *C.R. Acad. Sci.* **302**, pp. 262-272.
- [119] Pouquet A., Meneguzzi M., Frisch U. Growth of correlations in magnetohydrodynamic turbulence. 1986. *Phys. Rev.A* **33**, pp. 4266-4276.
- [120] Frisch U., Rivet J.P. Lattice gas hydrodynamics: Green-Kubo formula. 1986. *C.R. Acad. Sci. Ser. II*, **303**, pp. 1065-1068.
- [121] d'Humières D., Lallemand P., Frisch U. Lattice gas models for 3D hydrodynamics. 1986. *Europhys. Lett.* **2**, pp. 291-297.
- [122] Galloway D., Frisch U. Dynamo action in a family of flows with chaotic streamlines. 1986. *Geophys. Astrophys. Fluid Dyn.* **36**, pp. 53-83.
- [123] Frisch U., She Z.S., Thual O. Viscoelastic behaviour of cellular solutions to the Kuramoto-Sivashinsky model. 1986. *J. Fluid Mech.* **168**, pp. 221-240.
- [124] Frisch U., Turbulence incompressible bi-dimensionnelle, in *Traitement et visualisation des simulations numériques en mécanique des fluides*, 1986 DRET 82/522 final report, pp. 3-6.
- [125] Galloway D and Frisch, U. A note on the stability of a of a family of space-periodic Beltrami flows. 1987. *J. Fluid Mech.*, **180**, pp. 557-564.
- [126] Frisch U., She Z.S., Sulem P.L. Large scale flow driven by the anisotropic kinetic Alpha effect. 1987. *Physica D*, **28**, pp. 382-392.
- [127] Frisch U., d'Humieres D., Hasslacher B., Lallemand P., Pomeau Y., Rivet J.P. Lattice gas hydrodynamics in two and three dimensions. 1987. *Complex Systems*, **1**, pp. 649-707. Reprinted in *Lattice Gas Methods for Partial Differential Equations*, G. Doolen, U. Frisch, B. Hasslacher, S. Orszag and S. Wolfram eds. pp. 77-135, Addison-Wesley 1990.
- [128] V. Yakhot, S.A. Orszag, R. Panda, U. Frisch and R. Kraichnan, Weak interactions and local order in strong turbulence, unpublished report (1987), 14 pages.
- [129] Frisch U. Une nouvelle stratégie pour l'hydrodynamique: les réseaux d'automates. 1988. *J. Astron. Franç.* **32**, pp. 17-20.
- [130] J.-P. Rivet, M. Hénon, U. Frisch, and D. d'Humières, Simulating fully three-dimensional external flow by lattice gas methods, *Europhys. Lett.* **7**, pp. 231-236 (1988).
- [131] A. Gilbert, U. Frisch et A. Pouquet, Helicity is unnecessary for alpha-effect dynamos, but it helps, *Geophys. Astrophys. Fluid Dynam.* **42**, 151-161 (1988).
- [132] U. Frisch, Z.S. She and P.L. Sulem, Large-scale flow driven by the AKA effect: nonlinear regime, in *Current trends in turbulence research*, H. Branover, M. Mond and Y. Unger eds., *Progress Astronaut. Aeronaut.* **112**, pp. 262-269 (1988).
- [133] U. Frisch, H. Scholl, Z.S. She and P.L. Sulem, A new large-scale instability in three-dimensional incompressible flows lacking parity-invariance, *Fluid Dyn. Res.* **3**, pp. 295-298 (1988).
- [134] U. Frisch, Lectures on turbulence and lattice gas hydrodynamics, in *Lecture Notes on Turbulence, NCAR-GTP Summer School June 1987*, J.R. Herring and J.C. McWilliams eds., pp. 219-371, World Scientific (1989).
- [135] U. Frisch, A new strategy for hydrodynamics-lattice gases, pp. 313-321 in *Advances in turbulence 2, Berlin, Aug. 30-Sept. 2, 1988*, eds. H.H. Fernholz and H.E. Fiedler, (Springer, 1989). Also in *Whither turbulence? Turbulence at the crossroads*, J.L. Lumley, ed., *Lect. Notes in Phys.* **357**, pp. 81-83.
- [136] Frisch U., Turbulence and CFD, 1989 *SUURI-KAGAKU*, July 1989, pp. 8-9 (in Japanese).
- [137] F. Argoul, A. Arnéodo, G. Grasseau, Y. Gagne, E. Hopfinger and U. Frisch, Wavelet analysis of turbulence reveals the multifractal nature of the Richardson cascade, *Nature* **338**, pp. 51-53 (1989).
- [138] H. Scholl, P.L. Sulem, Z.S. She and U. Frisch, On the possibility of an inverse cascade in three-dimensional flows lacking parity-invariance, in *Advances in turbulence 2*, H.H. Fernholtz and H.E. Fiedler eds., pp. 69-71, Springer (1989).
- [139] P.L. Sulem, Z.S. She, H. Scholl and U. Frisch, Generation of large-scale structures in three-dimensional flow lacking parity-invariance, *J. Fluid Mech.* **205**, 341-358 (1989).
- [140] Y. Pomeau, E. Siggia and U. Frisch, review of *Nonlinear Physics: from the Pendulum to Turbulence and Chaos by R.Z. Sagdeev, D.A. Usikov and G.M. Zaslavsky*, *Physics Today*, April 1989, 61-62.

- [141] Y. Gagne, E. Hopfinger et U. Frisch, A new universal scaling for fully developed turbulence: the distribution of velocity increments, in *New Trends in Nonlinear Dynamics and Pattern-Forming Phenomena*; Cargèse, August 1988, P. Huerre and P. Coulet eds., NATO ASI series **237**, pp. 315-319 (Plenum, 1990).
- [142] P.L. Sulem, U. Frisch, H. Scholl and Z.S. She, Generation of large-scale structures in a three-dimensional flow lacking parity invariance, in *New Trends in Nonlinear Dynamics and Pattern-Forming Phenomena*; Cargèse, August 1988, P. Huerre and P. Coulet eds., eds., NATO ASI series **237**, pp. 313-314 Plenum (1990).
- [143] B. Dubrulle, U. Frisch, M. Hénon, and J.P. Rivet, Low viscosity lattice gases, 1990 *J. Stat. Phys.*, **59**, pp. 1187-1226.
- [144] S. Childress, P. Collet, U. Frisch, A.D. Gilbert, H.K. Moffatt et G.M. Zaslavsky, Small-diffusivity dynamos and dynamical systems, 1990 *Geophys. Astrophys. Fluid Dynam.* **52** pp. 263-270.
- [145] U. Frisch and S.A. Orszag, Turbulence: Challenges for theory and experiments, *Phys. Today*, pp. 24-32, January 1990.
- [146] E. Bacry, A. Arnéodo, U. Frisch, Y. Gagne et E. Hopfinger, Wavelet analysis of fully developed turbulence data and measurement of scaling exponents, 1991 "Turbulence and Coherent Structures", O. Métais and M. Lesieur eds., selected papers from *Turbulence 89: organized structures and turbulence in fluid mechanics*, Grenoble, 18-21 Septembre 1989, pp. 203-215, Kluwer.
- [147] U. Frisch, Turbulence: défis théoriques et expérimentaux, *intervention au Carrefour des Sciences CNRS, Atelier "L'ordre dans le désordre (le chaos)", Palais de l'Unesco, 13 Février 1990*, unpublished report (1990), 4 pages.
- [148] U. Frisch, H. Scholl, Z.S. She and P.L. Sulem, Generation of large-scale structures by anisotropic kinetic alpha effect, in *Turbulence and nonlinear dynamics in MHD flows*, M Meneguzzi, A. Pouquet and P.L. Sulem eds., pp. 271-276, Delta Series, North Holland (1989).
- [149] U. Frisch, Relation between the lattice Boltzmann equation and the Navier-Stokes equations, 1991 in *Lattice Gas Methods for PDE's (Los Alamos, September 6-9, 1989)*, G. Doolen, ed.; *Physica D* **47**, pp. 231-232.
- [150] B. Dubrulle, U. Frisch, M. Hénon and J.P. Rivet, Low viscosity lattice gases, 1991 in *NATO Advanced Workshop on Lattice Gas Methods for PDE's, Los Alamos, 6-9 september 1989*, *Physica D***47**, pp. 27-29.
- [151] B. Dubrulle and U. Frisch, The eddy-viscosity of parity-invariant flow, 1991 *Phys. Rev.* **A43**, pp. 5355-5364.
- [152] Frisch U. and Vergassola M. A prediction of the multifractal model: the intermediate dissipation range, 1991 *Europhys. Lett* **14** pp. 439-444.
- [153] Vergassola M. and Frisch U. New results on the fine scale structure of fully developed turbulence, 1991 *Lect. Notes in Phys.* **392**, 312.
- [154] Frisch U. From global (Kolmogorov 1941) scaling to local (multifractal) scaling in fully developed turbulence, 1991 *Proc. Roy. Soc. London* **A434**, pp. 89-99.
- [155] Bacry E., Arneodo A., Frisch U., Gagne Y. et Hopfinger E. Analyse en ondelettes de la turbulence pleinement développée, 1991 *Comptes Rendus Journées Science et Défense 90*, pp. 182-195, Dunod.
- [156] Frisch U. and She Z.S. On the probability density function of velocity gradients in fully developed turbulence, 1991 *Fluid Dynam. Research* **8**, pp. 139-142.
- [157] Frisch U. "After dinner talk (botany)", presented at the *First European Fluid Dynamics Conference*, Cambridge, U.K., 16-20 September 1991.
- [158] Vergassola M. and Frisch U. Wavelet transforms of self-similar processes, 1991 *Physica D* **54**, pp. 58-64.
- [159] Gama S., Frisch, U. and Scholl, H. The 2-D Navier-Stokes equations with a large-scale instability of the Kuramoto-Sivashinsky type: numerical exploration on the Connection Machine, 1991 *J. Sci. Comp.* **6**, pp. 425-452.
- [160] Aurell E., Frisch U., Lutsko J. and Vergassola M. On the multifractal properties of the energy dissipation derived from turbulence data, 1992 *J. Fluid Mech.* **238**, pp. 467-486.
- [161] She Z.S., Aurell, E. and Frisch, U. The inviscid Burgers equation with initial conditions of Brownian type, 1992 *Comm. Math. Phys.* **148**, pp. 623-641.
- [162] Gama, S., Frisch, U. et Scholl, H. Concentrations de vorticit  dans les  coulements bidimensionnels, 1993 *Bull. Liaison Rech. Inform. Autom.* **141**, pp. 2-5. Also in *Revue Sci. et Techn. D f.* **4** pp. 55-58 (1993).
- [163] Gama, S. et Frisch, U. Local helicity, a material invariant for the odd-dimensional Euler equations, 1993 *Proceed. NATO-ASI: Theory of Solar and Planetary Dynamos*, Cambridge, 20th September-2 October 1992, M.R.E. Proctor, P.C. Mathews and A.M. Rucklidge eds., pp. 115-119, Cambridge University Press.

- [164] Gama, S. et Frisch, U. Simulations of two-dimensional turbulence on the Connection Machine, 1993 *Advances in Turbulence IV*, ed. F.T.M. Nieuwstadt *Appl. Sci. Res.* **51**, pp. 105-108.
- [165] Vergassola, M., Gama, S. et Frisch, U. 1993 Proving the existence of negative isotropic eddy viscosity, Proceed NATO-ASI: Solar and Planetary Dynamos, Cambridge, 20th September-2 October 1992, M.R.E. Proctor, P.C. Mathews and A.M. Rucklidge eds., pp. 321-327, Cambridge University Press.
- [166] Boon, J.P., Frisch, U. et d’Humières, D. L’Hydrodynamique modélisée sur Réseaux, 1993 *La Recherche* **24**, pp. 391-399.
- [167] Pisarenko, D., Biferale, L., Courvoisier, D., Frisch, U. et Vergassola, M., Further results on multifractality in shell models, 1993 *Phys. Fluids A* **5**, 2533-2538.
- [168] Gilbert, A.D., Froeschlé, C., and Frisch U. Wavelet analysis of the standard map: structure and scaling, 1993 *Celest. Mech. and Dynam. Astron.* **56**, 263-272.
- [169] Frisch, U. in “New Approaches and Concepts in Turbulence”, Proceed. of Monte Verita 1991 Colloquium, pp. 416-420 (also pp. 113, 117), eds. Th. Dracos and A. Tsinober, Birkhäuser 1993.
- [170] Frisch, U. “Kolmogorov, Landau and turbulence”, *Uspekhi Mat. Nauk.* Proceed. of “Kolmogorov and modern mathematics”, Euler Institute, St. Petersburg, June 1-10, 1993. Exists only in handwritten scanned version as frischKolmNinety93.pdf.
- [171] Gama, S., Vergassola, M. et Frisch, U. Negative eddy-viscosity in isotropically forced two-dimensional flow: linear and nonlinear dynamics, 1994 *J. Fluid Mech.* **260**, pp. 95-126.
- [172] Vergassola, M. Dubrulle, B., Frisch, U. and Noullez, A. Burgers’ equation, Devil’s staircases and the mass distribution for large-scale structures, 1994 *Astron. Astrophys.* **289**, pp. 325-356.
- [173] Biferale, L., Blank, M. and Frisch, U. Chaotic cascades with Kolmogorov 1941 scaling 1994 *J. Stat. Phys.* **75**, 781-795.
- [174] Frisch, U. Intermittency (Random cascade models, multifractality and large deviations), in “Turbulence: A Tentative Dictionary” Proceed. “Turbulence, Weak and Strong”, Cargèse August 1993, eds. P. Tabeling and O. Cardoso, pp. 39-44, 1995 Plenum.
- [175] Wirth, A., Gama, S. and Frisch, U. Eddy viscosity of three-dimensional flow, 1995 *J. Fluid Mech.* **288**, 249-264.
- [176] Dubrulle, B., Frisch, U., Noullez, A. and Vergassola, M. The mass function in the adhesion model, in “Clusters of Galaxies”, Morion 94, edited by F. Durret, A. Mazure and J. Tran Thanh van, editions frontieres, pp. 259-263 (1994).
- [177] Frisch, U. and Frisch, H. Universality of Escape from a half-space for Symmetrical Random Walks, 1995 in “Lévy flights and Related Phenomena in Physics”, ed. M. Shlesinger, G. Zaslavsky and U. Frisch, Lecture Notes in Physics, **450**, 262-268.
- [178] Wirth, A., Gama, S. and Frisch, U. Eddy viscosity of three-dimensional flow, 1995 in *Advances in Turbulence V*, Proceedings Fifth European Turbulence Conference, ed. R. Benzi, pp. 565-568 Kluwer.
- [179] Gama, S., Vergassola, M. and Frisch, U. Two-dimensional isotropic negative eddy viscosity: a common phenomenon 1995 in *Advances in Turbulence V*, Proceedings Fifth European Turbulence Conference, ed. R. Benzi, pp. 151-155, Kluwer.
- [180] Frisch, U., Legras, B. and Villone, B. Large-scale dynamics of the Kolmogorov flow on the beta-plane, 1995, in *Advances in Turbulence V*, Proceedings Fifth European Turbulence Conference, ed. R. Benzi, pp. 138-140 Kluwer.
- [181] Frisch, U., Legras, B. and Villone, B. 1996 Large-scale Kolmogorov flow on the beta-plane and resonant wave interactions, *Physica D***94**, 36-56.
- [182] Frisch, U. 1995 *Turbulence: the Legacy of A.N. Kolmogorov*, 300 pp Cambridge University Press ISBN 0 521 45713 0 (new printings 1996 and 1998). Traduction russe du tirage 1998 (version révisée) *Turbulentnost: Nasledie A. N. Kolmogorova*, Phasis.
- [183] Frisch, U., Legras, B. and Villone, B. Large-scale Kolmogorov flow on the beta-plane, resonant wave interactions and scale selection, 1996 in *Advances in Turbulence VI*, Proceedings Sixth European Turbulence Conference, eds. S. Gavrilakis, L. Machiels & P. Monkiewicz, pp. 335-336, Kluwer.
- [184] Frisch, U. and Wirth, A. 1996. Inertial-diffusive range for a passive scalar advected by a white-in-time velocity field, *Europhys. Lett.*, **35** 683-687.
- [185] Frisch, U. and Wirth, A. 1997. Intermittency of passive scalars in delta-correlated flow: introduction to recent work, in Proceedings of *Turbulence Modeling and Vortex Dynamics*, Istanbul, Turkey, 2-6 September, 1996. *Springer Lect. Notes Phys.* **491**, eds. O. Boratav, A. Eden and A. Erzan, 53-64.
- [186] Frisch, U. and Sornette, D., 1997. Extreme deviations and applications, *J. Physique I* (France), **7**, 1155-1171. <http://xxx.lanl.gov/abs/cond-mat/9705132>
- [187] Villone, B. and Frisch, U. 1997. Alcune note storiche sulla turbolenza, *Quaderno di Storia della Fisica* **1**, 81-87.

- [188] Aurell, E., Frisch, U., Noullez, A. and Blank, M. 1997. Bifractality of the Devil's staircase appearing the Burgers equation with Brownian initial velocity, *J. Stat. Phys.* **88**, 1151–1164.
- [189] Noullez, A., Wallace, G., Lempert, W., Miles, R.B. and Frisch, U. 1997. Transverse velocity increments in turbulent flow using the RELIEF technique, *J. Fluid Mech.* **339**, 287–307.
- [190] Noullez, A., Frisch, U., Wallace, G., Lempert, W., Miles, R.B. 1998. Transverse structure in turbulent flow using the RELIEF technique, *Advances in Turbulence VII*, Proceedings Seventh European Turbulence Conference, ed. U. Frisch, pp. 51–54, Kluwer (1998).
- [191] Gurbatov, S.N., Simdyankin, S.I., Aurell, E., Frisch, U., and Tóth, G. 1997. On the decay of Burgers turbulence, *J. Fluid Mech.* **344**, 339–374.
- [192] Frisch, U. Is there finite-time blow-up in 3-D Euler flow? *Curr. Dev. Math.* (1997), 125–128.
- [193] Frisch, U., Mazzino, A. and Vergassola, M. 1998. Intermittency in passive scalar advection, *Phys. Rev. Lett.* **80**, 5532–5535 (cond-mat/9802192)
- [194] Gurbatov, S. and Frisch, U. 1998. On self-similar evolution for multi-dimensional Burgers turbulence, In *Advances in Turbulence VII*, Proceedings Seventh European Turbulence Conference, ed. U. Frisch, pp. 387–390, Kluwer.
- [195] Frisch, U., Mazzino, A. and Vergassola, M. 1999. Lagrangian dynamics and high-order moments intermittency in passive scalar advection. *Phys. Chem. Earth.* **B24**, 945–951.
- [196] Villone, B., Frisch, U. and Legras, B. 1998. Inverse Cascade and Rossby Waves in the Kolmogorov Flow on the Beta-Plane. In *Advances in Turbulence VII*, Proceedings Seventh European Turbulence Conference, ed. U. Frisch, pp. 457–460, Kluwer.
- [197] Frisch, U. 1998 *Advances in Turbulence VII*, Proceedings Seventh European Turbulence Conference, edited by U. Frisch, 613 pages, Kluwer (ISBN 0-7923-5115-0). Not available in electronic form.
- [198] Frisch, U., Mazzino, A., Noullez, A. and Vergassola, M. 1999 Lagrangian method for multiple correlations in passive scalar advection, *Phys. Fluids* **11**, 2178-2186. Also cond-mat/9810074.
- [199] Legras, B., Villone, B. and Frisch, U. 1999 Dispersive stabilization of the inverse cascade for the Kolmogorov flow, *Phys. Rev. Lett.* **82**, 4440–4443 (cond-mat/9812177).
- [200] Bec, J. and Frisch, U. 2000 Probability Distribution Functions of Derivatives and Increments for Decaying Burgers Turbulence, *Phys. Rev. E* **61**, 1395–1402. e-print: cond-mat/9906047.
- [201] Frisch, U. 1999 Turbulence nears a final answer *Physics World* **12**, December 1999 issue, p. 53. Version française “Tourbillonnez, turbulences!” *CNRS Info*, spécial mathématique, mai 2000, 27–28.
- [202] Bec, J., Frisch, U. and Khanin, K. 2000 Kicked Burgers Turbulence, *J. Fluid Mech.* **416**, 239–267 (chao-dyn/9910001).
- [203] Frisch, U., Bec, J. and Villone, B., 2001 Singularities and the distribution of density in the Burgers/adhesion model, *Physica D*, **152-153**, 620–635 (cond-mat/9912110).
- [204] Bec, J., Frisch, U., Khanin, K. and Villone B., 2000 A universal law for tails of density pdf's in multi-dimensional Burgers turbulence, *Advances in Turbulence VIII*, Proceedings Eighth European Turbulence Conference, pp. 851–854, C. Dopazo et al., eds., CIMNE, Barcelona. astro-ph/0101298.
- [205] Chaves M., Eyink G., Frisch U. and Vergassola M., 2001 Universal decay of scalar turbulence, *Phys. Rev. Lett.* **86**, 2305-2308 (nlin.CD/0010011).
- [206] Frisch, U., 2001, “La Turbulence”, *Université de Tous les Savoirs*, vol. 4 *Qu'est-ce que l'Univers?*, sous la direction de Y. Michaud, pp. 130–140, Odile Jacob. <http://www.obs-nice.fr/etc7/utls>
- [207] 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. (nlin.CD/0012005)
- [208] Frisch, U. and Bec, J., 2001, “Burgulence”, in *Les Houches 2000: New Trends in Turbulence*, M. Lesieur, A. Yaglom and F. David, eds., pp. 341–383, Springer EDP-Sciences. (nlin.CD/0012033).
- [209] Frisch, U. and Matsumoto, T. On multifractality and fractional derivatives, *J. Stat. Phys.* **108**, 1181–1202 (2002). (nlin.CD/0107057).
- [210] Frisch, U., Matarrese, S., Mohayae, R. and Sobolevski, A. A reconstruction of the initial conditions of the Universe by optimal mass transportation, *Nature* **417**, 260–262 (16 May 2002). (astro-ph/0109483).
- [211] Matsumoto, T. and Frisch, U. A new method for analyzing multifractal data, *Advances in Turbulence IX*, Proceedings Ninth European Turbulence Conference, I.P. Castro and P.E. Hancock, eds. CIMNE, Barcelona, pp. 745–748 (2002).
- [212] Frisch, U. and Mineev-Weinstein, M., 2003 Extension of the Pole Decomposition for the Multidimensional Burgers Equation, *Phys. Rev. E* **67**, 067301 (1-3) (nlin.CD/0205049).
- [213] Frisch, U., Matsumoto, T. and Bec, J., Singularities of Euler flow? Not out of the blue!, *J. Stat. Phys.* **113**, 761–781 (2003). (nlin.CD/0209059)
- [214] Frisch, U. and Benzi, R., *Turbolenza*, Storia della Scienza, Sandro Petruccioli, Ed., vol. VIII, in press (2002).

- [215] Mohayaee, R., Frisch, U., Matarrese, S and Sobolevskii, A. Reconstruction of the primordial Universe by a Monge–Ampère–Kantorovich optimization scheme, *Astron. Astrophys.* **406**, 393–401 (2003). (astro-ph/0301641).
- [216] Brenier, Y., Frisch, U., Hénon, M., Loeper, G., Matarrese, S., Mohayaee, R. and Sobolevskii, A., Reconstruction of the early Universe as a convex optimization problem, *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **346**, 501-524 (2003). (astro-ph/0304214).
- [217] Frisch, U., Khanin, K. and Matsumoto T., Multifractality of the Feigenbaum attractor and fractional derivatives, *J. Stat. Phys.* **121**, 671–695 (2005). (nlin.CD/0309068).
- [218] Matsumoto, T., Bec, J., Frisch, U., The analytic structure of 2D Euler flow at short times, *Fluid Dyn. Res.*, **36**, pp. 221–237 (2005). (nlin.CD/0310044)
- [219] Frisch, U. Review of “Magnetohydrodynamic Turbulence” by D. Biskamp. *Geophys. Astrophys. Fluid Dyn.*, **98**, 173–174 (2004).
- [220] Mitra, D, Bec, J., Pandit R. and Frisch, U. Is Multiscaling an Artifact in the stochastically forced Burgers equation? *Phys. Rev. Lett.* **94**, 194501 (2005). (nlin.CD/0406049).
- [221] Sobolevskii, A. and Frisch, U. Application of optimal transport theory to reconstruction of the early Universe, in A. M. Vershik, editor, *Proceedings of the L. V. Kantorovich Memorial Conference, St Petersburg, January 2004*, Zapiski Nauchnikh Seminarov POMI vol. 312, pp. 303-309 (2004). English version: *J. Math. Sci.* **133**, 1539–1542 (2006)
- [222] Mohayaee, R., Tully, B. and Frisch, U. Reconstruction of large-scale peculiar velocity fields, Proceedings Cosmology: facts and Problems, Collège de France, Paris, 8-11 June 2004, Eds. J.V. Narlikar and J.-C. Pecker, pp. 123–136, Cambridge University Press (2006). astro-ph/0410063
- [223] Frisch, U., Bec, J. and Aurell, E. 2005 “Locally homogeneous turbulence” Is it an inconsistent framework? *Phys. Fluids* **17**, 081706 (1-4) (nlin.CD/0502046).
- [224] Frisch, U., Martins Afonso, M., Mazzino, A. and Yakhot, V. 2005 Does multifractal theory of turbulence have logarithms in the scaling relations? *J. Fluid Mech.* **542**, 97–103 (nlin.CD/0506003).
- [225] Pauls, W., Matsumoto, T., Frisch, U. and Bec, J. 2006. Nature of complex singularities for the 2D Euler equation, *Physica D* **219**, 40–59 (nlin.CD/0510059).
- [226] Pauls, W. and Frisch, U. 2007. A Borel transform method for locating singularities of Taylor and Fourier series, *J. Stat. Phys.* **127**, 1095–1119 (nlin.CD/0609025).
- [227] Darrigol, O and Frisch, U. 2008, From Newton’s mechanics to Euler’s equations, *Physica D* **237**, 1855–1869. (www.obs-nice.fr/etc7/EE250/texts/darrigol-frisch.pdf)
- [228] Frisch U. 2008 New translation into English of Leonhard Euler’s “Principes généraux du mouvement des fluides” (General principles of the motion of fluids) *Physica D* **237**, 1825–1839. arXiv 0802.2383 [nlin.CD]
- [229] Matsumoto, T., Bec, J. and Frisch, U. 2008, Complex-space singularities of 2D Euler flow in Lagrangian coordinates, *Physica D* **237**, 1951-1955. arXiv:0709.0219 [nlin.CD]
- [230] Grimberg, G., Pauls, W. and Frisch, U. 2008, Genesis of d’Alembert’s paradox and analytical elaboration of the drag problem, *Physica D* **237**, 1878–1886. arXiv:0801.3014 [nlin.CD]
- [231] Frisch, U., Kurien, S., Pandit, R., Pauls, W., Ray, S.S., Wirth, A. and Zhu, J.-Z. 2008, Hyperviscosity, Galerkin truncation and bottlenecks in turbulence, *Phys. Rev. Lett.*, **101**, 144501. arxiv:0803.4269 [nlin.CD]
- [232] Euler Equations: 250 Years On, Proceedings of Conference held in Aussois, June 18–23, 2007, G. Eyink, U. Frisch, R. Moreau and A. Sobolevsky eds, 450 pages *Physica D* **237**, issues 14–17, 2008.
- [233] Bardos, C., Frisch, U., Pauls, W., Ray, S.S. and Titi, E.S. 2010 Entire solutions of hydrodynamical equations with exponential dissipation, *Commun. Math. Phys.* **293**, 519–543. arXiv:0812.0149 [math.AP]
- [234] Zheligovsky, V, Povigina, O. and Frisch, U. 2009 The Monge–Ampère equation: various forms and numerical solution, submitted to *J. Comput. Phys.*. arXiv:0910.1301 [nlin.CD]
- [235] Chakraborty, S, Frisch, U. and Ray, Samriddhi Sankar, 2009 Extended Self Similarity works for the Burgers equation and why, submitted to *J. Fluid Mech.*. arXiv:0912.2406 [nlin.CD]