

N° d'ordre : 22 /2017-D/PH

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITE DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE  
« HOUARI BOUMEDIENNE »

FACULTE DE PHYSIQUE



## THESE

Présentée pour l'obtention de Grade de DOCTEUR en SCIENCES

Spécialité : Physique

Option : Energétique et Mécanique des Fluides

Par : **Mohammed AISSA**

## Sujet

***EFFETS COMBINES D'UN CHAMP MAGNETIQUE EXTERNE  
ET DE LA DEFORMATION RADIALE D'UN CYLINDRE SUR  
L'ALLEE TOURBILLONNAIRE DE VON-KARMAN***

Soutenue publiquement, le 13/07/2017, devant le jury composé de :

<b>Mm Akila FRAHI-AMROUN</b>	Professeur	à l'USTHB	Présidente
<b>Mr Ahcene BOUABDALLAH</b>	Professeur	à l'USTHB	Directeur de thèse
<b>Mr Mustapha BOUHADEF</b>	Professeur	à l'USTHB	Examineur
<b>Mr Slim KADDECHE</b>	Professeur	à l'INSAT/ Tunis	Examineur
<b>Mr Hamid OUALLI</b>	Professeur	à l'EMP/ Bordj el-Bahri	Examineur
<b>Mr Yacine LAGHOUATI</b>	Maitre de conférences A	à l'USTO/ Oran	Examineur

**UNIVERSITE DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE  
HOUARI BOUMEDIENNE**

**Laboratoire de thermodynamique et systèmes énergétiques  
Faculté de Physique**

**Effets combinés d'un champ magnétique externe et de la déformation  
radiale d'un cylindre sur l'allée tourbillonnaire de von-Karman(\*)**

**RESUME DE THESE DE DOCTORAT**

Présenté par

**Mohammed AISSA (\*\*)**

**Résumé**

L'étude de l'écoulement autour d'un cylindre placé dans un milieu infini a fait l'objet de nombreuses investigations sur le plan expérimental et théorique en vue d'analyser le processus de déclenchement d'une instabilité -onde instationnaire- qu'on appelle allée tourbillonnaire de von-Karman. Le choix de l'utilisation de cette géométrie découle essentiellement de sa simplicité et de la richesse phénoménologique en raison des modes et régimes d'écoulements qui apparaissent en aval du cylindre. Dans la pratique industrielle, l'écoulement derrière un obstacle cylindrique est fréquemment rencontré de sorte que la connaissance approfondie et le contrôle de ce type d'écoulement s'avèrent indispensables dans la maîtrise des principaux paramètres régissant l'écoulement qui en résulte afin d'évaluer ses conséquences sur la stabilité des structures aérodynamique, aéronaval, dimensionnement des ponts et ouvrages d'art, etc... En particulier, dans le domaine de l'aviation civile on a estimé qu'une réduction de la trainée autour du profil d'aile de l'ordre de 60-70%, peut occasionner une économie d'énergie évaluée à 70 milliards de dollars par an pour l'Europe et les Etats Unis.

Il s'agit de réaliser une investigation dans les trois directions suivantes :

- Le contrôle actif en écoulement aérodynamique par variation des fréquences vibratoires radiales appliqué au cylindre considéré.
- La détermination d'une loi de comportement d'un champ magnétique externe appliqué en fonction de différentes perméabilités magnétiques en régime statique (Magnétostatique).
- Le contrôle d'un écoulement instationnaire selon un champ magnétique externe en fonction des perméabilités magnétiques imposées (Magnétohydrodynamique).

Dans ces conditions, on aboutit aux résultats suivants :

Détermination d'une fréquence de pulsation radiale optimale à  $F=3Fn$  qui est susceptible de réduire la trainée d'un taux de 37% environ permettant d'augmenter la portance avec suppression du phénomène de Lock-on (Accrochage en fréquences conduisant à la résonance).

Réduction considérable de la trainée par application d'un champ magnétique externe et, dans certain cas, produire une autopropulsion lorsqu'on impose une perméabilité magnétique du cylindre inférieure à celle du fluide.

Ces résultats prometteurs vont donner lieu à un prolongement de nos travaux dans un domaine d'étendue finie et de perméabilités différentes tout en combinant les techniques de contrôle actif de type vibratoire-champ magnétique.

**Mots clés :** Déformation radiale, Allées tourbillonnaire de von Karman, Champ magnétique, Perméabilité magnétique, Sillage

(\*) Thèse de Doctorat de Physique

(\*\*) Directeur de Thèse : Pr. A. BOUABDALLAH, USTHB.

The study of the flow around a cylinder placed in an infinite medium has been the subject of numerous experimental and theoretical investigations in order to analyzing the starting instability process – unsteady waves-, that called von-Karman eddies street. The choice of the use of this geometry stems essentially from its simplicity and the phenomenological richness because of the modes and regimes of flows that appear downstream of the cylinder. In industrial practice, the flow behind a cylindrical obstacle is frequently encountered so that thorough knowledge and control of this type of flow is indispensable in controlling the main parameters governing the resulting flow in order to evaluate its consequences on the stability of the structures aerodynamic, **air carrier**, sizing of the bridges and structures, etc ....

[m.aissa@uraer.dz](mailto:m.aissa@uraer.dz)

nedjma

**UNIVERSITY OF SCIENCES AND TECHNOLOGIE HOUARI  
BOUMEDIENNE**

**Laboratory of the thermodynamic and energetically systems  
Faculty of Physics**

**Combined effects of an external magnetic field and the cylinder radial  
deformation on the von-Karman streets eddies (\*)**

**DOCTORAT THESIS RESUME**

Presented by

**Mohammed AISSA (\*\*)**

**Résumé**

The study of the flow around a cylinder placed in an infinite medium has been the subject of numerous experimental and theoretical investigations in order to analyze the starting instability process – unsteady waves-, called von-Karman eddies street. The choice of this geometry stems essentially from its simplicity and the phenomenological richness because of the modes and regimes of the flows that appear downstream of the cylinder. In industrial practice, the flow behind a cylindrical obstacle is frequently encountered so that thorough knowledge and control of this type of flow is indispensable in controlling the main parameters governing the resulting flow in order to evaluate its consequences on the stability of the aerodynamic, aero-naval structures, sizing of the bridges and structures, etc .... Dimensioning of bridges and civil engineering structures, etc. In particular, in the field of civil aviation, it has been estimated that a reduction in the drag around the wing profile about 60-70% to save energy until at 70 billion of dollars of a year for Europe and the United States.

It's about doing an investigation in the following three directions:

- The active control in aerodynamic flow by the variation of the radial vibratory frequencies applied to the cylinder considered.
- The determination of a constitutive law of an external magnetic field applied as a function of different magnetic permeabilities under static conditions (magneto-statics).
- The control of an unsteady flow according to an external magnetic field when the magnetic permeability is imposed (Magneto hydrodynamics MHD).

Under these conditions, we obtain the following results:

Determination of an optimal radial pulsation frequency at  $F = 3Fn$  which is capable of reducing the drag of a rate of approximately 37% and allowing lift to be increased with suppression of the Lock-on phenomenon (Frequency snapping leading to resonance ).

Significant drag reduction by applying an external magnetic field and, in some cases, producing self-propulsion when the imposed cylinder magnetic permeability is lower than that of the fluid.

These promising results will lead to an extension of our work in a field of finite extent and different permeabilities while combining the active control techniques vibratory and magnetic field.

**Key words:** Radial Deformation, von Karman Eddies Street, Magnetic Field, Magnetic Permeability, Cylinder Wake.

(\*) Doctorate Thesis in Sciences

(\*\*) Thesis Subadvisor: Pr. A. BOUABDALLAH, USTHB.

# جامعة العلوم والتكنولوجيا هواري بومدين

## مخبر الديناميكا الحرارية والأنظمة الطاقوية كلية الفيزياء

الآثار المشتركة للمجال المغناطيسي الخارجي والتغير القطري للاسطوانة على درب دوامات  
فون- كارمان (\*)

### ملخص أطروحة الدكتوراه

مقدمة من طرف

محمد عيسى (\*\*)

### ملخص

قد كانت دراسة التدفق حول الاسطوانة في وسط لانهازي موضوع العديد من البحوث التجريبية والنظرية بهدف تحليل عملية إثارة عدم الاستقرار - موجة غير مستقرة - ويسمى درب دوامات فون- كارمان. إن اختيار استخدام هذه الهندسة ينبع أساسا من بساطته والغنى بالظواهر بسبب أنماط وأنظمة التدفق التي يظهرها المصب من الاسطوانة. في التطبيقات الصناعية، كثيرا ما نواجه التدفق وراء حاجز أسطواني، بحيث أن المعرفة والسيطرة على هذا النوع من التدفق لا غنى عنه في السيطرة على المعايير الرئيسية التي تحكم تدفق الناتجة من أجل تقييم أثرها على استقرار الهياكل الهوائية، والطيران البحري، تصميم الجسور والهياكل، الخ ... في وجه الخصوص، في مجال الطيران المدني أنه قد قدر انخفاض قوة الكبح من 60-70٪، الذي بدوره يمكن أن يسبب توفير الطاقة المقدرة ب 70 مليار دولار سنويا لأوروبا والولايات المتحدة.

ويتعين عليها إجراء تحقيق في الاتجاهات الثلاثة التالية:

- السيطرة النشطة في تدفق الموائع عن طريق تغيير الترددات الاهتزازية القطرية المطبقة على الاسطوانة.
- تحديد قانون تأسيسي لحقل مغناطيسي خارجي يطبق كدالة لنفاذية مغناطيسية مختلفة تحت ظروف ثابتة (مغناطيسية).
- السيطرة على تدفق غير مستقر وفقا لمجال مغناطيسي خارجي وللنفاذية المغناطيسية المفروضة (ماغنيتو-هيدروديناميكية).

في ظل هذه الظروف، يتم الحصول على النتائج التالية:

تحديد تردد اهتزازي قطري أمثل في  $F = 3Fn$  التي هي قادرة على الحد من قوة الكبح بمعدل حوالي 37٪ مما يسمح في زيادة القوة الرافعة مع الحد من ظاهرة التداخل الاهتزازي (التجاوب).

تخفيض كبير من قوة الكبح عن طريق تطبيق مجال مغناطيسي خارجي، وفي بعض الحالات، قد يؤدي الى الدفع الذاتي عندما يتم فرض نفاذية مغناطيسية للاسطوانة أصغر من النفاذية المغناطيسية للمائع.

هذه النتائج الواعدة سوف تؤدي إلى تمديد عملنا في مجال محدود المدى ونفاذية مختلفة مع الجمع بين تقنيات التحكم النشطة الاهتزازية و المجال المغناطيسي.

الكلمات الرئيسية: اهتزازي قطري ، دروب فون كارمان، المجال المغناطيسي، النفاذية المغناطيسية، أعقاب

(\*) رسالة دكتوراه في العلوم

(\*\*) مدير الرسالة: أ. بوعبدالله، (ج ه ب ع ت)