



HAL
open science

Entraînement d'eau par une roue tournante

Jean-Philippe Matas, Diego, Hernan Rodriguez, Rémi Berger, Mickaël
Bourgoin

► **To cite this version:**

Jean-Philippe Matas, Diego, Hernan Rodriguez, Rémi Berger, Mickaël Bourgoin. Entraînement d'eau par une roue tournante. CFM 2015 - 22ème Congrès Français de Mécanique, Aug 2015, Lyon, France. hal-03444674

HAL Id: hal-03444674

<https://hal.science/hal-03444674>

Submitted on 23 Nov 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Entraînement d'eau par une roue tournante

D. H. RODRIGUEZ^{a,b,*}, M. BOURGOIN^a, R. BERGER^b, J.-P. MATAS^a

^a LEGI-CNRS-Université de Grenoble, BP 53 38041 Grenoble Cedex 9

^b PSA Peugeot Citroën, Centre technique de Vélizy, 78943, Vélizy Villacoublay, France

* : Diego-Hernan.Rodriguez@legi.grenoble-inp.fr

Résumé :

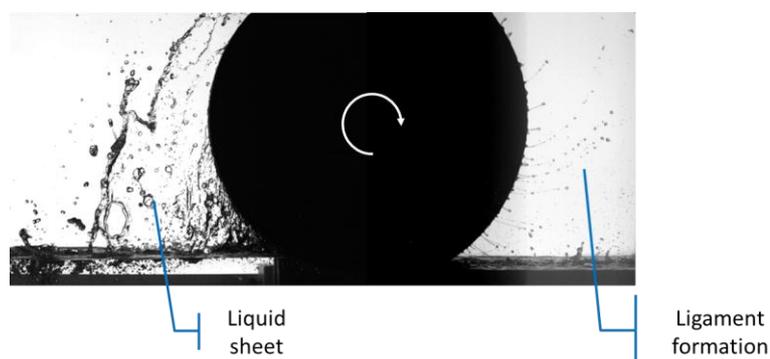
Nous étudions l'entraînement d'eau par une roue tournante immergée sur une fraction de son rayon. La rotation de la roue conduit à la formation d'une nappe liquide côté émergent, et à l'éjection de ligaments côté descendant. La formation de ces structures est capturée par des modèles simples. Nous mesurons ensuite à partir de traitement d'image le flux liquide éjecté par la roue. Ces mesures sont confrontées aux flux mesurés directement par prélèvement.

Abstract :

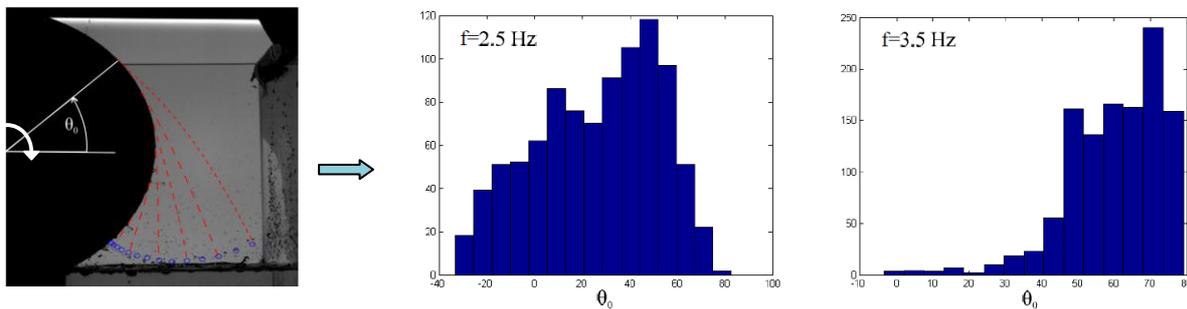
We study the entrainment of water by a rotating wheel, as a function of the rotation frequency, wheel radius and depth of immersion. The entrainment leads to the formation of a liquid sheet on the ascending side, and of ligaments on the descending side. These structures are captured via simple models. We measure via image processing the liquid flux ejected by the wheel.

Mots clefs : entraînement liquide, formation de gouttes

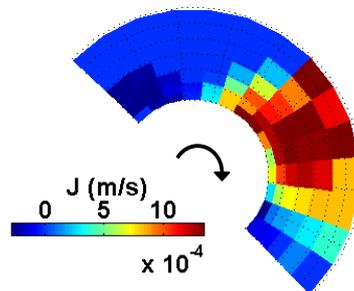
Lorsqu'une voiture roule sur une route où la hauteur d'eau n'est pas négligeable par rapport au rayon de la roue, de fortes projections d'eau sont observées de part et d'autre. Nous cherchons dans ce travail à décrire précisément où l'eau est projetée, et surtout par quels mécanismes cet entraînement de liquide est piloté. Le premier dispositif expérimental utilisé permet de faire tourner une roue lisse dans un réservoir de dimensions 1000 mm x 400 mm x 450 mm rempli d'eau initialement au repos. La fréquence de rotation est variée entre 1 Hz et 4 Hz, ce qui correspond typiquement à des vitesses linéaires dans la gamme [0.5 m/s - 4 m/s] pour les diamètres de roues considérés. L'écoulement autour de la roue est visualisé pour différentes profondeurs d'immersion h de la roue, h compris entre 10 mm et 90 mm, et pour plusieurs diamètres de roues 200, 270 et 420 mm. La figure ci-dessous montre les structures typiquement observées : côté émergent une large nappe liquide est entraînée, côté descendant on observe l'éjection de ligaments qui se brisent ultérieurement en gouttes.



Les mesures ont permis de caractériser d'une part la taille du ménisque formé côté émergent (hauteur, extension) et de discuter dans quelle mesure cette taille peut être prédite par un modèle simple. Nous avons ensuite mesuré le flux de gouttes entraîné par-dessus la roue, et éjecté côté descendant. En modélisant les ligaments via un modèle balistique simple nous remontons à leur angle initial d'éjection θ_0 . Les statistiques sur cet angle d'éjection permettent de distinguer plusieurs régimes d'expulsion de liquide : en particulier pour les vitesses de rotation les plus élevées les ligaments sont formés dès la sortie de la nappe liquide, et la roue est quasiment asséchée pour les angles $\theta_0 < 30^\circ$ (cf histogrammes ci-dessous). Enfin, nous mesurons par traitement d'image les tailles et vitesses des fragments liquides éjectés : ces mesures permettent de calculer le flux liquide éjecté en chaque point, et plus précisément de produire des cartographies de flux liquide autour de la roue pour les régimes d'intérêt.



Méthode de mesure de l'angle d'éjection initial θ_0 , et histogrammes de θ_0 pour deux fréquences de rotation de la roue (diamètre $D=420$ mm, profondeur 30 mm).



Cartographie du flux liquide radial éjecté autour de la roue, fréquence de rotation 3.5Hz, $D=420$ mm, profondeur $h=10$ mm.

Dans l'application automobile le liquide autour de la roue est animé d'une vitesse moyenne : nous avons donc construit un second dispositif où le liquide peut être mis en mouvement par un tapis roulant placé sous la roue. Les mesures montrent que lorsque le liquide est animé d'une vitesse moyenne le liquide entraîné côté émergent est entraîné dans le sillage de la roue : ceci conduit à la quasi-disparition de la nappe liquide observée sur le premier dispositif. Nous discuterons plus précisément de l'impact de cette vitesse moyenne du fluide sur l'entraînement liquide par la roue (formation ou non de ligaments, impact sur le flux liquide éjecté).



Comparaison entre entraînement d'eau sans vitesse moyenne (à gauche) et avec vitesse moyenne (à droite, entraînement du liquide via un tapis roulant) : l'entraînement d'eau réduit la quantité d'eau entraînée, mais augmente la fragmentation liquide

Références

- [1] C. Clanet, On large-amplitude pulsating fountains, *J. Fluid Mech.* 366 333-350, 1998.
- [2] L. Vincent, L. Duchemin, E. Villermaux, Remnants from fast liquid withdrawal, *Phys. Fluids*, 26 031701, 2014.
- [3] C. Chauvet. "Etude et contrôle des projections d'eau issues des roues de véhicules lourds circulant sur route mouillée". Thèse de doctorat, ESIP Poitiers 1998.