

Journée de Dynamique des Fluides sur le Plateau

Jeudi 24 Avril 2003

Amphi. Blandin, Bât. 510, Lab. de Physique des Solides,
Université de Paris-Sud

Heure	Noms	Labo	Titre
9h10	Petit déjeuner		
9h25	Introduction		
Milieux granulaires, fronts et stratification			
9h30	S. Courrech du Pont, P. Gondret, M. Rabaud, B. Perrin	FAST	Mesure de profils de vitesses en régime intermittent d'avalanche
Nous mesurons les champs de vitesses dans l'épaisseur coulante de grains, en régime intermittent d'avalanche à l'aide d'un système de PIV.			
9h40	M. Leconte, J. Martin, N. Rakotamalala, D. Salin	FAST	Propagation de front d'onde chimique dans des écoulements laminaires
La réaction autocatalytique entre deux espèces chimiques peut se déplacer comme une onde solitaire issue de l'équilibre entre la diffusion moléculaire et la réaction chimique. L'effet d'un écoulement sur la propagation d'un front chimique est étudié expérimentalement et numériquement. Outre l'observation d'ondes solitaires nous avons délimité deux régimes asymptotiques récemment prédit.			
9h50	M. Henriot, J. Burguete, R. Ribotta	LPS-Orsay	Entrainement et synchronisation d'états spatio-temporels étendus par forçage sélectif
Le forçage sélectif est une méthode particulièrement efficace pour étudier la stabilité et les caractéristiques essentielles d'états linéaires et non linéaires. Cette méthode appliquée depuis les débuts des oscillateurs purement temporels est appliquée ici à des structures ordonnées en géométrie étendue. On détermine ainsi aisément les domaines de stabilité et on peut étudier des couplages de modes quelconques. Le premier effet d'un couplage est le phénomène d'entraînement conduisant au verrouillage de l'état étudié sur le mode de forçage. Un modèle simple basé sur une équation de type Landau-Guinsbourg permet de retrouver numériquement les effets obtenus expérimentalement.			
10h00	Y. Bertho, F. Giorgiutti-Dauphiné, T. Brunet, L. Biver, J-P Hulin	FAST	Effet Janssen dynamique sur des empilements granulaires dans un tube vertical
Nous étudions la distribution des forces dans un empilement granulaire (effet Janssen) en mouvement relatif par rapport à des parois solides. Un empilement de billes de verre est contenu dans un tube vertical et repose à sa partie inférieure sur un piston coulissant sans frottement dans le tube et fixé sur un capteur de force. On mesure l'évolution du poids apparent de l'empilement lorsque le tube est mis en mouvement vers le haut à des vitesses variant entre 100mm/s et 130 mm/s. La mise en mouvement du tube provoque une brusque baisse du poids apparent de l'empilement qui, au contraire de celui de l'empilement statique initial a une valeur limite très reproductible d'une expérience à l'autre et presque indépendante de la vitesse de déplacement. La variation du poids apparent avec la hauteur de l'empilement suit très précisément la loi exponentielle prédite par Janssen. L'arrêt du déplacement provoque généralement une remontée du poids apparent d'autant plus importante que la vitesse est élevée. On discutera enfin l'influence du degré hygrométrique sur la dynamique d'évolution du poids apparent vers la valeur limite et l'amplitude du mouvement des billes pendant le déplacement du tube.			
10h10	R. Godoy-Diana, J.-M. Chomaz	LADHYX	Sélection d'échelle verticale des tourbillons pancake dans un fluide stratifié
Les tourbillons dites pancake sont fréquemment observés dans les écoulements géophysiques et en particulier dans les fluides stratifiés. Ces tourbillons sont appelés quasi-bidimensionnels (Q2D) car ils peuvent être considérés comme une pile de couches bidimensionnelles avec une structure verticale. Ici on présente des expériences de laboratoire avec un dipôle pancake dans un fluide fortement stratifié où l'on a observé deux régimes dynamiques différents selon la valeur d'un nombre de Reynolds modifié par le rapport d'aspect initial du dipôle. La sélection de l'échelle verticale du dipôle semble être régie par l'équilibre entre l'advection horizontale et la diffusion verticale.			
10h20	T. Seon, B. Perrin, D. Salin, J.-P. Hulin	FAST LPS-ENS	Mélange induit par gravité en tubes verticaux et inclinés
Nous analysons par une méthode optique la dynamique du mélange de deux fluides miscibles de densité différente en			

configuration instable dans un tube de grande longueur vertical ou incliné. Aux angles d'inclinaison nuls ou modérés par rapport à la verticale, le profil moyen de concentration est macroscopiquement diffusif avec un coefficient de diffusion augmentant rapidement avec l'angle d'inclinaison et 10^5 fois plus grand que le coefficient de diffusion moléculaire. Aux angles plus élevés, la séparation des deux fluides (dans les zones haute et basse de la section d'écoulement) est plus marquée : on obtient une configuration finale statique caractérisée par un gradient de concentration stabilisant augmentant avec l'inclinaison. Aux angles proches de l'horizontale ($\sim 80^\circ$) l'effet de ségrégation est suffisant pour empêcher le développement d'une instabilité de cisaillement à l'interface entre les fluides.

10h30

Pause-café

Disques Tournants et Rotation

10h50

E. Delisle, L. Martin
Witkowski, J.S. Walker, P. Le
Quéré

LIMSI

Stabilité des écoulements interdisques
exactement contra-rotatifs

Nous étudions la stabilité vis à vis de perturbations axisymétriques des écoulements interdisques exactement contra rotatif dans une gamme de rapport d'aspect R (= rayon des disques / demi-ecart entre les disques) comprise entre environ 10 et l'infini. L'approche est numérique et semi analytique.

11h00

F. Ravelet, L. Marié, F.
Daviaud, A. Chiffaudel

GIT-Saclay

Collision de bifurcations sous-critiques dans
un écoulement de von Karman fortement
turbulent

Dans un écoulement de von Karman très turbulent (Re entre 10^5 et 10^6) entre deux turbines contrarotatives, nous mesurons le champ de vitesse moyen. Nous observons en plus de la solution de von Karman classique qui respecte les symétries du dispositif expérimental, deux solutions miroirs qui brisent la symétrie par rapport au plan médian. Ces trois solutions s'échangent via deux bifurcations sous-critiques qui, selon les conditions limites, peuvent être étudiées séparément ou non.

11h10

C. Nore, M. Tartar, O. Daube,
L. S. Tuckerman

LIMSI

Etude des seuils d'instabilité linéaire de
l'écoulement axisymétrique entre deux disques
en contra-rotation

Nous étudions numériquement les instabilités 3D linéaires de l'écoulement axisymétrique entre deux disques en contra-rotation. La dynamique est gouvernée par deux paramètres, le nombre de Reynolds $Re = \Omega R^2 / \nu$ et le rapport d'aspect $\Gamma = H/R$ (Ω est la vitesse de rotation des disques, R leur rayon, H leur hauteur et ν la viscosité cinématique du fluide). L'analyse de la stabilité réalisée pour $0.5 < \Gamma < 3$ montre que les modes 3D sont dominants et stationnaires et que le nombre d'onde azimutal critique est une fonction décroissante de Γ . Les motifs des perturbations dominantes sont analysés et un mécanisme physique fondé sur la destabilisation de la couche de mélange azimutale est discuté.

11h20

F. Daviaud, L. Marié, J.
Burguete et J. Léorat

GIT-Saclay

Écoulement de von Karman avec fluide
conducteur: comparaison numérique/
expérience

Nous avons réalisé une étude numérique de l'équation de l'induction magnétique sur l'écoulement de von Karman. Cet écoulement est utilisé dans l'expérience VKS dont le but est d'étudier l'effet dynamo dans un fluide conducteur en mouvement - le sodium - non contraint. Nous comparons en particulier la réponse de l'écoulement à un champ magnétique extérieur obtenue dans VKS aux résultats issus de la simulation de champs de vitesse mesurés dans une expérience modèle en eau.

11h30

O. Doaré, F. Moisy

FAST

Instabilités spirales

Des mesures de PIV (Velocimétrie par images de particules) ont permis d'élucider le mécanisme d'instabilité de l'écoulement entre disques tournants contrarotatifs, responsable de l'apparition d'un motif de spirales. Ces mesures sont en excellent accord avec de récentes simulations numériques (O. Daube, Univ. Evry, et P. Le Quéré, LIMSI).

11h40

N. Leprovost, L. Marié, B.
Dubrulle

GIT-Saclay

Modèles de couples dans l'écoulement de von
Karman

Un système d'équations stochastiques nous sert à décrire l'évolution de la vitesse de rotation d'un disque ainsi que le couple appliqué dans l'écoulement de Von-Karman. Ce dernier est étudié de façon analytique pour deux modes de forçage: vitesse angulaire ou couple constant. Le principal résultat est que l'on retrouve la relation expérimentale de Titon et Cadot, Phys. fluid, 15(3), 2003: dans la limite de l'inertie du disque nulle, la puissance injectée dans la turbulence fluctue deux fois moins lorsque l'on force à couple constant comparé au forçage à vitesse angulaire constante. Ensuite, les distributions de probabilité de la vitesse angulaire et du couple sont comparées à des données expérimentales.

11h50

J. Léorat, N. Périnet, R. Vitry

Obs. Paris
Meudon

Étude expérimentale d'un écoulement forcé par
précession

Un écoulement est engendré par forçage par les parois, en imposant une rotation d'axe vertical à un réservoir cylindrique en rotation autour d'un axe horizontal (expérience ATER). A faible taux de précession (fréquence de précession / fréquence de rotation), on obtient un écoulement laminaire, stationnaire dans le référentiel en précession, avec un cisaillement

important mais une faible dissipation . Lorsque le taux de precession augmente, l'écoulement devient turbulent. L'étude de ces régimes et des transitions correspondantes est en cours et l'on présentera les derniers résultats obtenus.

12h00	L. Marié	GIT-Saclay	Bilan de Moment Cinétique dans l'écoulement de von Karman
-------	----------	------------	---

Nous présentons une équation intégrale de bilan pour le moment cinétique dans l'écoulement de von Karman, ainsi que sa vérification expérimentale par Vélocimétrie Laser Doppler.

12h10	Pause-café		
-------	-------------------	--	--

Convection et motifs

12h30	M. Pons	LIMSI	Taille de cavité et convection naturelle
-------	---------	-------	--

Les équations de Boussinesq classiquement utilisées [dites strictes par Gray and Giorgini (G&G, 1976)] sont thermodynamiquement incohérentes. Non seulement elles ne conservent pas l'énergie totale, mais elles laissent complètement de côté ce qui est à l'origine-même de la convection naturelle, à savoir la dilatation/contraction du fluide. Lorsqu'un minimum de thermodynamique est réintroduit dans les équations [menant aux équations de Boussinesq dites étendues par G&G], le système devient thermodynamiquement cohérent, en particulier vis-à-vis du second principe, ... et dépendant de la taille de la cavité. Ainsi, pour de l'air dans une cavité 2D carrée de 1,3 m environ, avec un Delta-T de 5 mK environ (Rayleigh de 10^6), le Nusselt vaut 13,1 (au lieu de la valeur habituellement calculée : 8,8), ce qui s'accompagne d'une modification importante des lignes de courant, des isothermes, et des modes de transfert de chaleur.

12h40	H. Pabiou, S. Mergui	FAST	Observations d'une instabilité sinueuse dans l'écoulement de Poiseuille-Rayleigh-Bénard
-------	----------------------	------	---

Il s'agit de l'étude expérimentale d'un écoulement d'air dans un canal rectangulaire chauffé par le bas et refroidi par le haut. Une instabilité secondaire sous forme de rouleaux sinueux se développe sur la structure thermoconvective primaire formée par des rouleaux alignés dans la direction de l'écoulement. Cette instabilité secondaire est observée et nous montrons notamment qu'elle est de type convectif.

12h50	K. Boronska, L.S. Tuckerman	LIMSI	Ondes stationnaires et propagatives en convection de Rayleigh-Bénard en géométrie cylindrique
-------	-----------------------------	-------	---

La convection de Rayleigh-Bénard en géométrie cylindrique peut avoir diverses structures près du seuil. Pour un rapport d'aspect et un nombre de Prandtl particuliers, un état axisymétrique convectif subit une bifurcation secondaire de Hopf vers un état avec nombre d'onde azimutal 3. Nous avons étudié le comportement nonlinéaire au-delà de cette bifurcation, et découvert que des ondes stationnaires donnent place à des ondes progressives.

13h00	A. Joets	LPS-Orsay	La symétrie des écoulements étudiée par le principe de Curie
-------	----------	-----------	--

Nous utilisons le principe de symétrie de Curie pour déduire la symétrie d'une structure convective de son image obtenue par une méthode optique classique (ombroscopie). Plus précisément, nous montrons sur le cas concret de l'électro-convection des nématiques comment la symétrie du champ de directeurs est reliée à celle de la caustique produite, qui est l'effet observé expérimentalement.

13h10	S. Nguyen, C. Delcarte	LIMSI	Singularité de contact solide fluide régularisée par un glissement.
-------	------------------------	-------	---

Une singularité de contact solide/fluide a pu être levée par la prise en compte du glissement sur les parois solides, d'une configuration de canal ouvert entraîné par le fond ; pour lequel on connaît une solution analytique de l'écoulement singulier.

13h20	O. Bouizi, C. Delcarte, G. Kasperski	LIMSI	Instabilités 2D-3D en pont liquide: influence du nombre de Prandtl
-------	--------------------------------------	-------	--

Nous étudions, en fonction du nombre de Prandtl et de Marangoni, la stabilité vis-à-vis de perturbations 2D et 3D de l'écoulement thermocapillaire de la zone flottante considérée comme axisymétrique.

13h30	Déjeuner		
-------	-----------------	--	--

--	--	--	--

14h15	Café		
-------	-------------	--	--

Instabilité, transition, contrôle, turbulence

14h30	C. Cossu, L. Brandt	LADHYX	Stabilisation des ondes de Tollmien-Schlichting par des streaks optimaux
-------	---------------------	--------	--

Dans les couches limites bidimensionnelles le scénario de transition "classique" est initié par l'instabilité primaire de

Tollmien-Schlichting (TS) qui déforme les profils de l'écoulement de base jusqu'à produire des instabilités secondaires, qui mènent rapidement à la transition vers la turbulence. Par de très petites perturbations amont de la vorticité longitudinale on peut efficacement induire en aval des régions alternées dans la direction transverse à l'écoulement, d'excès et de déficit de vitesse longitudinale, streaks en anglais, qui deviennent eux-mêmes instables lorsqu'ils atteignent des grandes amplitudes. On a pu démontrer qu'en induisant des streaks d'amplitude intermédiaire on peut sensiblement retarder l'instabilité des ondes TS. Cette stabilisation pourrait être utilisée pour contrôler la transition dans les couches limites.

14h40	L. Vodinh, B. Podvin, P. Le Quéré	LIMSI	Contrôle de la turbulence dans la zone proche-paroi
-------	-----------------------------------	-------	---

L'écoulement de couche limite dans un canal turbulent est constitué de nombreuses structures coherentes liées au cycle de production de la turbulence à la paroi. Pour l'étude de ce problème on utilise une simulation numérique directe appliquée à un domaine physique restreint. Le contrôle actif de l'écoulement par aspiration et éjection pariétales est commandé par un algorithme de réseaux de neurones. Le contrôle a un enjeu important, il permettra de mieux comprendre les mécanismes de production de la turbulence mais également d'un point de vue pratique de mettre en œuvre une stratégie réaliste de réduction de frottement à la paroi.

14h50	M. Rossi, T. Gomez	LMM Paris VI	La stabilité linéaire d'une couche de mélange étirée instationnaire
-------	--------------------	-----------------	---

Nous examinons comment l'instabilité de Kelvin-Helmholtz est modifiée par un champ de vitesse hyperbolique en fluide non visqueux ou bien visqueux. Cette étude met en évidence l'effet stabilisateur (resp. déstabilisateur) d'une compression (resp. d'un étirement) même pour un faible taux de compression (resp. d'étirement).

15h00	S. Julien, S. Ortiz, J.-M. Chomaz	LADHYX	Mécanismes d'instabilités secondaires dans les sillages plans
-------	-----------------------------------	--------	---

Les instabilités tridimensionnelles secondaires d'un sillage experimental plan obtenu par simulation numérique non linéaire d'un profil de Bickley sont étudiées numériquement. Deux familles de modes sont exhibées compte tenu des symétries de l'écoulement de base : les modes symétriques et antisymétriques. Les résultats qualitatifs et quantitatifs concernant la sélection des modes et des longueurs d'ondes sont en très bon accord avec l'expérience. La comparaison avec la théorie locale d'instabilité elliptique appliquée au cœur des tourbillons, montre qu'aux temps longs l'instabilité elliptique prédit correctement les taux de croissance des modes les plus amplifiés ainsi que les nombres d'onde de coupure. Aux temps courts, une étude des perturbations optimales et des transitoires permet de mieux comprendre la dynamique liée aux temps courts et son lien avec l'instabilité hyperbolique.

15h10	F. Lusseyran, P. Gougat, T. Faure, Y. Fraigneau, B. Podvin	LIMSI	Structures spatiales et modes de Fourier dans une cavité en interaction avec une couche limite
-------	--	-------	--

Nous cherchons à caractériser les structures tourbillonnaires prenant naissance dans l'interaction entre une couche limite et une cavité, en s'appuyant sur une confrontation calcul-expérience. L'analyse porte sur les caractéristiques temporelles et spatiales de l'écoulement. On essaie en particulier, d'établir le lien entre l'instabilité de la couche de cisaillement au-dessus de la cavité et les modes fréquentiels identifiés. Certains aspects du rôle joué par les échelles de longueurs caractéristiques du problème sur le développement des instabilités seront évoqués. Cette configuration est par ailleurs bien adaptée à des études relatives à l'aérodynamique des véhicules terrestres et au renouvellement d'air dans une cavité, type rue canyon.

15h20	L. Mathelin	LADHYX	Approche stochastique des simulations numériques : application à la CFD.
-------	-------------	--------	--

La décomposition sur chaos polynomial permet de propager les incertitudes dans les simulations numériques. Ces incertitudes peuvent par exemple provenir de conditions aux limites mal connues ou de paramètres physiques négligés. Le manque de généralité et d'efficacité de cette méthode dans certains cas nous a poussé à développer une autre approche non sujette à ces limitations. Une application à l'écoulement turbulent dans une tuyère supersonique dont les conditions aux limites sont imprécises est présentée.

15h30	O. Le Maître, O. Knio, G. Ghanem, H. Najm	LIMSI/Univ. d'Evry Johns Hopkins, Sandia	Méthodes spectrales pour la propagation d'incertitude dans les écoulements
-------	---	--	--

Nous travaillons au développement de méthodes spectrales pour la propagation d'incertitudes dans les simulations numériques d'écoulements de fluide (incertitudes de modélisation, de conditions aux limites et initiales, ...). Les applications visées concernent la micro-fluidique (marquage des protéines), la combustion laminaire, les problèmes d'interaction fluide structure et la convection naturelle. Les méthodes développées s'appuient sur des développements en Polynômes de Chaos [Wiener,1938] associés à des projections de type Galerkin. Actuellement, on s'intéresse plus particulièrement à la construction de bases adaptées à la réprésentation de processus présentant des bifurcations dans le domaine d'incertitude : développement sur base d'ondelettes de Haar et Analyse Multi-Résolution.

15h40	P. Kestener, A. Arn�odo	ENS-Lyon	Analyse multifractale par transformée en ondelettes du champ 3D de dissipation (DNS)
-------	-------------------------	----------	--

Nous généralisons la méthode dite des "Maxima du Module de la Transformée en Ondelettes" (MMTO) pour l'étude des

propriétés multifractales des champs aléatoires 3D. Nous appliquons cette méthode sur des champs aléatoires dont les propriétés multifractales sont connues (mouvement brownien fractionnaire 3D, mesures singulières générées par processus de cascade) et sur le champ de dissipation provenant d'une DNS (512^3) de M. Meneguzzi à $R\lambda = 150$ pour déterminer le spectre de singularités $f(\alpha)$. Nous montrons par ailleurs que les méthodes dites de "box-counting", utilisées entre autres par Meneveau et Sreenivasan, sont inadaptées à l'étude des modèles de cascades singulières non-conservatives et qu'elles n'estiment pas correctement l'exposant dit de "cancellation".

15h50	C. Morize, F. Moisy, M. Rabaud	FAST	La turbulence en rotation
-------	--------------------------------	------	---------------------------

Les premiers résultats de la nouvelle expérience de turbulence en rotation sont présentés. Un dispositif de PIV (velocimétrie par images de particules) embarqué permet d'accéder aux champs de vitesse instantanés dans le référentiel tournant. L'objectif est de caractériser la transition 2D - 3D de la turbulence soumise à une rotation d'ensemble, en termes géométriques (structures cohérentes) et statistiques (flux d'énergie).

Apéritifs