

Interaction entre un écoulement à surface libre et un obstacle émergeant : Étude expérimentale de la structure du tourbillon en fer à cheval.

Launay Gaby
gaby.launay@insa-lyon.fr

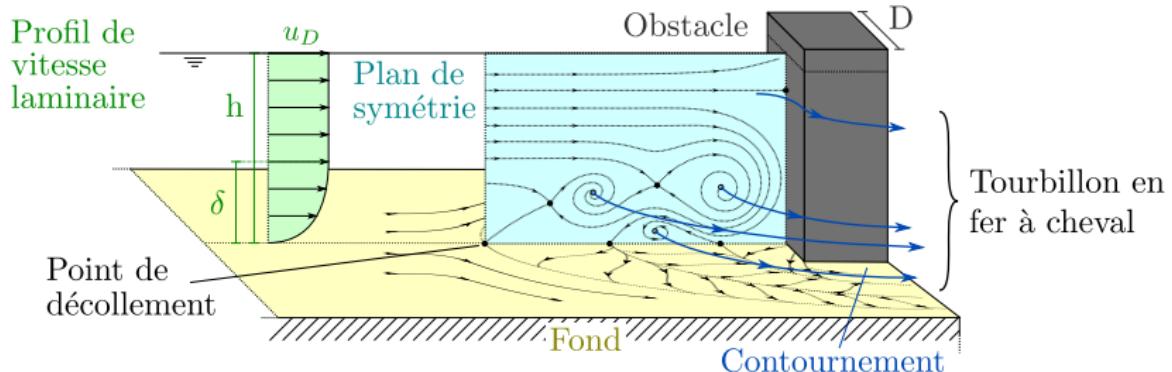
Laboratoire : LMFA
Directeur de thèse : R. Perkins (Pr. ECL)
Co-directeurs de thèse : N. Rivière (Pr. INSA)
: E. Mignot (M.d.C. INSA)

21 mars 2017



Introduction

Contexte



Affouillement



Source : www.usgs.com

Inondations urbaines

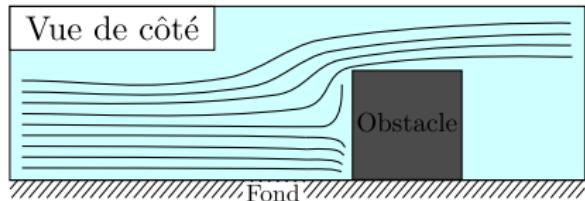


Source : www.gallery4share.com

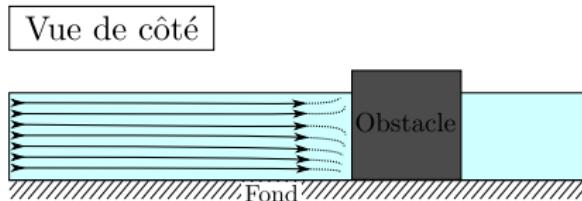
Introduction

État de l'art et objectifs

Obstacle immergé



Obstacle émergeant



- Littérature abondante

- Baker (de 1978 à 1991)
- Ballio et al (1995)

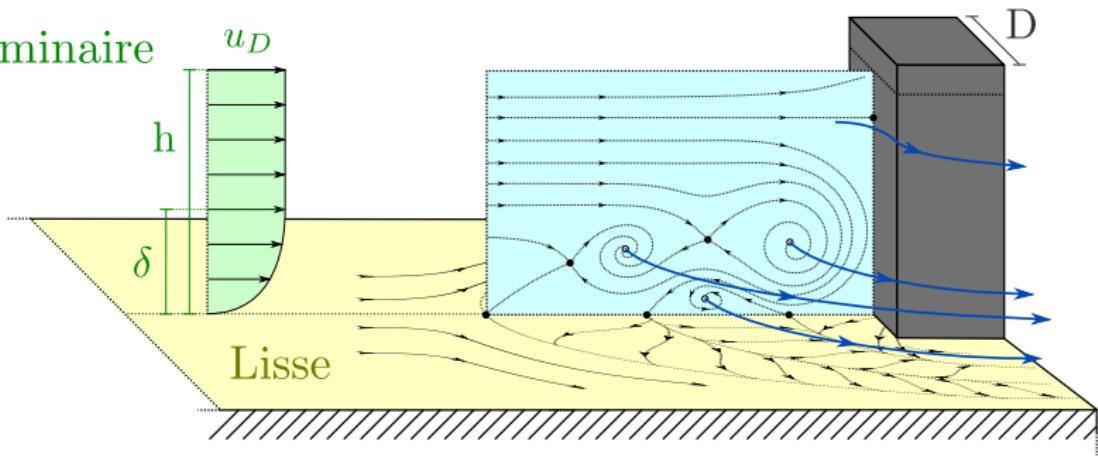
- Pas d'études exhaustives
- Manque d'études pour D/h important

Plan d'étude

- Étude paramétrique de l'évolution des régimes
- Étude fine des régimes de fonctionnement

Analyse dimensionnelle

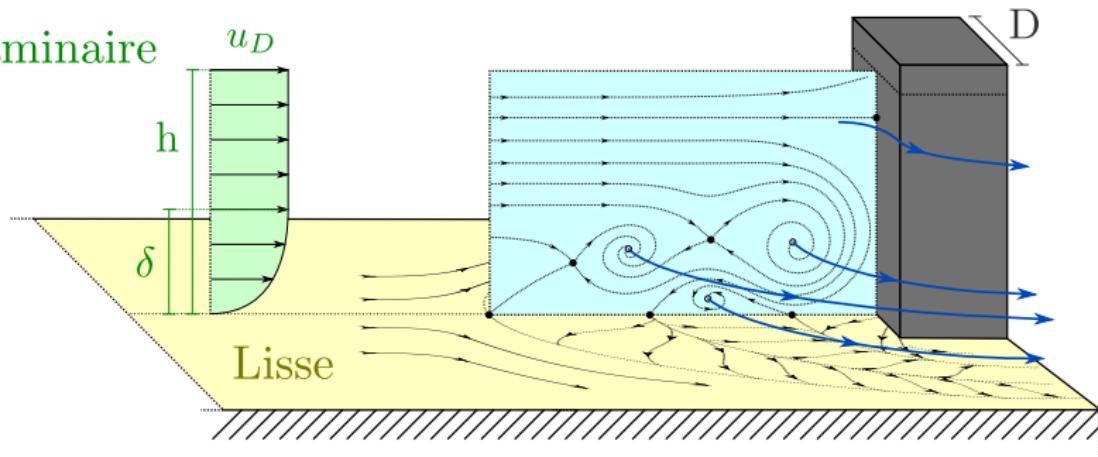
Laminaire



Paramètres

- D : Taille de l'obstacle [m]
- h : Hauteur d'eau [m]
- δ : Épaisseur de CL [m]
- u_D : Vitesse débitante [m/s]

Laminaire



Paramètres

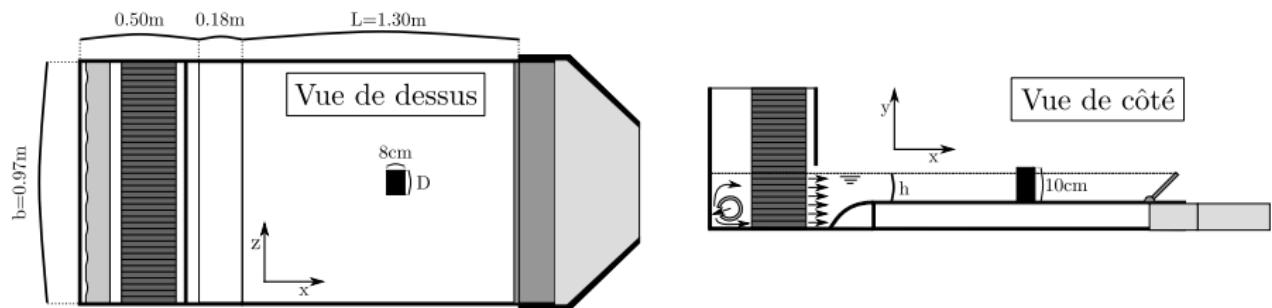
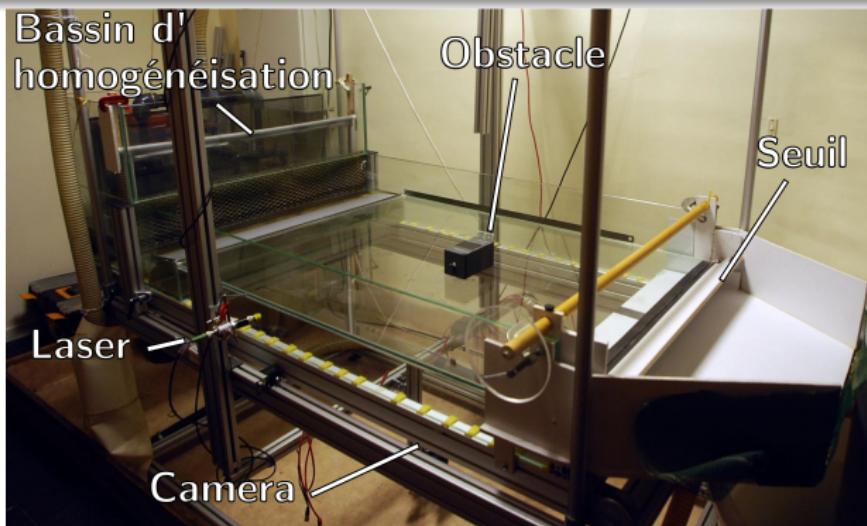
D	: Taille de l'obstacle	[m]
h	: Hauteur d'eau	[m]
δ	: Épaisseur de CL	[m]
u_D	: Vitesse débitante	[m/s]

Paramètres adimensionnels

Re_h	: Nombre de Reynolds sur le diamètre hydraulique
h/δ	: Développement de la CL
D/h	: Rapport d'aspect
\mathcal{F}_k	: Négligé car < 0.3

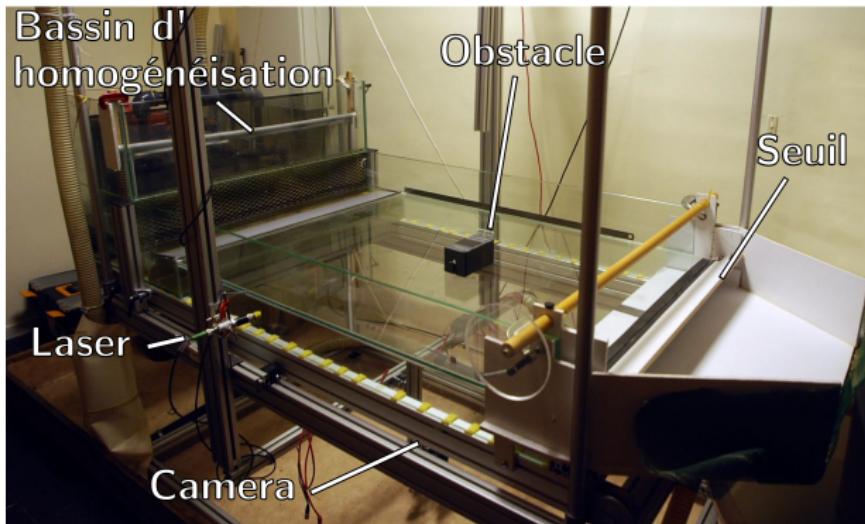
Dispositif expérimental

Cuve



Dispositif expérimental

Cuve



Domaine d'étude

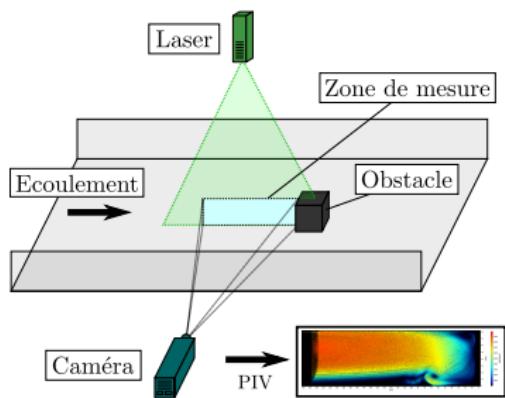
Re_h :	1000	à	8500
h/δ :	1	à	4
D/h :	1	à	2.33

Dispositif expérimental

Moyens de mesure

- Mesures optiques

- Trajectographies
- PIV



Dargahi (1989)

Plan de symétrie



Flow

Plan horizontal

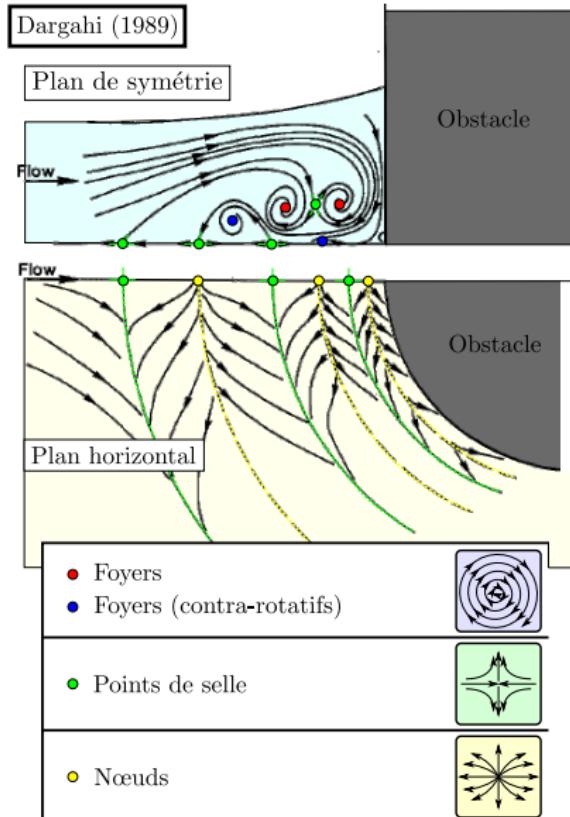
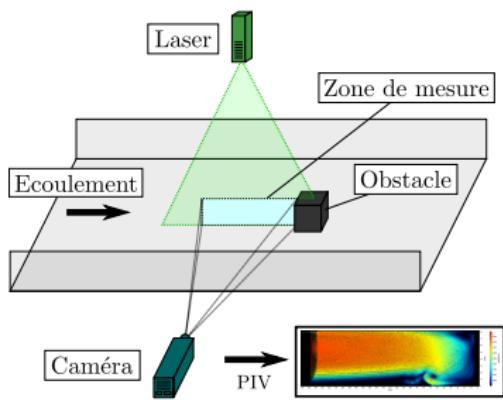


Dispositif expérimental

Moyens de mesure

- Mesures optiques
 - Trajectographies
 - PIV

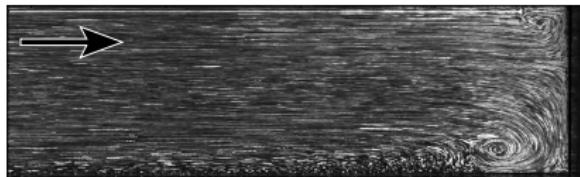
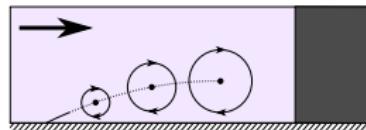
- Analyse
 - Extraction des points critiques



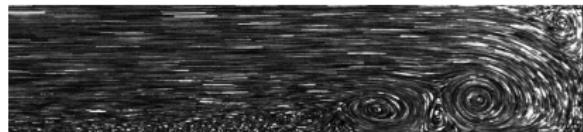
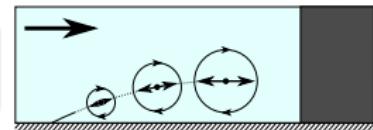
Résultats

Régimes de fonctionnement : Typologie de Lin et al (2008)

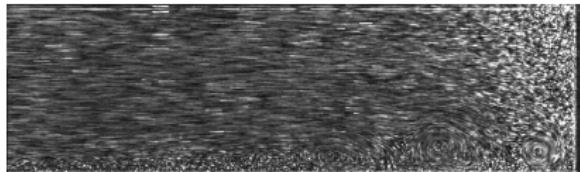
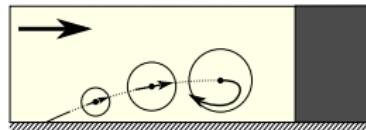
Régime stable



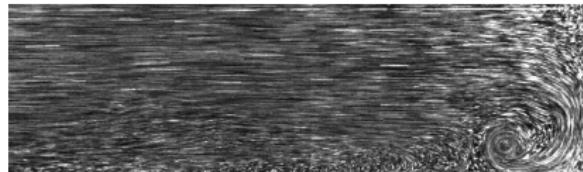
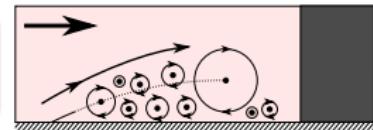
Régime oscillant



Régime cyclique



Régime chaotique



Résultats

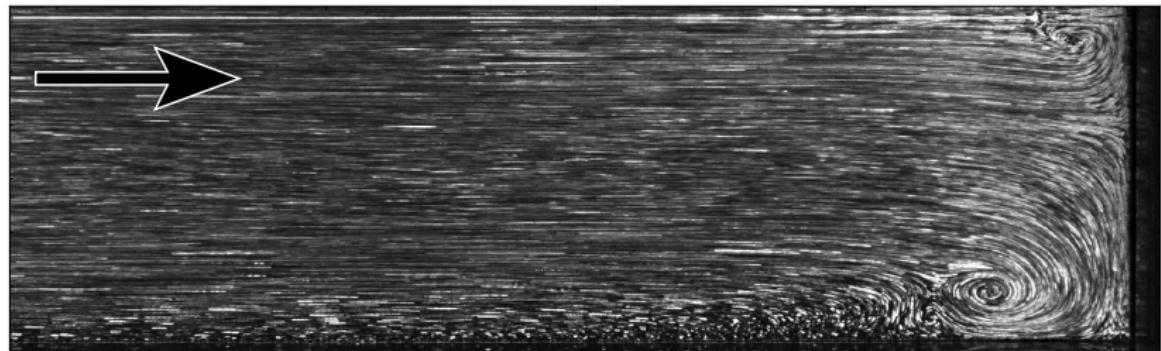
Régime stable

Stable

Oscillant

Cyclique

Chaotique

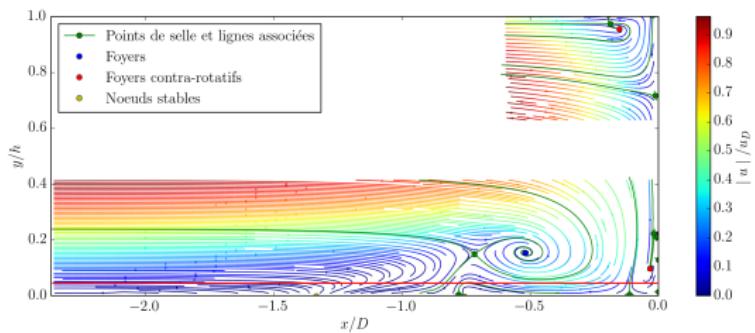


- Vortex clairement identifiables
- Centres des vortex stationnaires

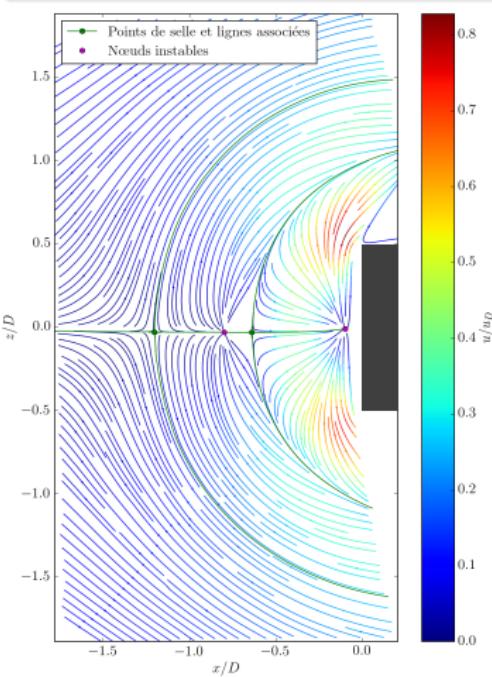
Résultats

Régime stable

Plan de symétrie



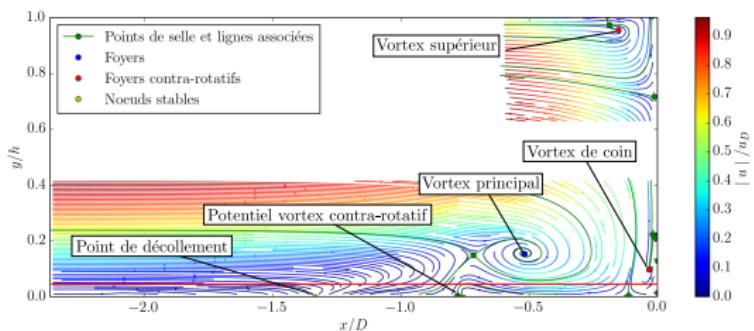
Plan horizontal ($y/h = 0.02$)



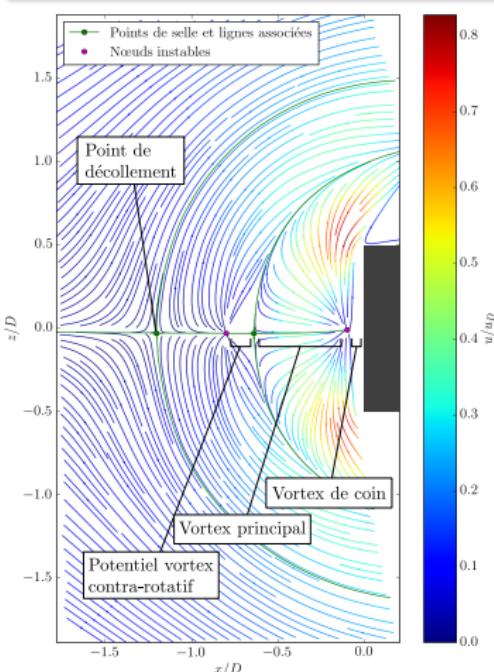
Résultats

Régime stable

Plan de symétrie



Plan horizontal ($y/h = 0.02$)



• Structures classiques

- Vortex et vortex contra-rotatif
(Lin et al, 2008)
- Vortex de coin
(Escauriaza et al, 2011)

• Nouvelles structures

- Forme des lignes de séparations
- Vortex supérieur

Résultats

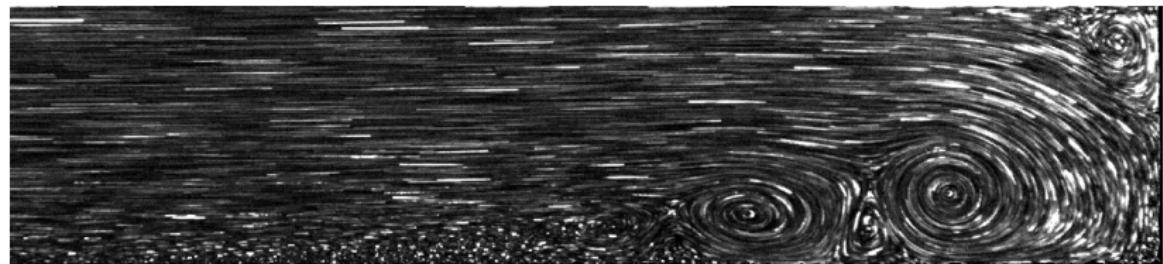
Régime oscillant

Stable

Oscillant

Cyclique

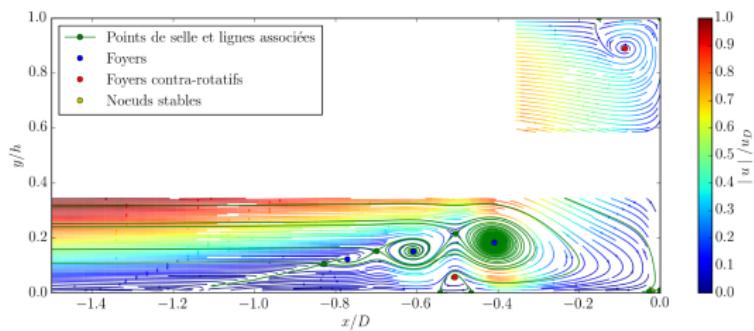
Chaotique



- Vortex clairement définis
- Centres des vortex oscillants

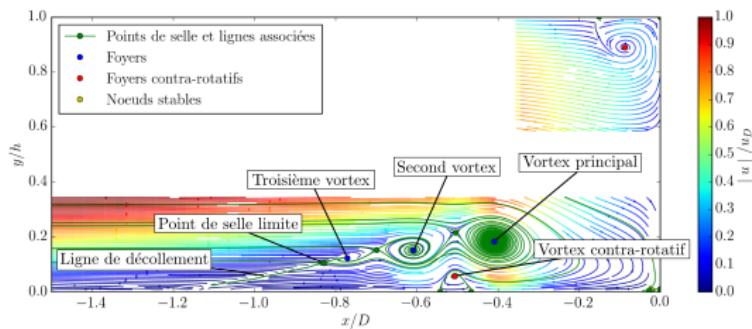
Résultats

Régime oscillant



Résultats

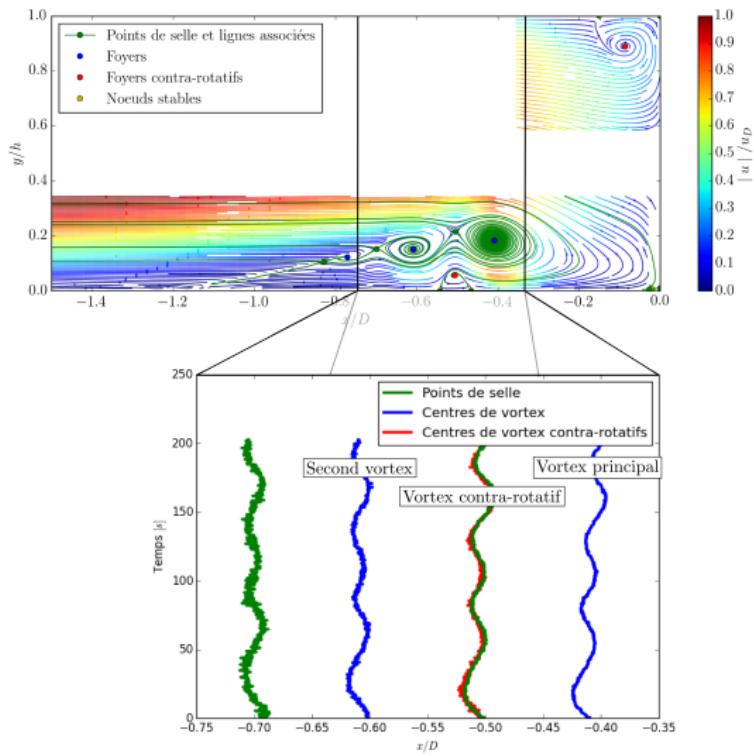
Régime oscillant



Résultats

Régime oscillant

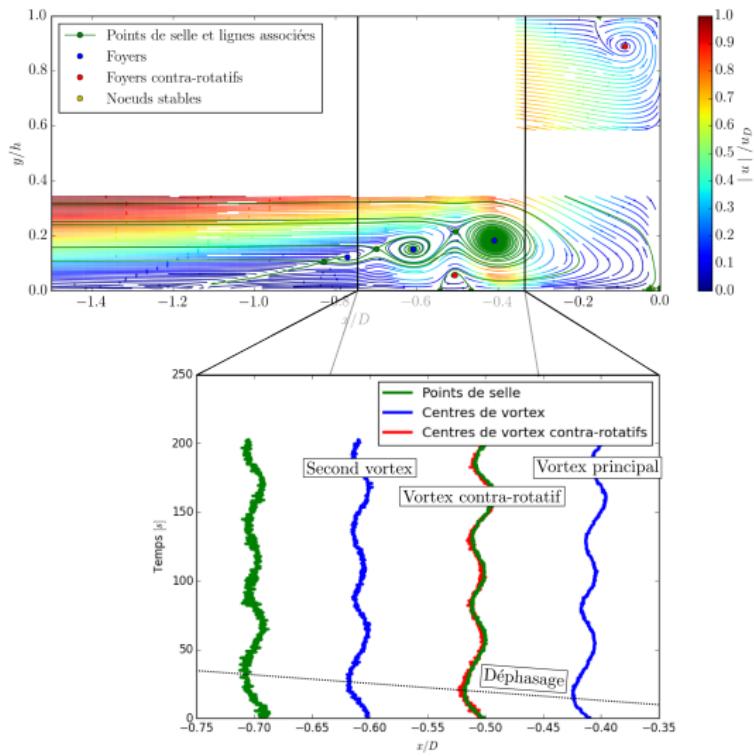
- Oscillation partagée à 0.018Hz



Résultats

Régime oscillant

- Oscillation partagée à 0.018Hz
- Déphasage
- Vitesse de propagation de la perturbation de $0.21 U_D$



Résultats

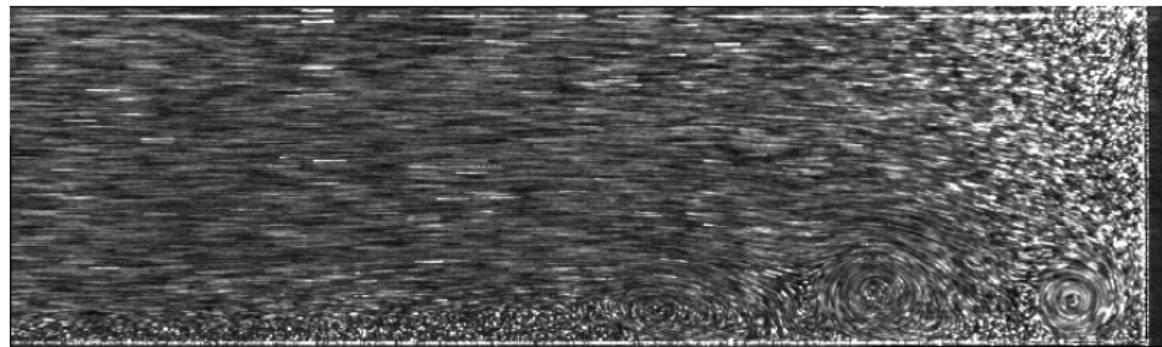
Régime cyclique

Stable

Oscillant

Cyclique

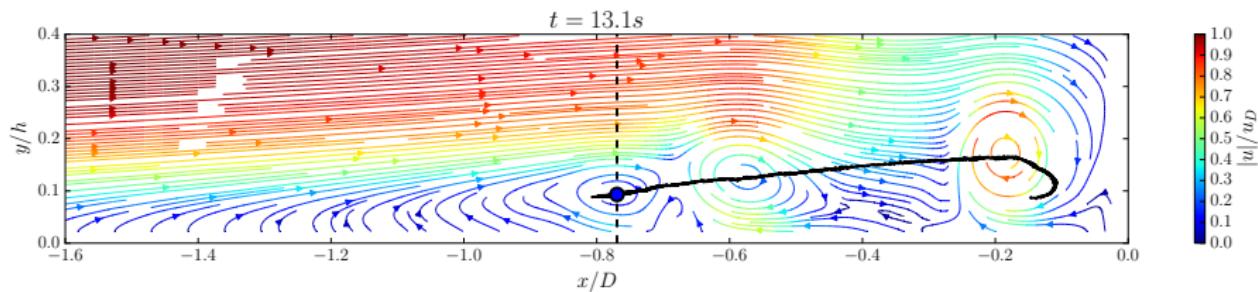
Chaotique



- Vortex clairement définis
- Création de vortex au point de décollement
- Fusion ou dissipation périodique des vortex près de l'obstacle

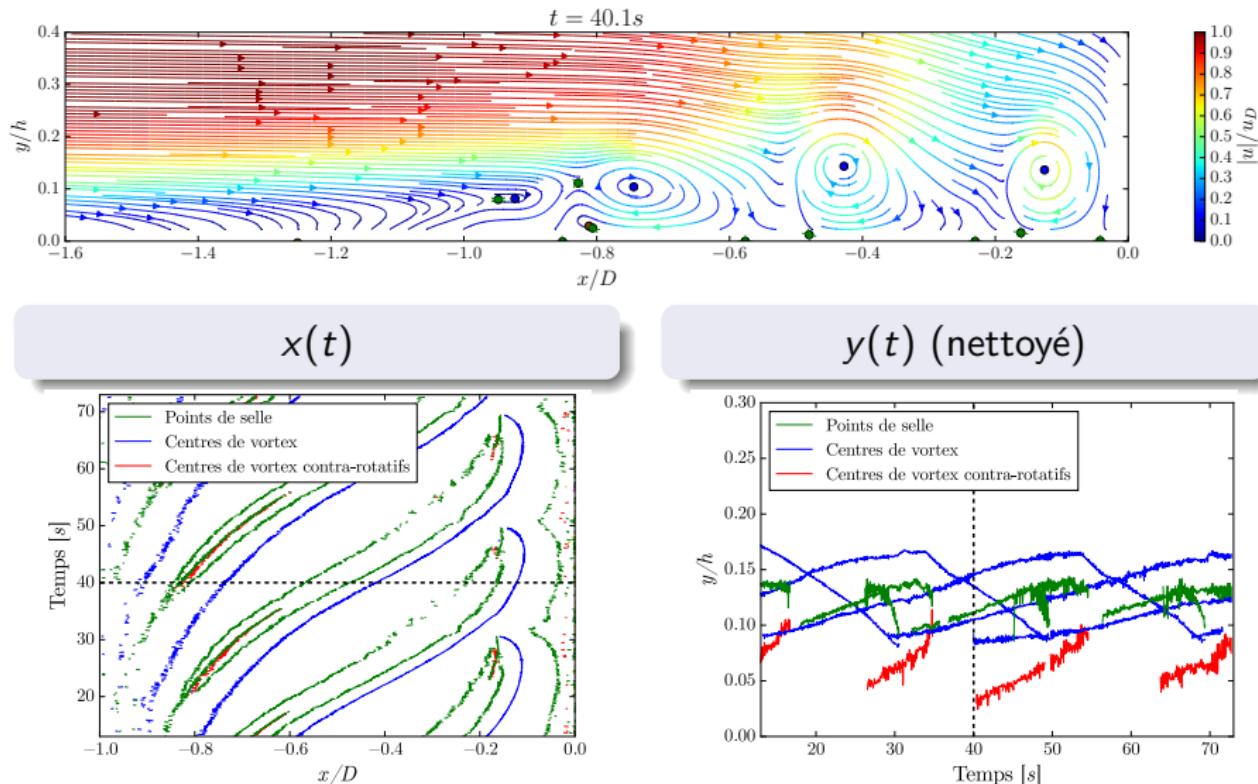
Résultats

Régime cyclique



Résultats

Régime cyclique



Résultats

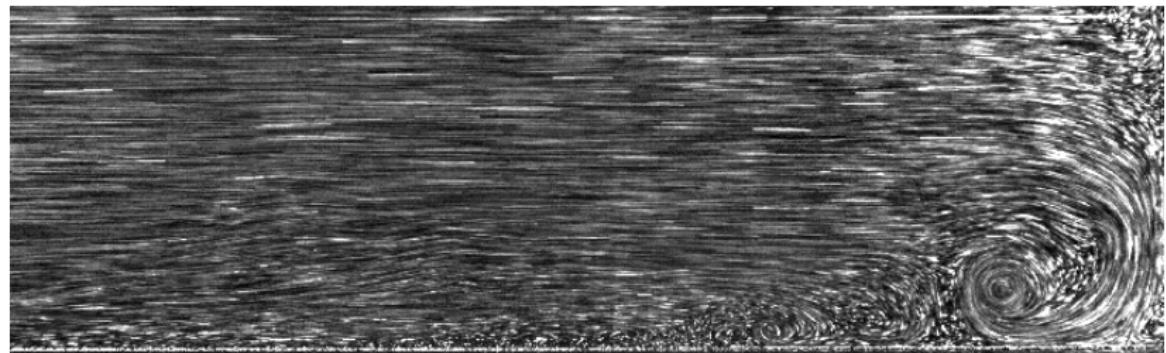
Régime chaotique

Stable

Oscillant

Cyclique

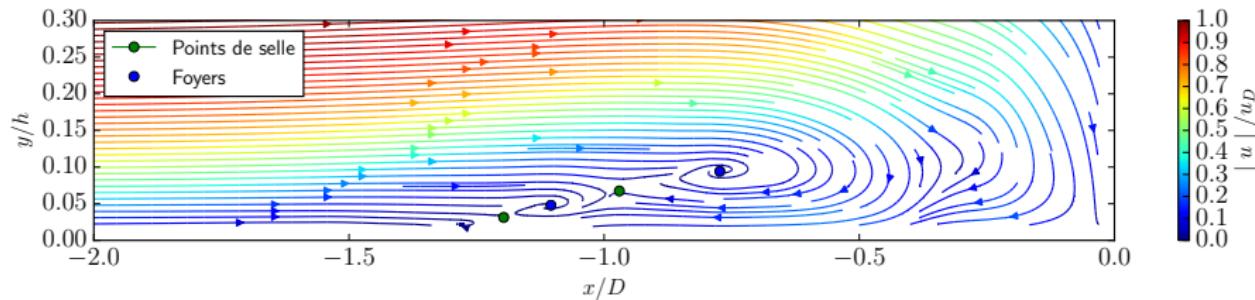
Chaotique



- Identification complexe des vortex
- Écoulement fortement tri-dimensionnel

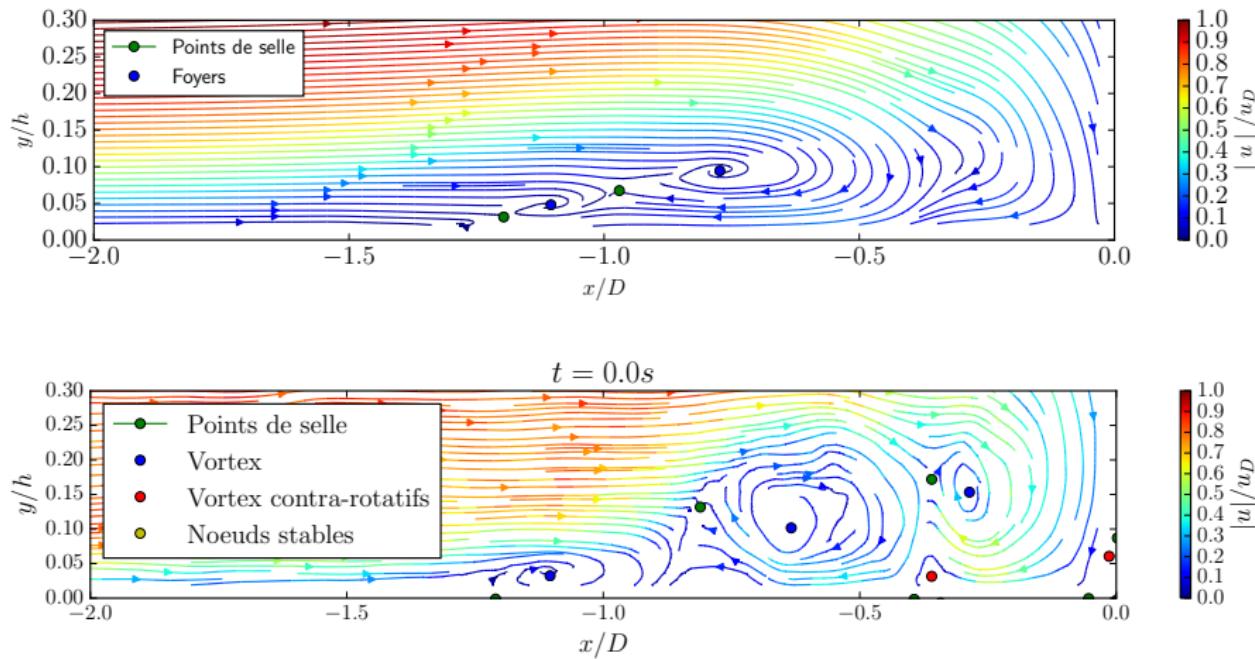
Résultats

Régime chaotique



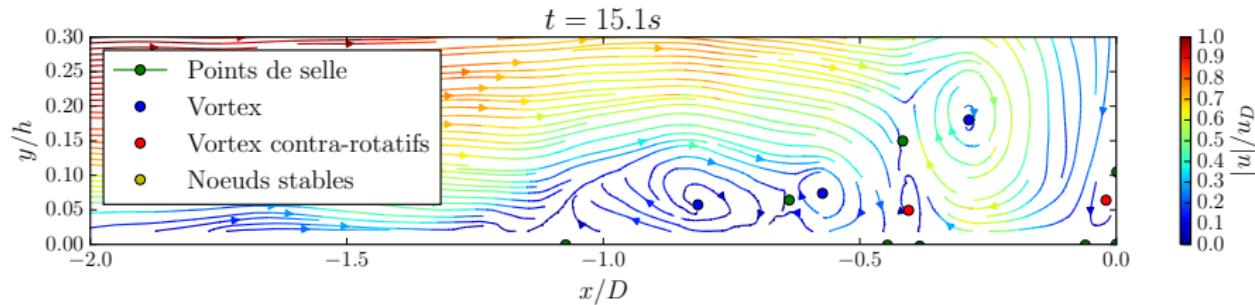
Résultats

Régime chaotique



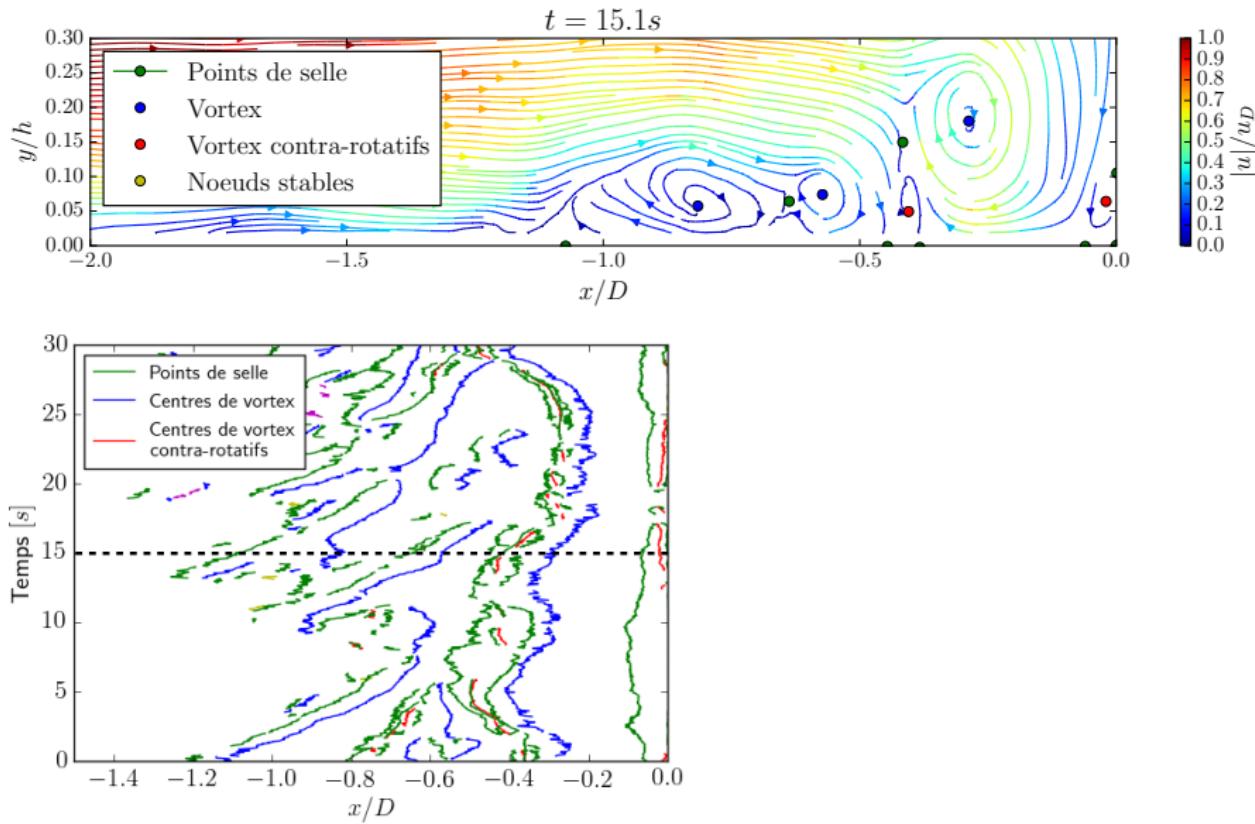
Résultats

Régime chaotique



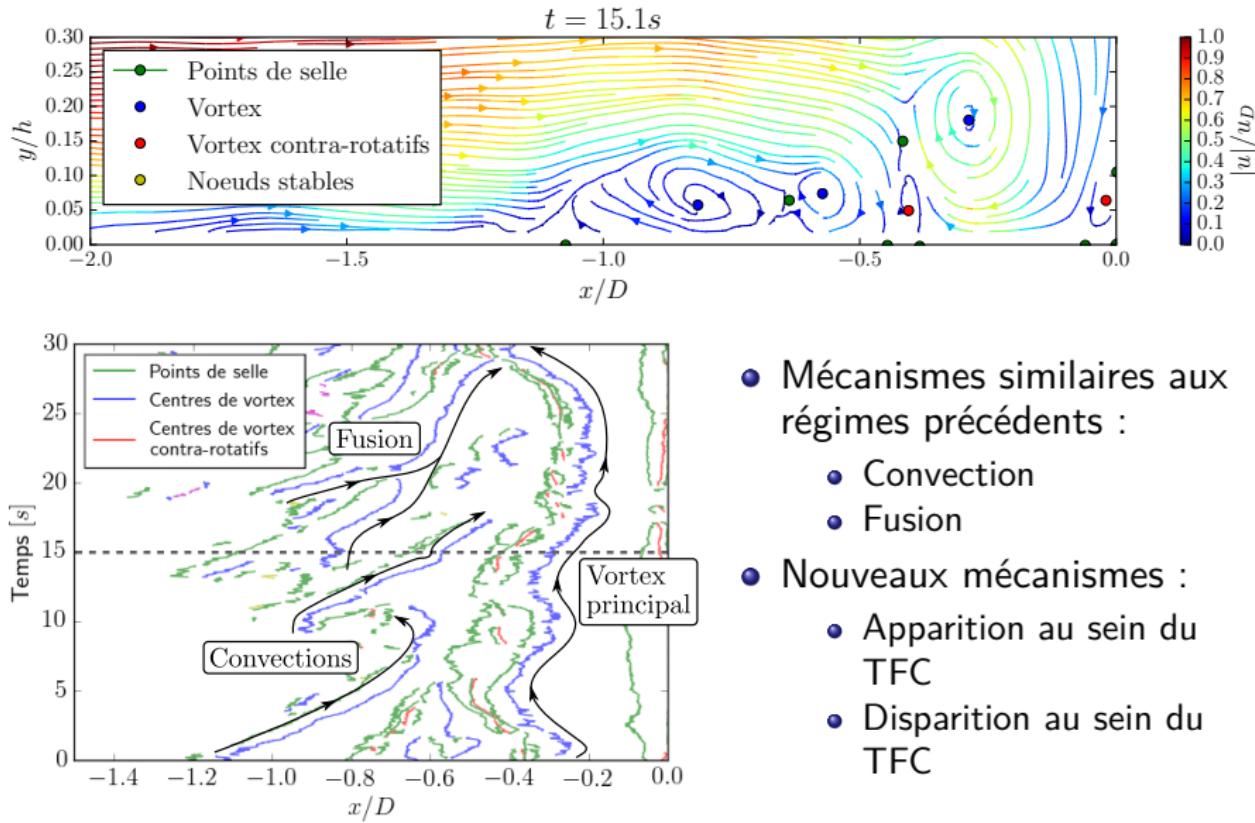
Résultats

Régime chaotique



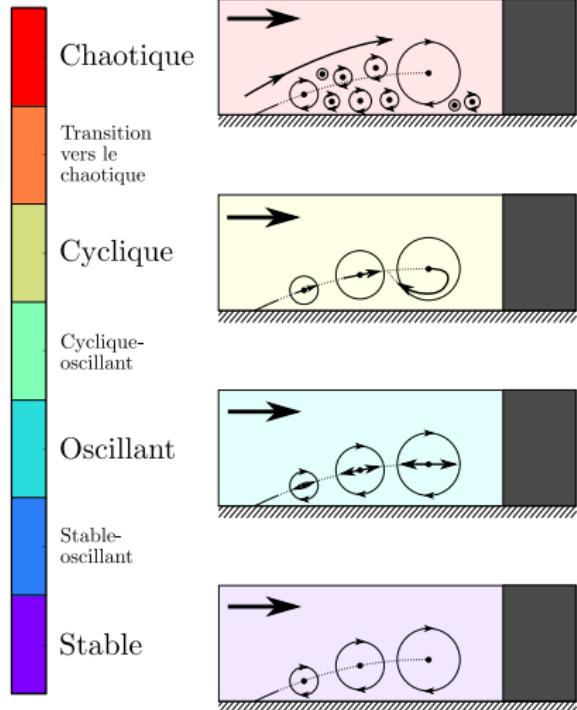
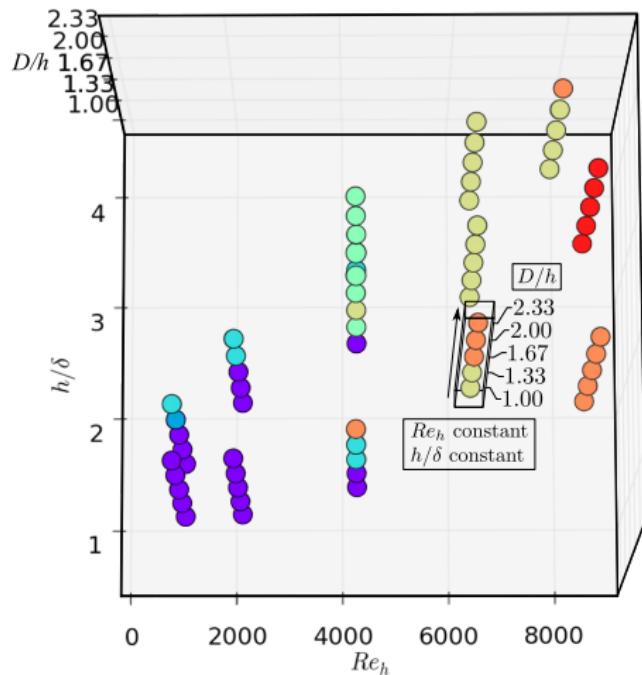
Résultats

Régime chaotique



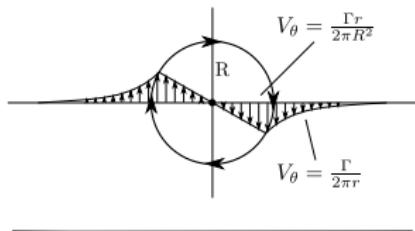
Résultats

Évolution des régimes

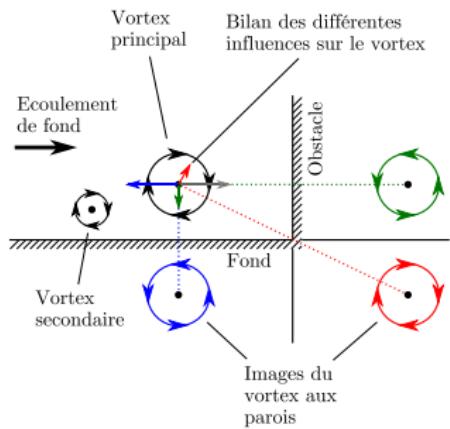


- Étude paramétrique
 - Dépendance aux 3 paramètres AD
(Contrairement à Lin et al (2008)).
- Régimes de fonctionnement
 - Similarités avec la littérature
 - Observation des transitions
- Impact du rapport d'aspect D/h
 - Présence du vortex supérieur
 - Confinement de la CL
- Perspective
 - Explication des transitions de régime
(modèles analytiques)
 - Étudier les autres caractéristiques du TFC.

Vortex de Rankine



Modèle analytique



Interaction entre un écoulement à surface libre et un obstacle émergeant : Étude expérimentale de la structure du tourbillon en fer à cheval.

Launay Gaby
gaby.launay@insa-lyon.fr

Laboratoire : LMFA
Directeur de thèse : R. Perkins (Pr. ECL)
Co-directeurs de thèse : N. Rivière (Pr. INSA)
: E. Mignot (M.d.C. INSA)

21 mars 2017