

# Le Prix Maurice Couette du GFR

Jean-Michel Piau et Monique Piau

*Laboratoire de Rhéologie*  
*Université Joseph Fourier-Grenoble I, Institut National Polytechnique de Grenoble, CNRS*  
*BP 53, Domaine Universitaire, 38041 GRENOBLE cedex 9, France*  
*e-mail: [jmpiau@ujf-grenoble.fr](mailto:jmpiau@ujf-grenoble.fr), [mpiau@ujf-grenoble.fr](mailto:mpiau@ujf-grenoble.fr)*

30 septembre 2005

-----

Le nom de COUETTE a été adopté en France et dans le monde entier par la communauté scientifique pour désigner les écoulements de cisaillement, usuellement créés entre deux parois qui se déplacent parallèlement l'une par rapport à l'autre, ainsi que pour le type de cellule entre deux cylindres concentriques en rotation qu'il a construite, et les corrections d'entrée dans les tuyaux qu'il a introduites et calculées. L'approche scientifique typique de la rhéologie adoptée par Maurice Couette, le professeur, le chercheur et l'homme de grande culture qu'il a été, justifie pleinement le choix du GFR d'appeler désormais son grand prix, fondé en 1993 (sous la présidence de J.-M. Piau), le Prix Maurice Couette.



Figure 1. Maurice COUETTE (1858-1943)

La photographie représente Maurice Couette effectuant une visée au cathétomètre, à la Faculté d'Angers.

Selon le témoignage de sa famille, Maurice Couette ne concevait pas qu'une mesure puisse être relevée sans réunir au préalable toutes les précautions requises. Il avait coutume d'insister sur l'organisation du plan de travail de l'expérimentateur : installation adéquate des appareils et de l'expérimentateur lui-même.

## 1. Sa vie

Maurice, Marie, Alfred, COUETTE est né à Tours le 9 janvier 1858, et décédé à Angers le 18 août 1943. Son père, Alfred Ernest était un négociant en tissus né à Tours en 1825. Fils unique, Maurice Couette (Fig. 1) fut éduqué par les Frères des Ecoles Chrétiennes à Tours, et obtint son baccalauréat ès-lettres en juin 1874, et ès-sciences en septembre 1874, à Poitiers. Il étudia ensuite successivement en mathématiques spéciales à Tours, puis en sciences physiques à la Faculté Libre des Sciences d'Angers qui venait d'ouvrir

en 1875, pour obtenir en 1877 et 1879 les licences ès-sciences correspondantes délivrées par la Faculté des Sciences de Poitiers. Après un an comme chargé de cours à Angers, il fut incorporé au 12<sup>ème</sup> Régiment d'Artillerie de Vincennes pour un an de service militaire dans le cadre du volontariat. Il s'installa ensuite à Paris en 1881 et s'inscrivit à la Sorbonne aux conférences d'agrégation pour les Sciences Physiques tout en travaillant comme interrogateur au Collège Stanislas et en donnant des cours particuliers de mathématiques, puis en enseignant la physique à Arcueil, et à Paris à l'Ecole Sainte-Geneviève.

Couette épousa en 1886 Jeanne Jenny, fille d'un officier de cavalerie mort au combat en 1870, et éduquée à la Légion d'Honneur. Les Couette commencèrent une vie de dur labeur, suivant les principes religieux inculqués durant leur jeunesse. De leurs 8 enfants, 5 parvinrent à l'âge adulte et leur donnèrent 21 petits-enfants.

C'est en 1887 que Couette intégra le Laboratoire de Recherche de Physique de la Sorbonne pour préparer un doctorat ès-sciences sous la direction de Gabriel Lippmann. Celui-ci, après avoir occupé une chaire de Physique Mathématique, venait de succéder à Jamin dans la chaire de Physique Expérimentale et d'être élu à l'Académie des Sciences ; il devait recevoir le prix Nobel en 1908 pour ses travaux sur la reproduction photographique des couleurs par la méthode des interférences.

Couette bénéficia aussi à la Faculté des Sciences de la présence de Joseph Boussinesq, mathématicien largement autodidacte dont les travaux ont porté en particulier sur l'hydraulique et la résistance des matériaux, élu à l'Académie des Sciences et titulaire de la chaire de Mécanique Physique et Expérimentale en 1886.

Et c'est pendant la préparation de ce doctorat, tout en continuant ses activités d'interrogateur à Stanislas et à Sainte-Geneviève, que Couette mena à bien des contributions scientifiques décisives et pérennes au comportement des liquides en écoulement et à leur stabilité. Remis à Gabriel Lippmann en mai 1889, le manuscrit de thèse de Couette "Etudes sur le Frottement des Liquides" fut officiellement enregistré à la Faculté des Sciences en novembre 1889, imprimé en mars 1890, et la thèse soutenue le 30 mai 1890.

Peu après, en septembre 1890, un tournant survint dans la vie de Maurice Couette quand il obtint un poste de professeur de physique à l'Université Catholique d'Angers (U.C.O. aujourd'hui), ce qui correspondait à ses vœux les plus chers, mais n'était une situation ni très lucrative, ni susceptible de lui fournir des moyens de recherche conséquents. Encouragé par sa femme, il partit donc à Angers pour enseigner 43 ans durant la mécanique, l'électricité, l'optique, la thermodynamique, et même la météorologie à la Faculté Libre des Sciences ainsi qu'à l'Ecole d'Agriculture. Les aléas de la situation financière de l'U.C.O. le conduisirent pour boucler le budget familial à donner aussi des cours à l'Ecole de

Commerce et dans des écoles secondaires, en particulier pendant la 1<sup>ère</sup> guerre mondiale.

Malgré les nombreux enseignements qu'il devait assurer, il poursuivit une activité scientifique variée, théorique et expérimentale, s'intéressant par exemple à la théorie osmotique des piles (3 articles dans le Journal de Physique en 1900), membre de la Société Française de Physique jusqu'à sa retraite, en 1933, encadrant la thèse de doctorat de Fernand Charron (qui devait lui succéder à Angers) sur l' "Influence de l'air dans le frottement des solides" (Paris 1911), et publiant de nombreux articles et analyses scientifiques dans La Science Catholique.

Plus de trois cents personnalités tinrent à témoigner de leur haute estime et se joignirent à la famille pour les obsèques de Maurice Couette en 1943.

## 2. Son oeuvre

Le nom de Couette est connu de tout scientifique s'intéressant à la physique et à la mécanique des fluides. Ses travaux sont cités dans tous les manuels de physique depuis le début du siècle. Ils ont aussi été reconnus de longue date en ingénierie, en particulier hydraulique et thermique. Le déroulement de sa carrière était moins connu. Il a été évoqué par Donnelly (1991) et détaillé dans Piau *et al* (1994) après la présentation de son appareil, retrouvé à l'U.C.O., au Congrès International sur la Rhéométrie des Polymères organisé en mai 1993 non loin d'Angers à l'Abbaye Royale de Fontevraud avec le soutien de la CEE (Fig. 2). L'importance et le retentissement des travaux qu'il a accomplis sur une si courte période (1887 à mai 1889) n'en apparaissent que plus remarquables.

Son activité de précurseur dans le domaine de la rhéologie mérite d'être perçue dans toute son ampleur. En effet, Couette a mené un travail théorique et expérimental remarquable sur différents types d'écoulement : autour de corps oscillants, dans les tuyaux, et entre cylindres, et sur leur stabilité. Il a conçu et mis en œuvre le premier appareil à cylindres concentriques en rotation continue vraiment opérationnel, et mesuré avec une précision remarquable la viscosité de l'eau et de l'air. Il a identifié les conditions de validité des équations de Navier et fait apparaître les régimes instables.

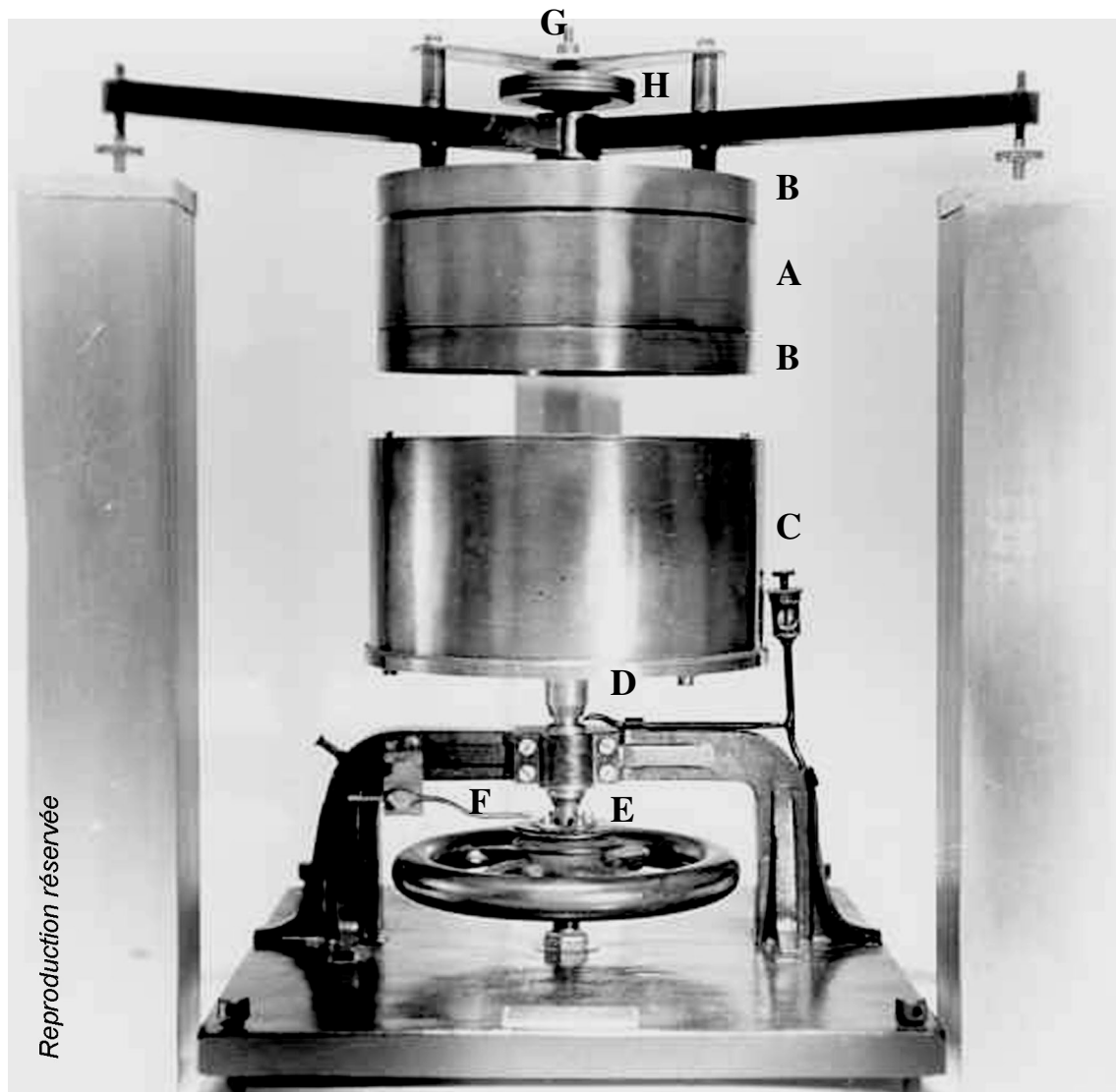


Figure 2. L'appareil à cylindres concentriques (viscosimètre) de Maurice Couette (1888)

Le cylindre intérieur A de diamètre 144 mm, équipé de ses cylindres de garde B de part et d'autre, a été sorti du cylindre extérieur tournant C pour la photographie. L'axe du cylindre extérieur était guidé par un palier lubrifié D, équipé d'un volant, et entraîné par poulie E, courroie et moteur électrique. Le balai F servait à détecter le passage de secteurs isolants et à mesurer la vitesse de rotation. Les couples de frottement étaient mesurés sur l'axe du cylindre intérieur à l'aide de fils de torsion G ou d'une machine d'Atwood H, selon leur valeur.

Il a fait par ailleurs porter son effort sur les écoulements dans les tuyaux, introduisant et calculant les indispensables corrections d'entrée (dites de Couette), et examinant encore la transition à la turbulence. Il a pris en compte dans les formules de débit la longueur de glissement  $b = \mu/E$  ( $\mu$  viscosité et E coefficient de frottement à la paroi) définie par Navier, discuté les notions de glissement à la paroi et conclu à l'absence de glissement pour les couples matériau-paroi

utilisés. Il a ainsi testé différents fluides (eau, huile de colza, air, mercure) et comparé l'influence sur les écoulements de différents matériaux et traitements de paroi (verre, cuivre, étain, vernis, peinture argentée, graisse, paraffine).

Le frottement et le glissement des fluides complexes, contrôlés par la structure de l'interphase pariétale, sont aujourd'hui pour les rhéologues des sujets totalement pertinents.

Couette s'intéressait aussi aux relations entre la viscosité d'un fluide (définie comme le coefficient de frottement interne selon l'usage de l'époque), ses autres propriétés physiques et sa structure chimique, à différentes valeurs du gradient de vitesse.

### 3. Un pionnier de la rhéologie

La contribution de Maurice Couette s'inscrit ainsi dans une démarche très actuelle, son approche annonce tout à fait celle de la rhéologie moderne, dont il est vraiment un pionnier. Ses publications majeures sont rappelées ci-dessous. Des commentaires détaillés peuvent être consultés dans Piau *et al* (1994) ainsi que dans Piau et Piau (2005).

#### Remerciements.

Les auteurs remercient M. et Mme Yves COUETTE pour leur amicale contribution.

#### Références

Couette, M., "Oscillations tournantes d'un solide de révolution en contact avec un fluide visqueux," *Compt. Rend. Acad. Sci. Paris* **105**, 1064-1067 (1887).  
 Couette, M., "Sur un nouvel appareil pour l'étude du frottement des fluides" *Compt. Rend. Acad. Sci. Paris* **107**, 388-390 (1888).  
 Couette M., "La viscosité des liquides," *Bulletin des Sciences Physiques* **4**, 40-62, 123-133, 262-278 (1888) – aussi une monographie de 48

pages (sections 13 à 16 en plus) (Georges Carré, Paris, 1888).

Couette M., "Etudes sur le frottement des liquides," *Doctorat ès-sciences physiques* 30 mai 1990, Faculté des Sciences de Paris, 119 p. (Gauthier-Villars et Fils, Paris, 1890).

Couette, M., "Distinction de deux régimes dans le mouvement des fluides," *Journal de Physique [Ser. 2]* **IX**, 414-424 (1890)

Couette, M., "Corrections relatives aux extrémités des tubes dans la méthode de Poiseuille," *Journal de Physique [Ser. 2]* **IX**, 560-562 (1890)

Couette, M., "Etudes sur le frottement des liquides," *Ann. de Chim. et Phys. [Ser. 6]* **21**, 433-510 (1890)

Couette, M., "Sur la constance de l'équivalent électro-chimique," *Journal de Physique [Ser. 3]* **I**, 350-352 (1892)

Donnelly, R. J., "Taylor-Couette flow: the early days," *Physics Today* **44** [No. 11], 32-39 (1991).

Piau, J. M., M. Bremond, J. M. Couette, et M. Piau, "Maurice Couette, un des fondateurs de la rhéologie," *Cahiers de Rhéologie* **12**, 47-69 (1994).

Piau, J. M., M. Bremond, J. M. Couette, et M. Piau, "Maurice Couette, one of the founders of rheology," *Rheol. Acta* **33**, 357-368 (1994).

Piau, J. M., et M. Piau, "The relevance of viscosity and slip at the wall early days in rheology and rheometry," *Letter to the Editor, J. Rheol.*, **49** (6) (2005).

**Abstract : The GFR Maurice Couette Award.** This paper gives a brief survey of the life and work of Maurice Couette, whose name is associated with a type of flow, of rheometer, and with a correction method for end effects in capillary flows. Couette's experimental and theoretical work on oscillatory, pipe, and cylindrical flows and on transitions to turbulence, was accomplished in a relatively short period (1887-May 1889). He was in particular the first to succeed in building a concentric cylinder constant speed rheometer and obtaining significant data sets, giving accurate viscosity values, and to correctly identify the laminar-turbulent transition for air and for water. His interest in Navier constitutive equations, in viscosity measurements at different velocity gradient values, and his discussion on wall slip and friction of complex fluids, using several fluids and wall materials, are highly relevant subjects in present-day rheology. These outstanding scientific contributions and this pioneering work, in keeping with a modern rheology approach, fully justify the naming of the GFR award, founded in 1993, the Maurice Couette Award.

#### Droits (Legal Notice)

*Le présent document de quatre pages pris dans son intégralité peut être reproduit et distribué librement. Cependant toute reproduction ou distribution de parties de ce document par quelque moyen que ce soit et dans quelque langue que ce soit est strictement interdite. (This four-page document may be reproduced and distributed freely in its entirety. However, reproducing or distributing parts of this document by any means whatsoever and in any language whatsoever is strictly prohibited).*