

# Lecture Notes in Physics

Edited by J. Ehlers, München, K. Hepp, Zürich,  
R. Kippenhahn, München, H. A. Weidenmüller, Heidelberg,  
and J. Zittartz, Köln  
Managing Editor: W. Beiglböck, Heidelberg

72

---

Les instabilités hydrodynamiques  
en convection libre, forcée et mixte

Edité par  
Jean-Claude Legros et Jean Karl Platten

---



Springer-Verlag  
Berlin Heidelberg New York 1978

## Editors

Jean-Claude Legros  
Université Libre de Bruxelles  
Service de Chimie Physique E.P.  
50, Avenue F. D. Roosevelt  
B-1050 Bruxelles/Belgium

Jean Karl Platten  
Université de l'Etat à Mons  
Service de Thermodynamique  
Avenue Maistriau  
B-7000 Mons/Belgium

### Library of Congress Cataloging in Publication Data

Main entry under title:

Les instabilités hydrodynamiques en convection  
libre, forcée et mixte.

(Lecture notes in physics ; 72)

"Colloque réuni à l'Ecole de thermodynamique de  
Bruxelles, du 27 au 29 avril 1977."

Bibliography: p.

Includes index.

1. Hydrodynamics--Congresses. 2. Heat--  
Convection--Congresses. I. Legros, Jean Claude,  
1942- II. Platten, Jean Karl, 1941-  
QA911.I5 532'.5 77-28311

ISBN 3-540-08652-8 Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York

ISBN 0-387-08652-8 Springer-Verlag New York Heidelberg Berlin

This work is subject to copyright. All rights are reserved, whether the whole or part of the material is concerned, specifically those of translation, re-printing, re-use of illustrations, broadcasting, reproduction by photocopying machine or similar means, and storage in data banks. Under § 54 of the German Copyright Law where copies are made for other than private use, a fee is payable to the publisher, the amount of the fee to be determined by agreement with the publisher.

© by Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1978

Printed in Germany

Printing and binding: Beltz Offsetdruck, Hemsbach/Bergstr.  
2153/3140-543210

Les progrès récents accomplis dans le domaine de la Thermodynamique des processus irréversibles, et plus spécialement dans le domaine non linéaire, donc à grande distance de l'équilibre, ont été l'objet ces temps derniers de nombreuses conférences et de plusieurs colloques internationaux.

L'étude des fluctuations, leur analyse stochastique, en vue de déceler la nature de celles qui menacent la stabilité du système, la recherche subséquente des états critiques et l'interprétation des bifurcations associées ont apporté un grand nombre d'informations nouvelles, sur le comportement de multiples processus physico-chimiques, biologiques ou encore écologiques. Par contre, dans le domaine hydrodynamique, les progrès enregistrés jusqu'ici étaient moins importants, vraisemblablement en raison de l'apparition supplémentaire comme cause essentielle d'instabilité des phénomènes convectifs d'inertie, à côté des manifestations uniquement dissipatives.

Le colloque réuni à l'Ecole de Thermodynamique de Bruxelles, du 27 au 29 avril 1977, à l'initiative de deux de ses disciples, Messieurs PLATTEN et LEGROS, a permis de combler largement cette lacune.

Quarante-cinq chercheurs y ont participé, dont vingt-six compatriotes, quinze français, trois espagnols et un anglais, pour confronter leurs travaux sur les instabilités hydrodynamiques en convection libre, forcée et mixte. La plupart des problèmes d'actualité y ont été abordés. Citons notamment les instabilités au voisinage d'interfaces, en milieu poreux, dans les cristaux liquides, ainsi que les phénomènes d'hystérésis engendrés par les bifurcations, l'étude du rôle des fluctuations et les applications à la magnéto-hydrodynamique.

On peut espérer que cette manifestation due au soutien accordé par la Commission Française de la Culture de l'Agglomération de Bruxelles, à l'initiative de son Président, J.P. POUPKO, lui-même ancien disciple de la même Ecole, aura contribué largement au développement de nos connaissances dans un domaine encore trop incomplètement connu jusqu'ici.

Il est en effet un des premiers collaborateurs du Professeur I. PRIGOGINE à qui la réunion doit, non seulement la disposition des locaux, mais également les principales bases de discussion telles qu'on les retrouve dans sa thèse d'agrégation

de 1947; non seulement en ce qui concerne le principe du minimum de production d'entropie, mais des généralisations qui ont permis son application à l'étude des états critiques de la thermodynamique. Une contribution financière importante a été apportée par les Instituts Internationaux de Chimie et de Physique fondés par E. Solvay qu'il dirige, ce qui constitue une autre raison de lui témoigner notre gratitude.

Enfin, que toutes les personnes qui ont contribué au succès de cette réunion : les participants pour l'excellence de leurs travaux, Madame F. Grossmann pour son aide technique et Mesdames F. Allen et N. Galland pour leur dévouement, trouvent ici l'expression de nos vifs remerciements.

La publication de ces actes dans la série des Lecture Notes in Physics de la Maison Springer nous porte à exprimer aussi notre reconnaissance à son éditeur, le Dr. W. Beiglböck.

P. Glansdorff

Le 20/10/1977

AVANT-PROPOS DE MONSIEUR JEAN-PIERRE POUPKO, PRESIDENT DE LA  
COMMISSION FRANCAISE DE LA CULTURE DE L'AGGLOMERATION DE BRUXELLES

C'est avec grand plaisir que je profite de l'occasion qui m'est offerte de vous adresser quelques mots au nom de la Commission française de la Culture de l'Agglomération de Bruxelles. Il est à cela plusieurs raisons : les unes personnelles, les autres, tenant à la politique suivie par la Commission française de la Culture.

A titre personnel, en effet, je suis directement intéressé par les travaux de votre colloque : physico-chimiste moi-même, ancien élève et collaborateur du Professeur Prigogine, je reprends ainsi contact avec une matière qui n'a jamais cessé, même de loin, de me préoccuper.

A côté de ce motif personnel, il en est un autre : cette manifestation rencontre, en effet, deux des priorités de notre Commission dans sa politique d'aide aux activités scientifiques dans la capitale.

Par son objet tout d'abord : lequel est étroitement associé à l'étude des mécanismes fondamentaux que l'on retrouve à la base de tous les problèmes concernant les microclimats urbains, la pollution atmosphérique, les cycles de l'énergie et donc la solution de nos problèmes d'environnement.

Si la Commission a fait des questions de l'environnement urbain une de ses priorités, c'est qu'elle est convaincue que la recherche scientifique dans son ensemble comme les investissements des pouvoirs publics par ailleurs doivent, plus que par le passé, viser l'amélioration de la qualité de la vie : soit en atténuant les effets désagréables de notre niveau de développement, soit en étudiant des solutions alternatives.

Si ce colloque a retenu notre attention, c'est non seulement par son objet, mais aussi parce qu'il est une démonstration de ce que des chercheurs de langue française peuvent apporter en français une contribution de première qualité appréciée d'ailleurs au niveau international, dans un domaine de pointe. Les professeurs P. Glansdorff et I. Prigogine sont parmi les principaux artisans de cet état de choses.

La Commission française de la Culture est préoccupée par l'avenir du français dans les sciences et les techniques et plus particulièrement par l'édition scientifique et technique de langue française. C'est à ce titre, qu'au début de cette année, nous avons organisé une exposition d'ouvrages scientifiques de langue française dans les domaines de la chimie, de la médecine et de l'informatique, et que nous avons invité le physicien Langevin de la Sorbonne et le Recteur de l'Académie de Reims J.L. Boursin, auteur d'un important rapport de l'AUFELF sur le sujet, à nous exposer les moyens d'améliorer la place du français dans les sciences.

Nous savons en effet que si le français devait perdre sa place dans le monde des sciences, ce monde des sciences en pâtirait, car il se priverait d'un certain mode d'approche des problèmes. Pour le français, également, l'appauvrissement serait dramatique car notre langue perdrait son aptitude à désigner toute une série de réalités nouvelles.

Nous sommes convaincus que la langue française court deux risques majeurs ; l'appauvrissement dès lors qu'elle n'est plus capable de désigner chaque réalité par un mot propre et la contamination si elle ne parvient plus à digérer les éléments exogènes qui s'y infiltrent. Si une certaine assimilation de mots étrangers est un facteur d'enrichissement, il est un seuil à ne pas dépasser.

Après tout, la lutte pour la qualité de la langue est-elle dissociable de celle pour la qualité de la vie ?

J'en ai assez dit. Il me reste à féliciter les organisateurs : les professeurs Prigogine, Legros et Platten pour leur initiative et pour le succès de leur manifestation et à vous souhaiter de fructueux travaux au cours de ces trois journées.

Jean-Pierre Poupko

## TABLE DES MATIERES

### A. Effets prétransitionnels et étude du point critique

- Phénomènes prétransitionnels  
J.P. BOON,  
Faculté des Sciences, Université Libre de Bruxelles, Belgique 1
  
- A Markovian Birth and Death Description of Fluctuating Hydrodynamics  
L. BREINIG, W. HORSTEMKE, M. MALEK-MANSOUR, P.M. BISCH  
Faculté des Sciences, Université Libre de Bruxelles, Belgique 22
  
- Non Linearities and Fluctuations at the Threshold of a Hydrodynamic  
Instability in Nematics  
P. MANNEVILLE,  
Centre d'études Nucléaires de Saclay, France 33
  
- Instabilités thermoconvectives en milieu poreux et en gaz raréfiés  
J.J. BERNARD, J.P. CALTAGIRONE,  
Laboratoire d'Aérodynamique de Meudon, France 37
  
- Instabilités hydrodynamiques au voisinage de l'interface  
eau-glace  
A. AZOUNI,  
Laboratoire d'Aérodynamique de Meudon, France 54
  
- Problème de Bénard avec écoulement dans les mélanges liquides  
J.C. LEGROS<sup>x)</sup>, J.K. PLATTEN<sup>xx)</sup>  
x) Faculté des Sciences Appliquées, Université Libre de Bruxelles, Belg.  
xx) Faculté des Sciences, Université de Mons, Belgique 61

### B. Etude de la convection - liquides newtoniens

- Convection dans une boîte rectangulaire quasi horizontale  
chauffée par le haut, en présence d'effet Soret  
B. DULIEU,  
Faculté des Sciences, Université de Paris VII, France 73

- Rayleigh-Bénard Convection of Fluid Layers :  
Some new theoretical Results  
M.G. VELARDE  
Departamento de Física C-3, Universidad Autonoma de Madrid, Espagne 89
  - Diffusive Instabilities in Magnetohydrodynamic Convection  
P.H. ROBERTS  
School of Mathematics, University of Newcastle upon Tyne, Grande Bretagne 102
  - Interfacial Instability Induced by the Combined Effet of  
Diffusive Double Layer and Gravitational Forces  
P.M. BISCH, A. SANFELD  
Faculté des Sciences, Université Libre de Bruxelles, Belgique 112
  - Electrical Exitation of Longitudinal Waves at the  
Nitrobenzene-Water Interface during Non-Equilibrium Conditions  
P. JOOS, Y. VERBURGH,  
Department Cell Biology, Universitaire Instelling Antwerpen, Belgïe 120
  - Stabilité hydrodynamique non-linéaire en injection unipolaire  
forte : phénomène d'hystérésis de cellules hexagonales  
P. ATTEN, J.C. LACROIX,  
Laboratoire d'Electrostatique du C.N.R.S., Grenoble, France 127
  - Etude de la vitesse locale dans l'instabilité convective de  
Rayleigh-Bénard : les différentes transitions vers la turbulence  
P. BERGE, M. DUBOIS  
Centre d'Etudes Nucléaires de Saclay, France 133
  - Etude numérique non-linéaire de la convection libre à deux dimensions  
~~J.C. LEGROS~~<sup>x)</sup> ~~J.K. PLATTEN~~<sup>xx)</sup>  
x) Faculté des Sciences Appliquées, Université Libre de Bruxelles, Belg.  
xx) Faculté des Sciences, Université de Mons, Belgique 152
  - Instabilités convectives et Turbulence  
Y. POMEAU  
Centre d'études Nucléaires de Saclay 170
- C. Liquides non newtoniens
- Instabilités hydrodynamiques dans un nématique soumis à un cisaillement  
E. DUBOIS-VIOLETTE, E. GUYON, P. PIERANSKI,  
Université de Paris-Sud, Orsay, France 179



- Oscillatory Convective Instabilities in Nematic Liquid Crystals  
H.N.W. LEKKERKERKER  
Faculteit van de Wetenschappen, Vrij Universiteit Brussel, België 185
  
- Stabilité de l'écoulement de Poiseuille des liquides  
viscoélastiques  
G. VANDERBORCK, J.K. PLATTEN,  
Faculté des Sciences, Université de Mons, Belgique 186