

**Soutenance**  
M. Glesser

**Motivations**

Problématique  
les S.A.E.

**Disp. expé.**

Description  
Qualification

**Modèle**

Modèles  
existants

Chp. acou.

Chp. vort.

Modèle  
complet

**Son de fente**

Couplage

Contrainte  
aéroacoustique

Bilan

**Conclusion et  
perspectives**

# Sons auto-entretenus produits par l'interaction d'un jet plan avec une plaque fendue : étude expérimentale et modélisation du couplage avec un résonateur

M. Glesser

LEPTAB  
Université de La Rochelle

Soutenance de thèse - 30 novembre 2006

# Préambule

La boucle d'auto-entretien [Rockwell & Naudascher 1979, Blake et Powell 1986]

**Soutenance**  
M. Glessier

**Motivations**

Problématique  
les S.A.E.

**Disp. expé.**

Description  
Qualification

**Modèle**

Modèles  
existants

Chp. accou.

Chp. vort.

Modèle  
complet

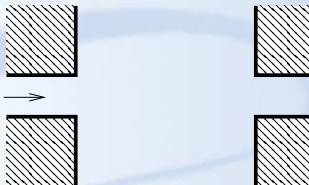
**San de fente**

Couplage

Contrainte  
aéroacoustique

Bilan

**Conclusion et  
perspectives**



# Préambule

La boucle d'auto-entretien [Rockwell & Naudascher 1979, Blake et Powell 1986]

**Soutenance**  
M. Glessier

**Motivations**

Problématique  
les S.A.E.

**Disp. expé.**

Description  
Qualification

**Modèle**

Modèles  
existants

Chp. accou.

Chp. vort.

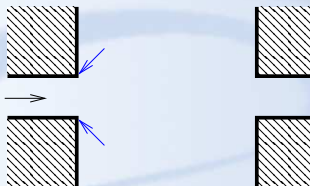
Modèle  
complet

**Son de fonte**

Couplage  
Contrainte  
aéroacoustique

Bilan

**Conclusion et  
perspectives**



**Perturbation de  
l'écoulement**

# Préambule

La boucle d'auto-entretien [Rockwell & Naudascher 1979, Blake et Powell 1986]

Soutenance  
M. Glessier

Motivations

Problématique  
des S.A.E.

Disp. expé.

Description  
Qualification

Modèle

Modèles  
existants

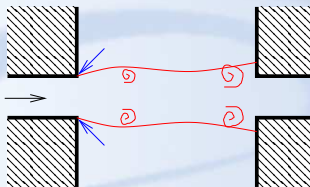
Chp. acou.

Chp. vort.  
Modèle  
complet

Son de fonte

Couplage  
Contrainte  
aéroacoustique  
Bilan

Conclusion et  
perspectives



Perturbation de  
l'écoulement



Amplification par les  
instabilités du jet

# Préambule

La boucle d'auto-entretien [Rockwell & Naudascher 1979, Blake et Powell 1986]

Soutenance  
M. Glesser

Motivations

Problématique  
les S.A.E.

Disp. expé.

Description  
Qualification

Modèle

Modèles  
existants

Chp. acou.

Chp. vort.

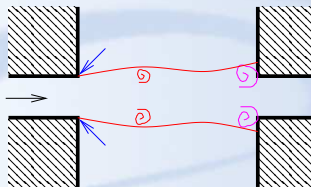
Modèle  
complet

Son de fonte

Couplage  
Contrainte  
aéroacoustique

Bilan

Conclusion et  
perspectives



Perturbation de  
l'écoulement



Amplification par les  
instabilités du jet



Interaction entre le  
jet et l'obstacle

# Préambule

La boucle d'auto-entretien [Rockwell & Naudascher 1979, Blake et Powell 1986]

Soutenance  
 M. Glesser

Motivations

Problématique  
 les S.A.E.

Disp. expé.

Description  
 Qualification

Modèle

Modèles  
 existants

Chp. acou.

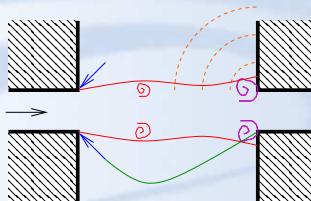
Chp. vort.

Modèle  
 complet

Son de fonte

Couplage  
 Contrainte  
 aéroacoustique  
 Bilan

Conclusion et  
 perspectives



Perturbation de  
 l'écoulement



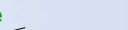
Amplification par les  
 instabilités du jet



Interaction entre le  
 jet et l'obstacle



Perturbation du fluide  
 Rétroaction directe



# Préambule

La boucle d'auto-entretien [Rockwell & Naudascher 1979, Blake et Powell 1986]

Soutenance  
 M. Glesser

Motivations

Problématique  
 les S.A.E.

Disp. expé.

Description  
 Qualification

Modèle

Modèles  
 existants

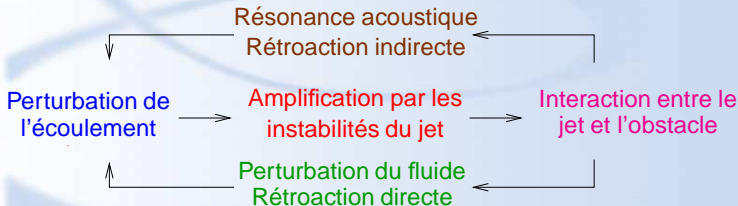
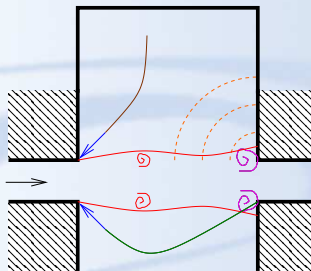
Chp acou.

Chp vort.  
 Modèle  
 complet

Son de fonte

Couplage  
 Contrainte  
 aéroacoustique  
 Bilan

Conclusion et  
 perspectives



# Plan de la présentation

**Soutenance**  
M. Glesser

**Motivations**

Problématique  
les S.A.E.

**Disp. expé.**

Description  
Qualification

**Modèle**

Modèles  
existants

Chp. nou.

Chp. vort.  
Modèle  
complet

**Son de fente**

Couplage  
Contrainte  
aéroacoustique  
Bilan

**Conclusion et  
perspectives**

1 Motivations

2 Dispositif expérimental

3 Développement du modèle

4 Conditions optimales de production du son de fente

5 Conclusion et perspectives



# Plan

**Soutenance**  
M. Glesser

**Motivations**

Problématique  
les S.A.E.

**Disp. expé.**

Description  
Qualification

**Modèle**

Modèles  
existants  
Chp. acou.

Chp. vort.  
Modèle  
complet

**Son de fente**

Couplage  
Contrainte  
aéroacoustique  
Bilan

**Conclusion et  
perspectives**

**1** Motivations

**2** Dispositif expérimental

**3** Développement du modèle

**4** Conditions optimales de production du son de fente

**5** Conclusion et perspectives

# Problématique

Soutenance  
M. Glessier

## Motivations

Problématique  
des S.A.E.

## Disp. expé.

Description  
Qualification

## Modèle

Modèles  
existants

Chp. acou.

Chp. vort.

Modèle  
complet

## Son de fente

Couplage

Contrainte  
aéroacoustique

Bilan

## Conclusion et perspectives

## Contexte

- Emissions sonores des équipements de ventilation
- Sifflements des bouches de soufflage

## Objectifs

- Réduction de bruit
- Développement de méthodes de prédiction
- Approfondir la connaissance des mécanismes de production sonore

## Approches

- Étude expérimentale du son de fente
- Modélisation des interactions entre champ acoustique et écoulement

# Problématique

Soutenance  
M. Glessier

Motivations

Problématique  
des S.A.E.

Disp. expé.

Description  
Qualification

Modèle

Modèles  
existants

Chp acou.

Chp vort.

Modèle  
complet

Son de fente

Couplage

Contrainte  
aéroacoustique

Bilan

Conclusion et  
perspectives

## Contexte

- Emissions sonores des équipements de ventilation
- Sifflements des bouches de soufflage

## Objectifs

- Réduction de bruit
- Développement de méthodes de prédiction
- Approfondir la connaissance des mécanismes de production sonore

## Approches

- Étude expérimentale du son de fente
- Modélisation des interactions entre champ acoustique et écoulement

# Problématique

Soutenance  
M. Glessier

Motivations

Problématique  
les S.A.E.

Disp. expé.

Description  
Qualification

Modèle

Modèles  
existants

Chp acou.

Chp vort.

Modèle  
complet

Son de fente

Couplage

Contrainte  
aéroacoustique

Bilan

Conclusion et  
perspectives

## Contexte

- Emissions sonores des équipements de ventilation
- Sifflements des bouches de soufflage

## Objectifs

- Réduction de bruit
- Développement de méthodes de prédiction
- Approfondir la connaissance des mécanismes de production sonore

## Approches

- Étude expérimentale du son de fente
- Modélisation des interactions entre champ acoustique et écoulement

# Problématique

Soutenance  
M. Glessier

Motivations

Problématique  
les S.A.E.

Disp. expé.

Description  
Qualification

Modèle

Modèles  
existants

Chp acou

Chp vort.

Modèle  
complet

Son de fente

Couplage  
Contrainte  
aéroacoustique  
Bilan

Conclusion et  
perspectives

## Contexte

- Emissions sonores des équipements de ventilation
- Sifflements des bouches de soufflage

## Objectifs

- Réduction de bruit
- Développement de méthodes de prédiction
- Approfondir la connaissance des mécanismes de production sonore

## Approches

- Étude expérimentale du son de fente
- Modélisation des interactions entre champ acoustique et écoulement

# Problématique

Soutenance  
M. Glesser

Motivations

Problématique  
les S.A.E.

Disp. expé.

Description  
Qualification

Modèle

Modèles  
existants

Chp. acou.

Chp. vort.  
Modèle  
complet

Son de fente

Couplage  
Contrainte  
aéroacoustique  
Bilan

Conclusion et  
perspectives

## Contexte

- Emissions sonores des équipements de ventilation
- Sifflements des bouches de soufflage

## Objectifs

- Réduction de bruit
- Développement de méthodes de prédiction
- Approfondir la connaissance des mécanismes de production sonore

## Approches

- Étude expérimentale du son de fente
- Modélisation des interactions entre champ acoustique et écoulement

# Problématique

Soutenance  
M. Glesser

Motivations

Problématique  
les S.A.E.

Disp. expé.

Description  
Qualification

Modèle

Modèles  
existants

Chp acou.

Chp vort.

Modèle  
complet

Son de fente

Couplage  
Contrainte  
aéroacoustique

Bilan

Conclusion et  
perspectives

## Contexte

- Emissions sonores des équipements de ventilation
- Sifflements des bouches de soufflage

## Objectifs

- Réduction de bruit
- Développement de méthodes de prédiction
- Approfondir la connaissance des mécanismes de production sonore

## Approches

- Étude expérimentale du son de fente
- Modélisation des interactions entre champ acoustique et écoulement

# Problématique

Soutenance  
M. Glessier

Motivations

Problématique  
les S.A.E.

Disp. expé.

Description  
Qualification

Modèle

Modèles  
existants

Chp. acou.

Chp. vort.  
Modèle  
complet

Son de fente

Couplage  
Contrainte  
aéroacoustique  
Bilan

Conclusion et  
perspectives

## Contexte

- Emissions sonores des équipements de ventilation
- Sifflements des bouches de soufflage

## Objectifs

- Réduction de bruit
- Développement de méthodes de prédiction
- Approfondir la connaissance des mécanismes de production sonore

## Approches

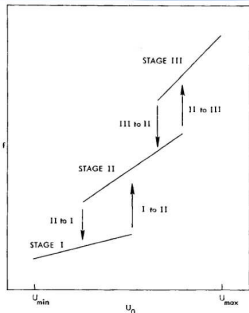
- Étude expérimentale du son de fente
- Modélisation des interactions entre champ acoustique et écoulement



# Les sons auto-entretenus

## Quelques exemples de sons auto-entretenus

### Rétroaction directe son de biseau



[Holger 1977]

[Rossiter 1964] :  $St_L = \frac{f_0 L}{U} = \frac{U_c}{U} (N + a_0)$

- Soutenance  
M. Glesser
- Motivations
- Problématique  
des S.A.E.
- Disp. expé.
- Description
- Qualification
- Modèle
- Modèles  
existants
- Chp acou
- Chp vort.
- Modèle  
complet
- Son de fonte
- Couplage
- Contrainte  
aéroacoustique
- Bilan
- Conclusion et  
perspectives

# Les sons auto-entretenus

Quelques exemples de sons auto-entretenus

Soutenance  
 M. Glesser

Motivations  
 Problématique  
 les S.A.E.

Disp. expé.  
 Description  
 Qualification

Modèle  
 Modèles  
 existants  
 Chp acou  
 Chp vort.  
 Modèle  
 complet

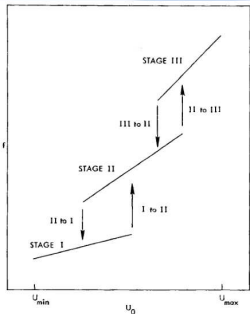
Son de fonte

Couplage  
 Contrainte  
 aéroacoustique

Bilan

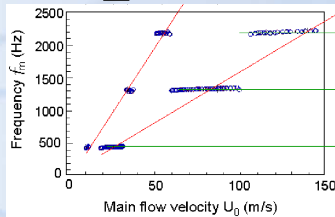
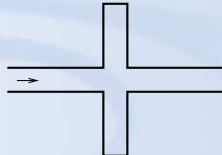
Conclusion et  
 perspectives

## Rétroaction directe son de biseau



[Holger 1977]

## Rétroaction indirecte cavités branchées



[Dequand 2001]

[Rossiter 1964] :  $St_L = \frac{f_0 L}{U} = \frac{U_c}{U} (N + a_0)$

# Les sons auto-entretenus

Le son de fente (1/2)

Soutenance  
 M. Glesser

Motivations

Problématique  
 les S.A.E.

Disp. expé.

Description  
 Qualification

Modèle

Modèles  
 existants

Chp. acou.

Chp. vort.  
 Modèle  
 complet

Son de fente

Couplage  
 Contrainte  
 aéroacoustique  
 Bilan

Conclusion et  
 perspectives



[Ziada 1995]

[Ziada 2001]

[Billon 2003]

- 1 Deux chemins de rétroaction :
  - rétroaction directe pour  $Re = \frac{U.H}{\nu} < 10^4$
  - rétroaction indirecte pour  $Re > 10^4$
- 2 Couplage avec les résonances du conduit de soufflage

# Les sons auto-entretenus

Le son de fente (1/2)

Soutenance  
 M. Glesser

Motivations

Problématique  
 les S.A.E.

Disp. expé.

Description  
 Qualification

Modèle

Modèles  
 existants

Chp. acou.

Chp. vort.  
 Modèle  
 complet

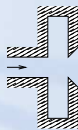
Son de fente

Couplage  
 Contrainte  
 aéroacoustique  
 Bilan

Conclusion et  
 perspectives



[Ziada 1995]



[Ziada 2001]

[Billon 2003]

- 1 Deux chemins de rétroaction :
  - rétroaction directe pour  $Re = \frac{U.H}{\nu} < 10^4$
  - rétroaction indirecte pour  $Re > 10^4$
- 2 Couplage avec les résonances du conduit de soufflage

# Les sons auto-entretenus

## Le son de fente (1/2)

Soutenance  
 M. Glesser

Motivations

Problématique  
 les S.A.E.

Disp. expé.

Description  
 Qualification

Modèle

Modèles  
 existants

Chp acou

Chp vort.  
 Modèle  
 complet

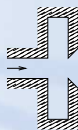
Son de fente

Couplage  
 Contrainte  
 aéroacoustique  
 Bilan

Conclusion et  
 perspectives



[Ziada 1995]



[Ziada 2001]



[Billon 2003]

- 1 Deux chemins de rétroaction :
  - rétroaction directe pour  $Re = \frac{U.H}{\nu} < 10^4$
  - rétroaction indirecte pour  $Re > 10^4$
- 2 Couplage avec les résonances du conduit de soufflage

# Les sons auto-entretenus

## Le son de fente (1/2)

Soutenance  
 M. Glesser

Motivations

Problématique  
 les S.A.E.

Disp. expé.

Description  
 Qualification

Modèle

Modèles  
 existants

Chp acou

Chp vort.  
 Modèle  
 complet

Son de fente

Couplage  
 Contrainte  
 aéroacoustique  
 Bilan

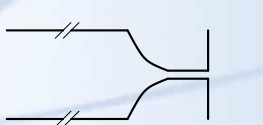
Conclusion et  
 perspectives



[Ziada 1995]



[Ziada 2001]



[Billon 2003]

### 1 Deux chemins de rétroaction :

- rétroaction directe pour  $Re = \frac{U.H}{\nu} < 10^4$
- rétroaction indirecte pour  $Re > 10^4$

### 2 Couplage avec les résonances du conduit de soufflage

# Les sons auto-entretenus

## Le son de fente (1/2)

Soutenance  
 M. Glesser

Motivations

Problématique  
 les S.A.E.

Disp. expé.

Description  
 Qualification

Modèle

Modèles  
 existants

Chp. acou.

Chp. vort.  
 Modèle  
 complet

Son de fente

Couplage  
 Contrainte  
 aéroacoustique  
 Bilan

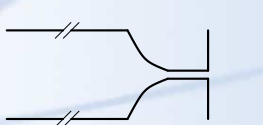
Conclusion et  
 perspectives



[Ziada 1995]



[Ziada 2001]



[Billon 2003]

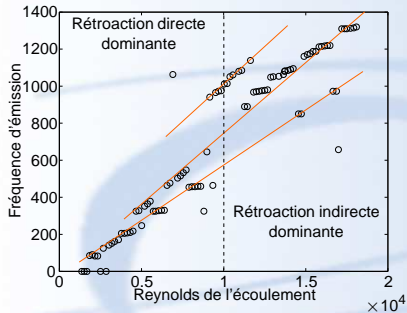
### 1 Deux chemins de rétroaction :

- rétroaction directe pour  $Re = \frac{U.H}{\nu} < 10^4$
- rétroaction indirecte pour  $Re > 10^4$

### 2 Couplage avec les résonances du conduit de soufflage

# Les sons auto-entretenus

## Le son de fente (2/2)



- Couplage possible avec des modes d'ordres élevés du conduit
- Comportement fréquentiel complexe
- Objectif : comprendre le fonctionnement de la source afin d'interpréter ce comportement

Soutenance  
 M. Glesser

Motivations  
 Problématique  
 les S.A.E.

Disp. expé.  
 Description  
 Qualification

Modèle  
 Modèles existants

Chp acou

Chp vort.  
 Modèle complet

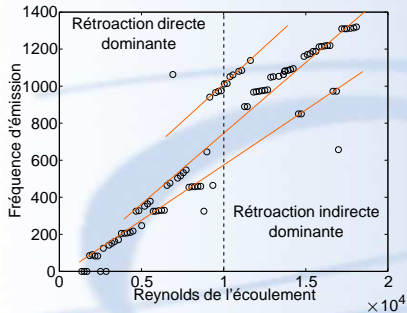
Son de fente  
 Couplage  
 Contrainte  
 aéroacoustique  
 Bilan

Conclusion et perspectives



# Les sons auto-entretenus

## Le son de fente (2/2)



- Couplage possible avec des modes d'ordres élevés du conduit
- Comportement fréquentiel complexe
- Objectif : comprendre le fonctionnement de la source afin d'interpréter ce comportement

Soutenance  
 M. Glesser

Motivations  
 Problématique  
 les S.A.E.

Disp. expé.  
 Description  
 Qualification

Modèle  
 Modèles existants

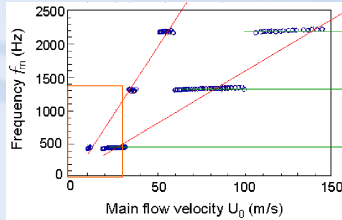
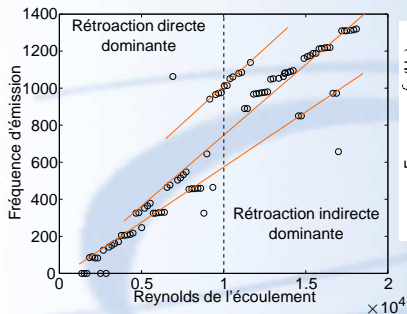
Chp acou  
 Chp vort.  
 Modèle complet

Son de fente  
 Couplage  
 Contrainte  
 aéroacoustique  
 Bilan

Conclusion et perspectives

# Les sons auto-entretenus

## Le son de fente (2/2)



[Dequand 2001]

- Couplage possible avec des modes d'ordres élevés du conduit
- Comportement fréquentiel complexe
- Objectif : comprendre le fonctionnement de la source afin d'interpréter ce comportement

Soutenance  
 M. Glesser

Motivations  
 Problématique  
 les S.A.E.

Disp. expé.  
 Description  
 Qualification

Modèle  
 Modèles  
 existants

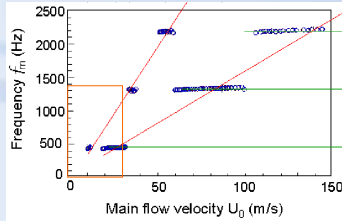
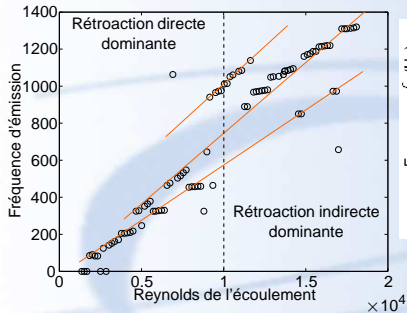
Chp acou  
 Chp vort.  
 Modèle  
 complet

Son de fente  
 Couplage  
 Contrainte  
 aéroacoustique  
 Bilan

Conclusion et  
 perspectives

# Les sons auto-entretenus

## Le son de fente (2/2)



[Dequand 2001]

- Couplage possible avec des modes d'ordres élevés du conduit
- Comportement fréquentiel complexe
- Objectif : comprendre le fonctionnement de la source afin d'interpréter ce comportement

Soutenance  
 M. Glesser

Motivations  
 Problématique  
 les S.A.E.

Disp. expé.  
 Description  
 Qualification

Modèle  
 Modèles existants  
 Chp acou

Chp vort.  
 Modèle complet

Son de fente  
 Couplage  
 Contrainte  
 aéroacoustique  
 Bilan

Conclusion et perspectives

# Plan

## Soutenance M. Glesser

### Motivations

Problématique  
des S.A.E.

### Disp. expé.

Description  
Qualification

### Modèle

Modèles  
existants  
Chp. acou.

Chp. vort.  
Modèle  
complet

### Son de fente

Couplage  
Contrainte  
aéroacoustique  
Bilan

### Conclusion et perspectives

1 Motivations

2 Dispositif expérimental

3 Développement du modèle

4 Conditions optimales de production du son de fente

5 Conclusion et perspectives

# Description du dispositif expérimental

Soutenance  
 M. Glesser

## Motivations

Problématique  
 les S.A.E.

## Disp. expé.

Description

Qualification

## Modèle

Modèles  
 existants

Chp. acou.

Chp. vort.

Modèle  
 complet

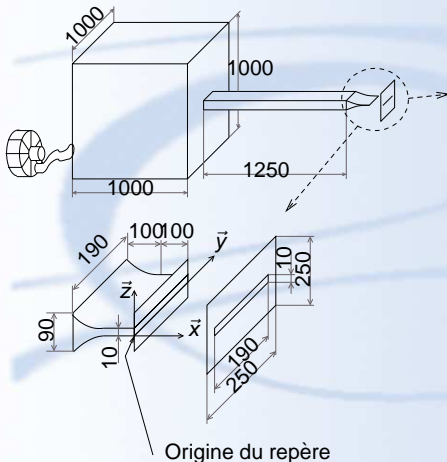
## Son de fonte

Couplage

Contrainte  
 aéroacoustique

Bilan

Conclusion et  
 perspectives



Paramètres :

- $0 < Re \lesssim 2 \cdot 10^4$
- $0 < U < 28 \text{ m/s}$
- $0 < L < 10 \text{ cm}$
- $0 < L/H < 10$

# Description du dispositif expérimental

Soutenance  
 M. Glesser

Motivations  
 Problématique  
 les S.A.E.

Disp. expé.  
 Description  
 Qualification

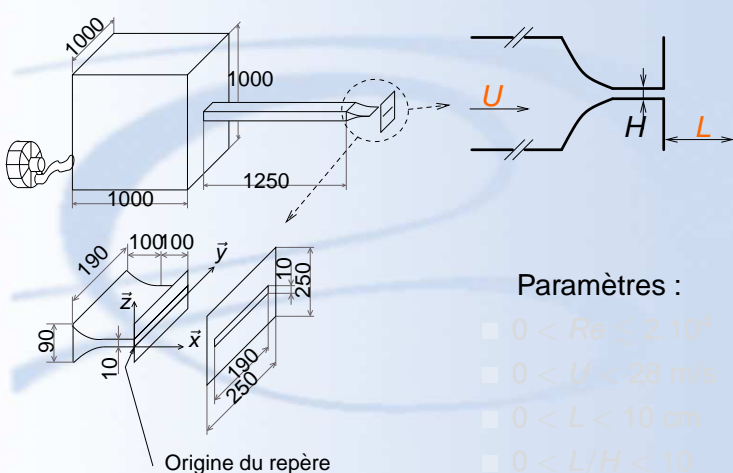
Modèle  
 Modèles  
 existants

Chp acou  
 Chp vort.  
 Modèle  
 complet

Son de fonte

Couplage  
 Contrainte  
 aéroacoustique  
 Bilan

Conclusion et  
 perspectives



Paramètres :

- $0 < Re \lesssim 2 \cdot 10^4$
- $0 < U < 28 \text{ m/s}$
- $0 < L < 10 \text{ cm}$
- $0 < L/H < 10$

# Description du dispositif expérimental

Soutenance  
 M. Glesser

Motivations

Problématique  
 les S.A.E.

Disp. expé.

Description

Qualification

Modèle

Modèles  
 existants

Chp acou

Chp vort.

Modèle  
 complet

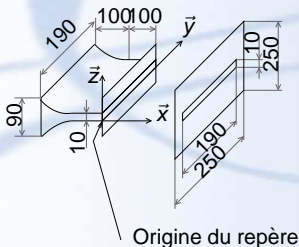
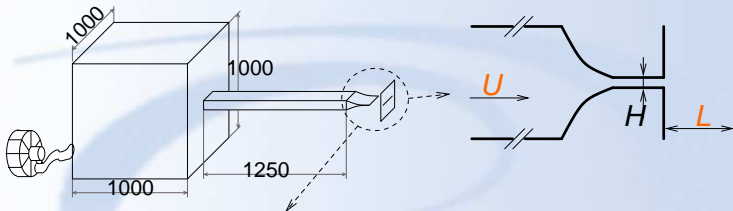
Son de fonte

Couplage

Contrainte  
 aéroacoustique

Bilan

Conclusion et  
 perspectives



Origine du repère

Paramètres :

- $0 < Re \lesssim 2 \cdot 10^4$
- $0 < U < 28 \text{ m/s}$
- $0 < L < 10 \text{ cm}$
- $0 < L/H < 10$

# Description du dispositif expérimental

Soutenance  
 M. Glesser

Motivations

Problématique  
 les S.A.E.

Disp. expé.

Description

Qualification

Modèle

Modèles  
 existants

Chp acou

Chp vort.

Modèle  
 complet

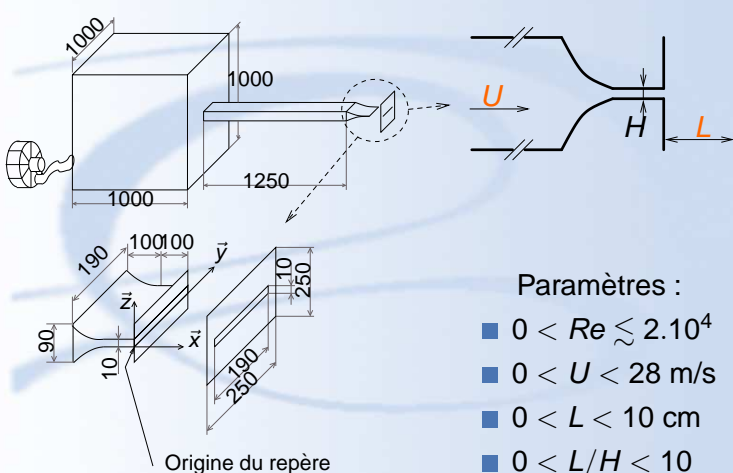
Son de fonte

Couplage

Contrainte  
 aéroacoustique

Bilan

Conclusion et  
 perspectives



Paramètres :

- $0 < Re \lesssim 2 \cdot 10^4$
- $0 < U < 28 \text{ m/s}$
- $0 < L < 10 \text{ cm}$
- $0 < L/H < 10$



# Description du dispositif expérimental

## Métrie

Soutenance  
M. Glesser

Motivations

Problématique  
les S.A.E.

Disp. expé.

Description

Qualification

Modèle

Modèles  
existants

Chp acou

Chp vort.

Modèle  
complet

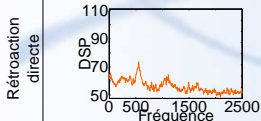
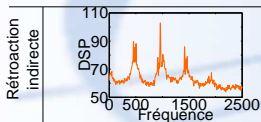
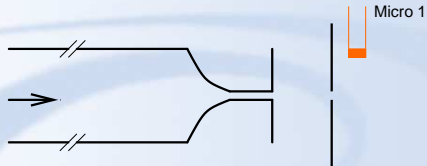
Son de fonte

Couplage

Contrainte  
aéroacoustique

Bilan

Conclusion et  
perspectives



Micro 1 :  
fréquence d'émission

# Description du dispositif expérimental

## Métrie

Soutenance  
M. Glesser

Motivations

Problématique  
les S.A.E.

Disp. expé.

Description

Qualification

Modèle

Modèles  
existants

Chp. acou.

Chp. vort.

Modèle  
complet

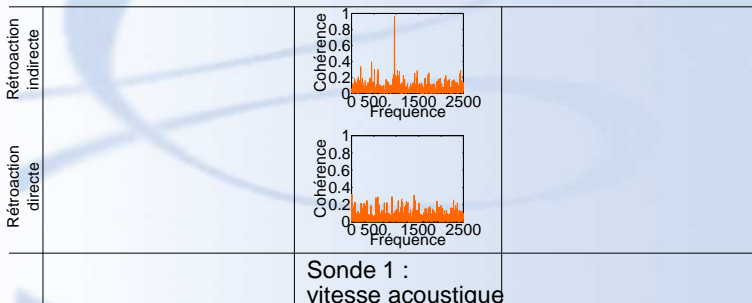
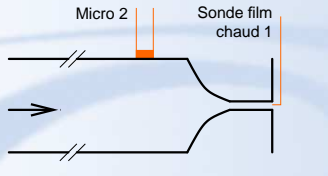
Son de fonte

Couplage

Contrainte  
aéroacoustique

Bilan

Conclusion et  
perspectives



# Description du dispositif expérimental

## Métrie

**Soutenance**  
 M. Glesser

**Motivations**

Problématique  
 les S.A.E.

**Disp. expé.**

Description

Qualification

**Modèle**

Modèles  
 existants

Chp. acou.

Chp. vort.

Modèle  
 complet

**San de fente**

Couplage

Contrainte  
 aéroacoustique

Bilan

**Conclusion et  
 perspectives**

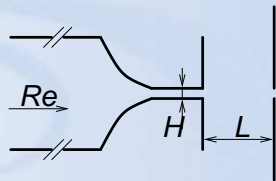
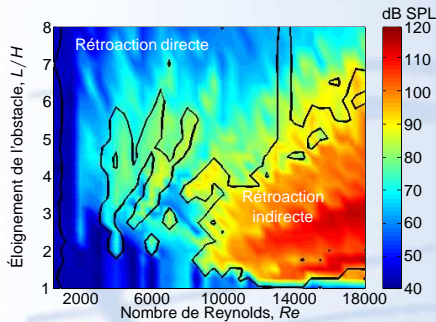
Sonde film  
 chaud 2



		<p>Vitesse mesurée          par la sonde 2</p> <p><math>u_x</math> vs <math>t</math></p> <p><math>u_y</math> vs <math>t</math></p> <p><math>u</math> vs <math>t</math></p>
		<p>Sonde 2 :          passage des tourbillons</p>

# Qualification du dispositif

## Amplitude des sons émis

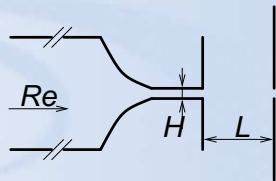
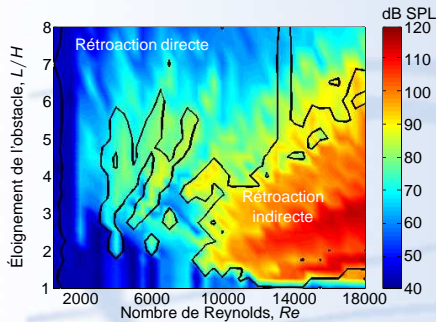


- Rétroaction indirecte pour  $Re > 10^4$  : amplitude importante des sons émis
- Rétroaction directe pour  $Re < 10^4$  : amplitude moindre des sons émis



# Qualification du dispositif

## Amplitude des sons émis



- Rétroaction indirecte pour  $Re > 10^4$  : amplitude importante des sons émis
- Rétroaction directe pour  $Re < 10^4$  : amplitude moindre des sons émis

**Soutenance**  
M. Glesser

**Motivations**  
Problématique les S.A.E.

**Disp. expé.**  
Description  
Qualification

**Modèle**  
Modèles existants  
Chp acou  
Chp vort.  
Modèle complet

**Son de fonte**  
Couplage  
Contrainte aéroacoustique  
Bilan

**Conclusion et perspectives**

# Qualification du dispositif

Nature du mode résonant : mise en évidence

Soutenance  
M. Glesser

Motivations

Problématique  
les S.A.E.

Disp. expé.

Description

Qualification

Modèle

Modèles  
existants

Chp. acou.

Chp. vort.

Modèle  
complet

Son de fente

Couplage

Contrainte  
aéroacoustique

Bilan

Conclusion et  
perspectives

■ Fréquence du mode transverse :  $f_c = 900$  Hz

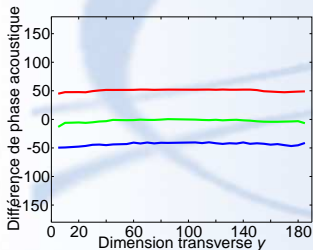
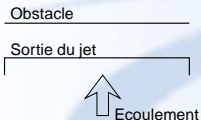


■ La nature du mode acoustique excité dépend de la géométrie

# Qualification du dispositif

Nature du mode résonant : mise en évidence

■ Fréquence du mode transverse :  $f_c = 900$  Hz



■ La nature du mode acoustique excité dépend de la géométrie

Soutenance  
 M. Glesser

Motivations

Problématique  
 les S.A.E.

Disp. expé.

Description

Qualification

Modèle

Modèles  
 existants

Chp acou

Chp vort.

Modèle  
 complet

Son de fonte

Couplage

Contrainte  
 aéroacoustique

Bilan

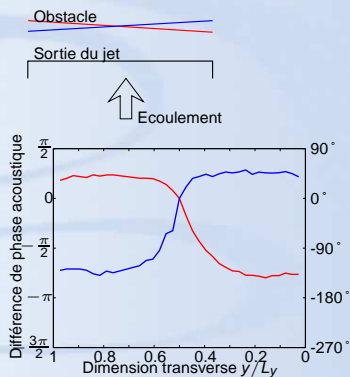
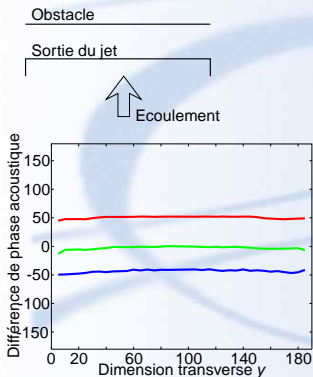
Conclusion et  
 perspectives



# Qualification du dispositif

Nature du mode résonant : mise en évidence

## ■ Fréquence du mode transverse : $f_c = 900$ Hz



■ La nature du mode acoustique excité dépend de la géométrie

**Soutenance**  
 M. Glesser

**Motivations**  
 Problématique  
 les S.A.E.

**Disp. expé.**  
 Description

**Qualification**

**Modèle**  
 Modèles existants  
 Chp acou  
 Chp vort.  
 Modèle complet

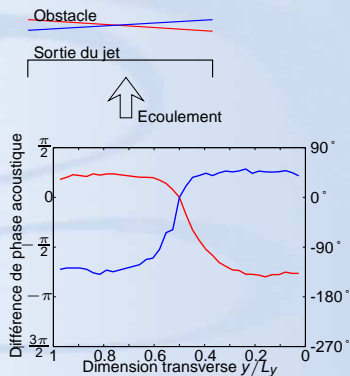
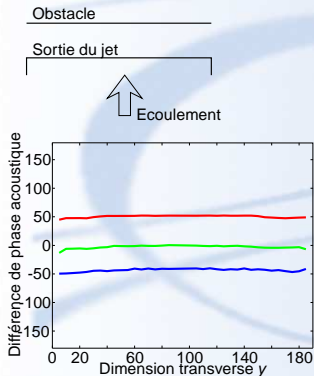
**Son de fonte**  
 Couplage  
 Contrainte  
 aéroacoustique  
 Bilan

**Conclusion et perspectives**

# Qualification du dispositif

Nature du mode résonant : mise en évidence

## ■ Fréquence du mode transverse : $f_c = 900$ Hz



## ■ La nature du mode acoustique excité dépend de la géométrie

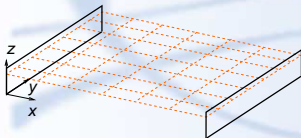
- Soutenance  
M. Glesser
- Motivations  
Problématique  
les S.A.E.
- Disp. expé.  
Description
- Qualification
- Modèle  
Modèles existants  
Chp acou  
Chp vort.  
Modèle complet
- Son de fonte  
Couplage  
Contrainte  
aéroacoustique  
Bilan
- Conclusion et perspectives

# Qualification du dispositif

## Nature du mode résonant : interprétation

### Son de fente standard

### Son de fente désaligné



■ La nature du mode acoustique excité est imposée par la géométrie

Soutenance  
 M. Glesser

Motivations

Problématique  
 les S.A.E.

Disp. expé.

Description

Qualification

Modèle

Modèles  
 existants

Chp acou

Chp vort.

Modèle  
 complet

Son de fente

Couplage

Contrainte  
 aéroacoustique

Bilan

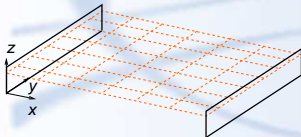
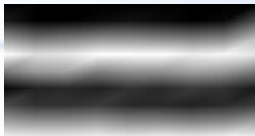
Conclusion et  
 perspectives

# Qualification du dispositif

## Nature du mode résonant : interprétation

### Son de fente standard

### Son de fente désaligné



■ La nature du mode acoustique excité est imposée par la géométrie

Soutenance  
 M. Glesser

Motivations  
 Problématique  
 les S.A.E.

Disp. expé.  
 Description  
 Qualification

Modèle  
 Modèles  
 existants  
 Chp acou  
 Chp vort.  
 Modèle  
 complet

Son de fente  
 Couplage  
 Contrainte  
 aéroacoustique  
 Bilan

Conclusion et  
 perspectives

# Qualification du dispositif

## Nature du mode résonant : interprétation

Soutenance  
 M. Glesser

Motivations

Problématique  
 les S.A.E.

Disp. expé.

Description

Qualification

Modèle

Modèles  
 existants

Chp. acou.

Chp. vort.

Modèle  
 complet

Son de fente

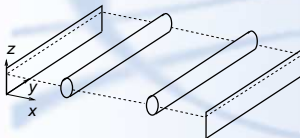
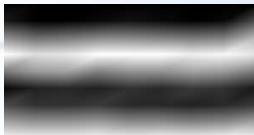
Couplage

Contrainte  
 aéroacoustique

Bilan

Conclusion et  
 perspectives

### Son de fente standard



### Son de fente désaligné

■ La nature du mode acoustique excité est imposée par la géométrie

# Qualification du dispositif

Nature du mode résonant : interprétation

Soutenance  
 M. Glesser

Motivations

Problématique  
 les S.A.E.

Disp. expé.

Description

Qualification

Modèle

Modèles  
 existants

Chp acou

Chp vort.

Modèle  
 complet

Son de fente

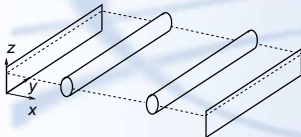
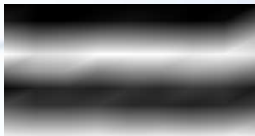
Couplage

Contrainte  
 aéroacoustique

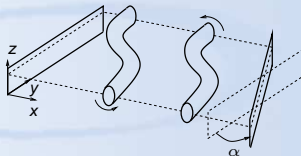
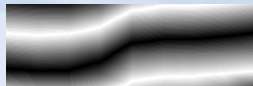
Bilan

Conclusion et  
 perspectives

## Son de fente standard



## Son de fente désaligné



■ La nature du mode acoustique excité est imposée par la géométrie

# Qualification du dispositif

Nature du mode résonant : interprétation

Soutenance  
 M. Glesser

Motivations

Problématique  
 les S.A.E.

Disp. expé.

Description

Qualification

Modèle

Modèles  
 existants

Chp acou

Chp vort.

Modèle  
 complet

Son de fente

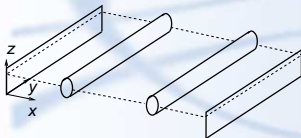
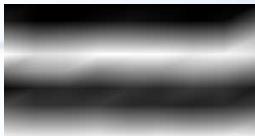
Couplage

Contrainte  
 aéroacoustique

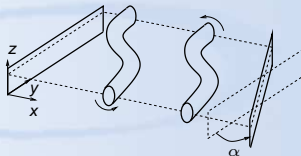
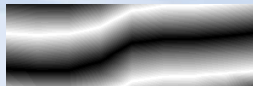
Bilan

Conclusion et  
 perspectives

## Son de fente standard



## Son de fente désaligné



- La nature du mode acoustique excité est **imposée** par la géométrie

# Plan

**Soutenance**  
M. Glesser

**Motivations**

Problématique  
des S.A.E.

**Disp. expé.**

Description  
Qualification

**Modèle**

Modèles  
existants

Chp. acou.

Chp. vort.  
Modèle  
complet

**Son de fente**

Couplage  
Contrainte  
aéroacoustique  
Bilan

**Conclusion et  
perspectives**

1 Motivations

2 Dispositif expérimental

3 Développement du modèle

4 Conditions optimales de production du son de fente

5 Conclusion et perspectives



# Modèles existants

## Corrolaire énergétique de Howe

Soutenance  
 M. Glesser

### Motivations

Problématique  
 les S.A.E.

### Disp. expé.

Description  
 Qualification

### Modèle

Modèles  
 existants

Chp acou

Chp vort.

Modèle  
 complet

### Son de fonte

Couplage  
 Contrainte  
 aéroacoustique

Bilan

### Conclusion et perspectives

- Choix d'une approche analytique
- Modélisation des interactions entre écoulement et champ acoustique
- Théorie du "vortex sound" [Powell 1964]
  - réécriture de l'analogie de Lighthill
  - les interactions sont des termes source
- Corrolaire énergétique de Howe [Howe 1980]
  - puissance acoustique générée ou absorbée par ces interactions

$$\mathcal{P} = - \left\langle \rho_0 \iiint_V (\vec{\omega} \wedge \vec{v}) \cdot \vec{u}_a dV \right\rangle_{T_0}$$

- $\vec{\omega}$  : champ de vortacité
- $\vec{v}$  : champ de vitesse
- $\vec{u}_a$  : champ de vitesse acoustique

# Modèles existants

## Corrolaire énergétique de Howe

Soutenance  
 M. Glessier

Motivations

Problématique  
 les S.A.E.

Disp. expé.

Description  
 Qualification

Modèle

Modèles  
 existants

Chp acou

Chp vort.

Modèle  
 complet

Son de fente

Couplage  
 Contrainte  
 aéroacoustique

Bilan

Conclusion et  
 perspectives

- Choix d'une approche analytique
- Modélisation des **interactions entre écoulement et champ acoustique**
- Théorie du "vortex sound" [Powell 1964]
  - réécriture de l'analogie de Lighthill
  - les **interactions** sont des termes source
- Corrolaire énergétique de Howe [Howe 1980]
  - puissance acoustique générée ou absorbée par ces **interactions**

$$\mathcal{P} = - \left\langle \rho_0 \iiint_V (\vec{\omega} \wedge \vec{v}) \cdot \vec{u}_a dV \right\rangle_{T_0}$$

- $\vec{\omega}$  : champ de vortacité
- $\vec{v}$  : champ de vitesse
- $\vec{u}_a$  : champ de vitesse acoustique

# Modèles existants

## Corrolaire énergétique de Howe

Soutenance  
 M. Glessier

Motivations

Problématique  
 les S.A.E.

Disp. expé.

Description  
 Qualification

Modèle

Modèles  
 existants

Chp acou

Chp vort.

Modèle  
 complet

Son de fente

Couplage  
 Contrainte  
 aéroacoustique

Bilan

Conclusion et  
 perspectives

- Choix d'une approche analytique
- Modélisation des **interactions entre écoulement et champ acoustique**
- Théorie du "vortex sound" [Powell 1964]
  - réécriture de l'analogie de Lighthill
  - les **interactions** sont des termes source
- Corrolaire énergétique de Howe [Howe 1980]
  - puissance acoustique générée ou absorbée par ces **interactions**

$$\mathcal{P} = - \left\langle \rho_0 \iiint_V (\vec{\omega} \wedge \vec{v}) \cdot \vec{u}_a dV \right\rangle_{T_0}$$

- $\vec{\omega}$  : champ de vortacité
- $\vec{v}$  : champ de vitesse
- $\vec{u}_a$  : champ de vitesse acoustique

# Modèles existants

## Corrolaire énergétique de Howe

Soutenance  
 M. Glessier

Motivations

Problématique  
 les S.A.E.

Disp. expé.

Description  
 Qualification

Modèle

Modèles  
 existants

Chp. acou.

Chp. vort.

Modèle  
 complet

Son de fonte

Couplage  
 Contrainte  
 aéroacoustique

Bilan

Conclusion et  
 perspectives

- Choix d'une approche analytique
- Modélisation des **interactions entre écoulement et champ acoustique**
- Théorie du "vortex sound" [Powell 1964]
  - réécriture de l'analogie de Lighthill
  - les **interactions** sont des termes source
- Corrolaire énergétique de Howe [Howe 1980]
  - puissance acoustique générée ou absorbée par ces **interactions**

$$\mathcal{P} = - \left\langle \rho_0 \iiint_V (\vec{\omega} \wedge \vec{v}) \cdot \vec{u}_a dV \right\rangle_{T_0}$$

- $\vec{\omega}$  : champ de vortacité
- $\vec{v}$  : champ de vitesse
- $\vec{u}_a$  : champ de vitesse acoustique

# Modèles existants

Champ de vorticité : modèle de tourbillon ponctuel [Holger 1977 , Nelson 1983 , Bruggeman 1987]



- $\vec{\omega} = \text{rot } \vec{v}$

- Trajectoire rectiligne des tourbillons
- Tourbillons ponctuels
- Croissance linéaire de la circulation...
- ... jusqu'à saturation
- Dans ces conditions,  $\vec{v} = U_c \vec{x}$

Soutenance  
 M. Glesser

Motivations

Problématique  
 les S.A.E.

Disp. expé.

Description  
 Qualification

Modèle

Modèles  
 existants

Chp. accu.

Chp. vort.  
 Modèle  
 complet

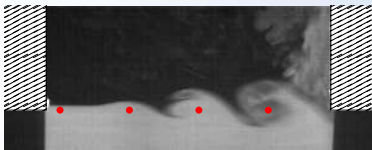
Son de fonte

Couplage  
 Contrainte  
 aéroacoustique  
 Bilan

Conclusion et  
 perspectives

# Modèles existants

Champ de vorticité : modèle de tourbillon ponctuel [Holger 1977 , Nelson 1983 , Bruggeman 1987]



- $\vec{\omega} = \text{rot } \vec{v}$
- Trajectoire rectiligne des tourbillons
- Tourbillons ponctuels
- Croissance linéaire de la circulation...
- ... jusqu'à saturation
- Dans ces conditions,  $\vec{v} = U_c \vec{x}$

Soutenance  
 M. Glesser

Motivations

Problématique  
 les S.A.E.

Disp. expé.

Description  
 Qualification

Modèle

Modèles  
 existants

Chp. accu.

Chp. vort.  
 Modèle  
 complet

Son de fonte

Couplage  
 Contrainte  
 aéroacoustique  
 Bilan

Conclusion et  
 perspectives

# Modèles existants

Champ de vorticité : modèle de tourbillon ponctuel [Holger 1977 , Nelson 1983 , Bruggeman 1987]



- $\vec{\omega} = \text{rot } \vec{v}$
- Trajectoire rectiligne des tourbillons
- Tourbillons ponctuels
- Croissance linéaire de la circulation...
- ... jusqu'à saturation
- Dans ces conditions,  $\vec{v} = U_c \vec{x}$

Soutenance  
 M. Glesser

Motivations  
 Problématique  
 les S.A.E.

Disp. expé.  
 Description  
 Qualification

Modèle  
 Modèles  
 existants

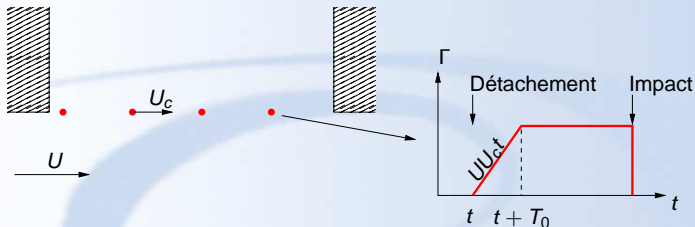
Chp accou  
 Chp vort.  
 Modèle  
 complet

Son de fonte  
 Couplage  
 Contrainte  
 aéroacoustique  
 Bilan

Conclusion et  
 perspectives

# Modèles existants

Champ de vorticité : modèle de tourbillon ponctuel [Holger 1977 , Nelson 1983 , Bruggeman 1987]

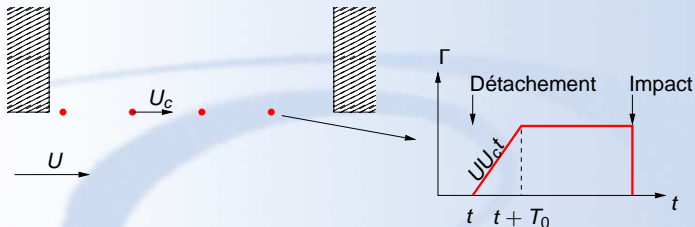


- $\vec{\omega} = \text{rot } \vec{v}$
- Trajectoire rectiligne des tourbillons
- Tourbillons ponctuels
- Croissance linéaire de la circulation...
- ... jusqu'à saturation
- Dans ces conditions,  $\vec{v} = U_c \vec{x}$



# Modèles existants

Champ de vorticité : modèle de tourbillon ponctuel [Holger 1977 , Nelson 1983 , Bruggeman 1987]



- $\vec{\omega} = \text{rot } \vec{v}$
- Trajectoire rectiligne des tourbillons
- Tourbillons ponctuels
- Croissance linéaire de la circulation...
- ... jusqu'à saturation
- Dans ces conditions,  $\vec{v} = U_c \vec{x}$

# Modèles existants

Champ acoustique : modèle bidimensionnel [Bruggeman, 1987]

- Composante fluctuante de la partie potentielle du champ de vitesse total
- Si la zone de source est compacte :

$$\mathbf{u}_a = \nabla \varphi'(\mathbf{x}, t) = \cos(2\pi f_0 t + \theta) \nabla (\varphi'_{pot}(\mathbf{x}))$$

[Hourigan 1990]

Soutenance  
 M. Glesser

Motivations

Problématique  
 les S.A.E.

Disp. expé.

Description  
 Qualification

Modèle

Modèles  
 existants

Chp. acou.

Chp. vort.  
 Modèle  
 complet

Son de fonte

Couplage  
 Contrainte  
 aéroacoustique  
 Bilan

Conclusion et  
 perspectives

# Modèles existants

Champ acoustique : modèle bidimensionnel [Bruggeman, 1987]

- Composante fluctuante de la partie potentielle du champ de vitesse total
- Si la zone de source est compacte :

$$\mathbf{u}_a = \nabla \varphi'(\mathbf{x}, t) = \cos(2\pi f_0 t + \theta) \nabla (\varphi'_{pot}(\mathbf{x}))$$

[Hourigan 1990]

Soutenance  
 M. Glessier

Motivations

Problématique  
 les S.A.E.

Disp. expé.

Description  
 Qualification

Modèle

Modèles  
 existants

Chp acou

Chp vort.

Modèle  
 complet

Son de fonte

Couplage  
 Contrainte  
 aéroacoustique

Bilan

Conclusion et  
 perspectives

# Modèles existants

Champ acoustique : modèle bidimensionnel [Bruggeman, 1987]

Soutenance  
 M. Glesser

Motivations

Problématique  
 les S.A.E.

Disp. expé.

Description  
 Qualification

Modèle

Modèles  
 existants

Chp. acou.

Chp. vort.  
 Modèle  
 complet

Son de fente

Couplage  
 Contrainte  
 aéroacoustique  
 Bilan

Conclusion et  
 perspectives

- Composante fluctuante de la partie potentielle du champ de vitesse total
- Si la zone de source est compacte :

$$\mathbf{u}_a = \nabla \varphi'(\mathbf{x}, t) = \cos(2\pi f_0 t + \theta) \nabla (\varphi'_{pot}(\mathbf{x}))$$

[Hourigan 1990]

# Modèles existants

Champ acoustique : modèle bidimensionnel [Bruggeman, 1987]

- Composante fluctuante de la partie potentielle du champ de vitesse total
- Si la zone de source est compacte :

$$\mathbf{u}_a = \nabla \varphi'(\mathbf{x}, t) = \cos(2\pi f_0 t + \theta) \nabla (\varphi'_{pot}(\mathbf{x}))$$

[Hourigan 1990]

Soutenance  
 M. Glesser

Motivations

Problématique  
 les S.A.E.

Disp. expé.

Description  
 Qualification

Modèle

Modèles  
 existants

Chp. acou.

Chp. vort.  
 Modèle  
 complet

Son de fonte

Couplage  
 Contrainte  
 aéroacoustique  
 Bilan

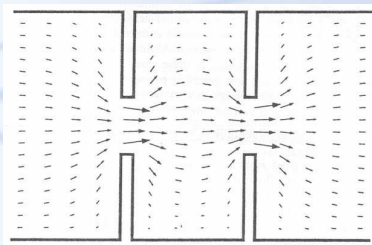
Conclusion et  
 perspectives

# Modèles existants

Champ acoustique : modèle bidimensionnel [Bruggeman, 1987]

- Composante fluctuante de la partie potentielle du champ de vitesse total
- Si la zone de source est compacte :

$$\mathbf{u}_a = \nabla \varphi'(\mathbf{x}, t) = \cos(2\pi f_0 t + \theta) \nabla (\varphi'_{pot}(\mathbf{x}))$$



[Hourigan 1990]

Soutenance  
 M. Glesser

Motivations  
 Problématique  
 les S.A.E.

Disp. expé.  
 Description  
 Qualification

Modèle  
 Modèles  
 existants

Chp acou  
 Chp vort.  
 Modèle  
 complet

Son de fonte  
 Couplage  
 Contrainte  
 aéroacoustique  
 Bilan

Conclusion et  
 perspectives

# Modèles existants

## Paramètres manquants

**Soutenance**  
 M. Glesser

**Motivations**

Problématique  
 les S.A.E.

**Disp. expé.**

Description  
 Qualification

**Modèle**

Modèles  
 existants

Chp. acou.

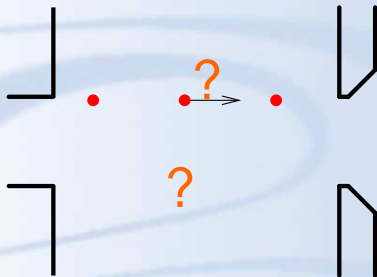
Chp. vort.

Modèle  
 complet

**Son de fonte**

Couplage  
 Contrainte  
 aéroacoustique  
 Bilan

**Conclusion et  
 perspectives**



- Mode d'oscillation du jet
- Vitesse de convection des tourbillons
- Synchronisation entre la vitesse acoustique et le détachement tourbillonnaire
- Support potentiel du champ acoustique

# Modèles existants

## Paramètres manquants

Soutenance  
M. Glesser

Motivations

Problématique  
les S.A.E.

Disp. expé.

Description  
Qualification

Modèle

Modèles  
existants

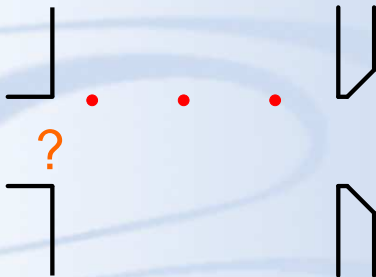
Chp acou.

Chp vort.  
Modèle  
complet

Son de fonte

Couplage  
Contrainte  
aéroacoustique  
Bilan

Conclusion et  
perspectives



- Mode d'oscillation du jet
- Vitesse de convection des tourbillons
- Synchronisation entre la vitesse acoustique et le détachement tourbillonnaire
- Support potentiel du champ acoustique



# Modèles existants

## Paramètres manquants

Soutenance  
 M. Glesser

### Motivations

Problématique  
 les S.A.E.

### Disp. expé.

Description  
 Qualification

### Modèle

Modèles  
 existants

Chp. acou.

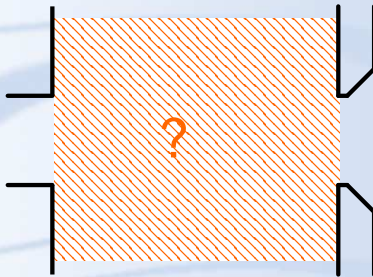
Chp. vort.

Modèle  
 complet

### San de fonte

Couplage  
 Contrainte  
 aéroacoustique  
 Bilan

### Conclusion et perspectives



- Mode d'oscillation du jet
- Vitesse de convection des tourbillons
- Synchronisation entre la vitesse acoustique et le détachement tourbillonnaire
- Support potentiel du champ acoustique

# Modèle du champ acoustique

## Application au son de fente

Soutenance  
M. Glesser

### Motivations

Problématique  
les S.A.E.

### Disp. expé.

Description  
Qualification

### Modèle

Modèles  
existants

### Chp. acou.

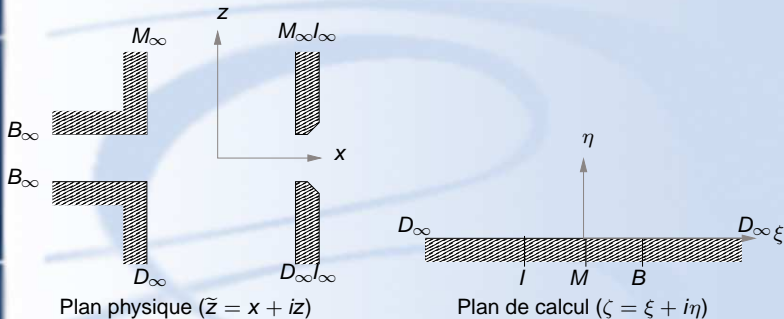
Chp. vort.  
Modèle  
complet

### Son de fente

Couplage  
Contrainte  
aéroacoustique  
Bilan

### Conclusion et perspectives

■ Problème :  $\Delta \varphi_{pot} = \text{sources}$



$$\varphi_{pot}(\zeta) = \frac{Q}{\pi} \log(\zeta - \xi_B) - \frac{\beta_I Q}{\pi} \log(\zeta - \xi_I) - \frac{\beta_M Q}{\pi} \log(\zeta - \xi_I)$$

■ Répartition des débits obtenue grâce à un modèle potentiel

# Modèle du champ acoustique

## Application au son de fente

Soutenance  
 M. Glesser

Motivations

Problématique  
 les S.A.E.

Disp. expé.

Description  
 Qualification

Modèle

Modèles  
 existants

Chp acou.

Chp vort.

Modèle  
 complet

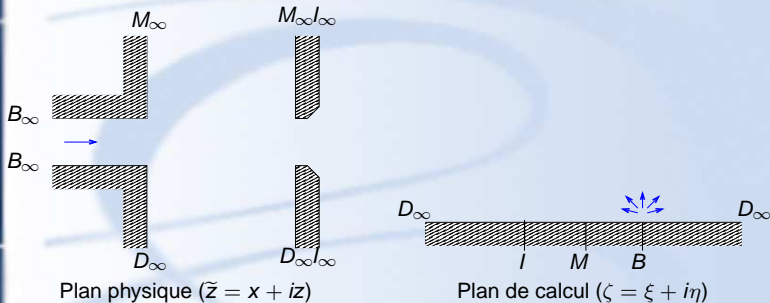
Son de fente

Couplage  
 Contrainte  
 aéroacoustique

Bilan

Conclusion et  
 perspectives

■ Problème :  $\Delta \varphi_{pot} = \text{sources}$



$$\varphi_{pot}(\zeta) = \frac{Q}{\pi} \log(\zeta - \xi_b) - \frac{\beta_I Q}{\pi} \log(\zeta - \xi_b) - \frac{\beta_M Q}{\pi} \log(\zeta - \xi_l)$$

■ Répartition des débits obtenue grâce à un modèle potentiel

# Modèle du champ acoustique

## Application au son de fente

Soutenance  
 M. Glesser

Motivations  
 Problématique  
 les S.A.E.

Disp. expé.  
 Description  
 Qualification

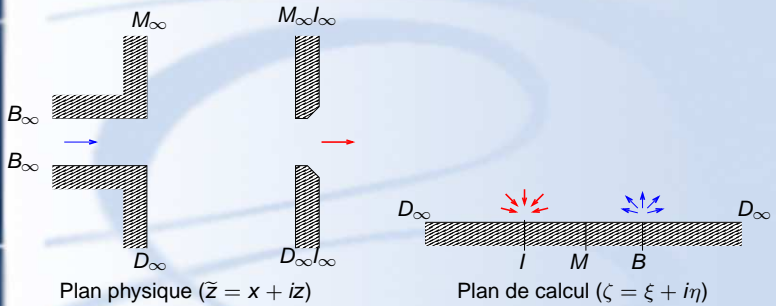
Modèle  
 Modèles  
 existants

Chp acou.  
 Chp vort.  
 Modèle  
 complet

Son de fente  
 Couplage  
 Contrainte  
 aéroacoustique  
 Bilan

Conclusion et  
 perspectives

■ Problème :  $\Delta \varphi_{pot} = \text{sources}$



$$\varphi_{pot}(\zeta) = \frac{Q}{\pi} \log(\zeta - \xi_b) - \frac{\beta_I Q}{\pi} \log(\zeta - \xi_h) - \frac{\beta_M Q}{\pi} \log(\zeta - \xi_l)$$

■ Répartition des débits obtenue grâce à un modèle potentiel

# Modèle du champ acoustique

## Application au son de fente

Soutenance  
 M. Glesser

Motivations  
 Problématique  
 les S.A.E.

Disp. expé.  
 Description  
 Qualification

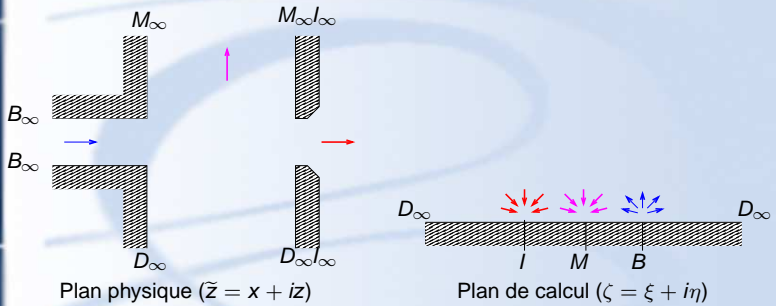
Modèle  
 Modèles  
 existants

Chp acou.  
 Chp vort.  
 Modèle  
 complet

Son de fente  
 Couplage  
 Contrainte  
 aéroacoustique  
 Bilan

Conclusion et  
 perspectives

■ Problème :  $\Delta \varphi_{pot} = \text{sources}$



$$\varphi_{pot}(\zeta) = \frac{Q}{\pi} \log(\zeta - \xi_b) - \frac{\beta_I Q}{\pi} \log(\zeta - \xi_h) - \frac{\beta_M Q}{\pi} \log(\zeta - \xi_l)$$

■ Répartition des débits obtenue grâce à un modèle potentiel

# Modèle du champ acoustique

## Application au son de fente

Soutenance  
 M. Glesser

Motivations  
 Problématique  
 les S.A.E.

Disp. expé.  
 Description  
 Qualification

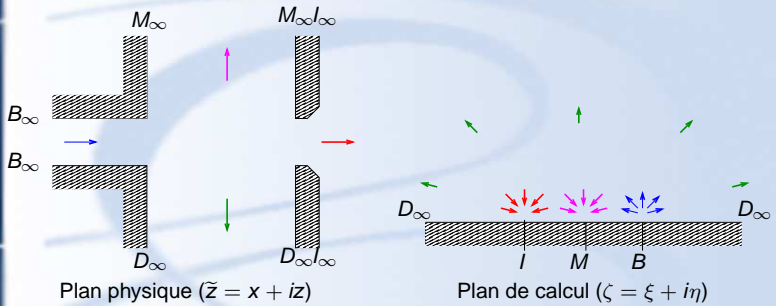
Modèle  
 Modèles  
 existants

Chp acou.  
 Chp vort.  
 Modèle  
 complet

Son de fente  
 Couplage  
 Contrainte  
 aéroacoustique  
 Bilan

Conclusion et  
 perspectives

■ Problème :  $\Delta \varphi_{pot} = \text{sources}$



$$\varphi_{pot}(\zeta) = \frac{Q}{\pi} \log(\zeta - \xi_b) - \frac{\beta_I Q}{\pi} \log(\zeta - \xi_h) - \frac{\beta_M Q}{\pi} \log(\zeta - \xi_l)$$

■ Répartition des débits obtenue grâce à un modèle potentiel

# Modèle du champ acoustique

## Application au son de fente

Soutenance  
 M. Glesser

Motivations  
 Problématique  
 les S.A.E.

Disp. expé.  
 Description  
 Qualification

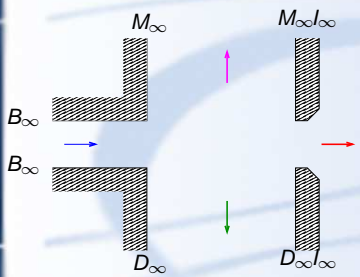
Modèle  
 Modèles  
 existants

Chp acou.  
 Chp vort.  
 Modèle  
 complet

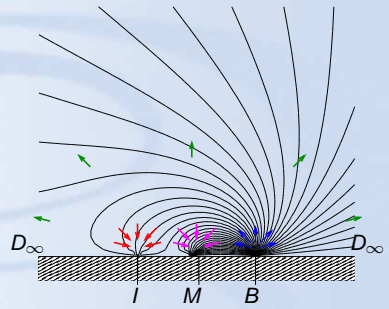
Son de fente  
 Couplage  
 Contrainte  
 aéroacoustique  
 Bilan

Conclusion et  
 perspectives

■ Problème :  $\Delta \varphi_{pot} = \text{sources}$



Plan physique ( $\tilde{z} = x + iz$ )



Plan de calcul ( $\zeta = \xi + i\eta$ )

$$\varphi_{pot}(\zeta) = \frac{Q}{\pi} \log(\zeta - \xi_b) - \frac{\beta_I Q}{\pi} \log(\zeta - \xi_h) - \frac{\beta_M Q}{\pi} \log(\zeta - \xi_l)$$

■ Répartition des débits obtenue grâce à un modèle potentiel

# Modèle du champ acoustique

## Application au son de fente

Soutenance  
M. Glesser

Motivations

Problématique  
les S.A.E.

Disp. expé.

Description  
Qualification

Modèle

Modèles  
existants

Chp acou.

Chp vort.

Modèle  
complet

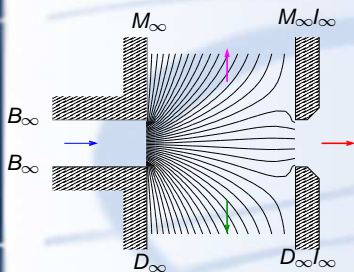
Son de fente

Couplage  
Contrainte  
aéroacoustique

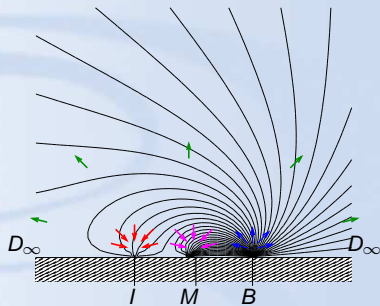
Bilan

Conclusion et  
perspectives

■ Problème :  $\Delta \varphi_{pot} = \text{sources}$



Plan physique ( $\tilde{z} = x + iz$ )



Plan de calcul ( $\zeta = \xi + i\eta$ )

$$\varphi_{pot}(\zeta) = \frac{Q}{\pi} \log(\zeta - \xi_b) - \frac{\beta_I Q}{\pi} \log(\zeta - \xi_h) - \frac{\beta_M Q}{\pi} \log(\zeta - \xi_l)$$

■ Répartition des débits obtenue grâce à un modèle potentiel



# Modèle du champ acoustique

## Application au son de fente

Soutenance  
 M. Glesser

Motivations

Problématique  
 les S.A.E.

Disp. expé.

Description  
 Qualification

Modèle

Modèles  
 existants

Chp acou.

Chp vort.

Modèle  
 complet

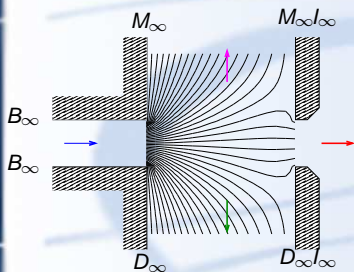
Son de fente

Couplage  
 Contrainte  
 aéroacoustique

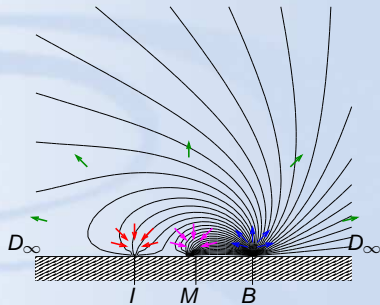
Bilan

Conclusion et  
 perspectives

- Problème :  $\Delta \varphi_{pot} = \text{sources}$



Plan physique ( $\tilde{z} = x + iz$ )



Plan de calcul ( $\zeta = \xi + i\eta$ )

$$\varphi_{pot}(\zeta) = \frac{Q}{\pi} \log(\zeta - \xi_b) - \frac{\beta_I Q}{\pi} \log(\zeta - \xi_h) - \frac{\beta_M Q}{\pi} \log(\zeta - \xi_l)$$

- Répartition des débits obtenue grâce à un modèle potentiel

# Modèle du champ de vorticité

Visualisations de l'écoulement

Soutenance  
 M. Glesser

Motivations

Problématique  
 les S.A.E.

Disp. expé.

Description  
 Qualification

Modèle

Modèles  
 existants

Chp acou.

Chp vort.

Modèle  
 complet

Son de fonte

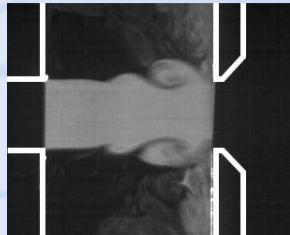
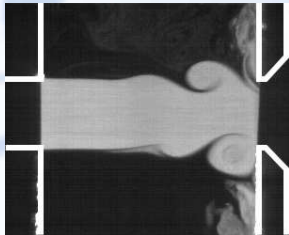
Couplage  
 Contrainte  
 aéroacoustique

Bilan

Conclusion et  
 perspectives

- $Re = 8000$
- $L/H = 3,2$
- $f_0 = 614$  Hz

- $Re = 12000$
- $L/H = 2,5$
- $f_0 = 1172$  Hz



# Modèle du champ de vorticité

Données expérimentales : mode de jet

Soutenance  
 M. Glesser

Motivations

Problématique  
 les S.A.E.

Disp. expé.

Description  
 Qualification

Modèle

Modèles  
 existants

Chp. acou.

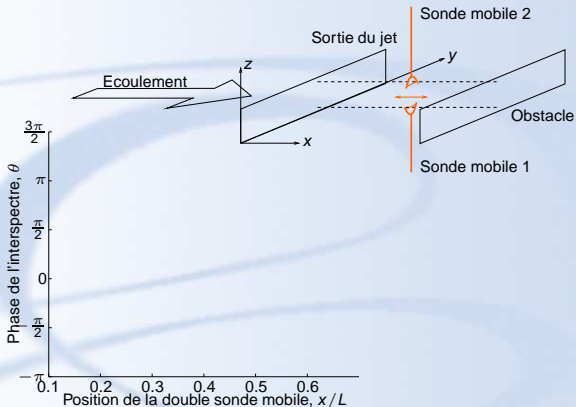
Chp. vort.

Modèle  
 complet

Son de fonte

Couplage  
 Contrainte  
 aéroacoustique  
 Bilan

Conclusion et  
 perspectives



- $\theta = \pi \Rightarrow$  Mode antisymétrique en rétroaction directe
- $\theta = 0 \Rightarrow$  Mode symétrique en rétroaction indirecte

# Modèle du champ de vorticité

Données expérimentales : mode de jet

Soutenance  
 M. Glesser

Motivations

Problématique  
 les S.A.E.

Disp. expé.

Description  
 Qualification

Modèle

Modèles  
 existants

Chp. acou.

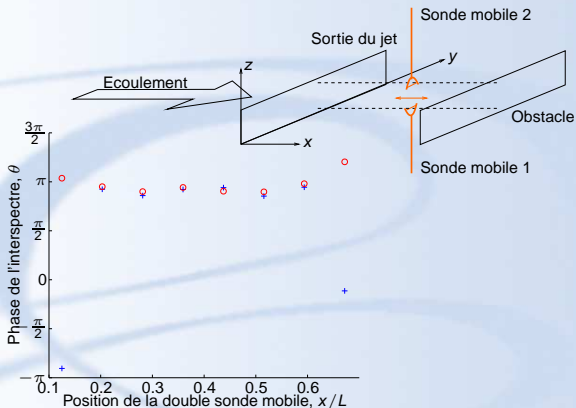
Chp. vort.

Modèle  
 complet

Son de fonte

Couplage  
 Contrainte  
 aéroacoustique  
 Bilan

Conclusion et  
 perspectives



■  $\theta = \pi \Rightarrow$  Mode antisymétrique en rétroaction directe

■  $\theta = 0 \Rightarrow$  Mode symétrique en rétroaction indirecte

# Modèle du champ de vorticité

Données expérimentales : mode de jet

Soutenance  
 M. Glesser

## Motivations

Problématique  
 les S.A.E.

## Disp. expé.

Description  
 Qualification

## Modèle

Modèles  
 existants  
 Chp acou.

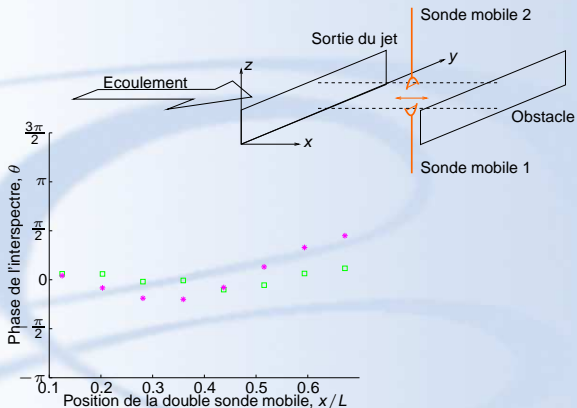
## Chp vort.

Modèle  
 complet

## Son de fonte

Couplage  
 Contrainte  
 aéroacoustique  
 Bilan

## Conclusion et perspectives



- $\theta = \pi \Rightarrow$  Mode antisymétrique en rétroaction directe
- $\theta = 0 \Rightarrow$  Mode symétrique en rétroaction indirecte

# Modèle du champ de vorticité

Données expérimentales : vitesse de convection des tourbillons

Soutenance  
 M. Glesser

Motivations

Problématique  
 les S.A.E.

Disp. expé.

Description  
 Qualification

Modèle

Modèles  
 existants

Chp acou.

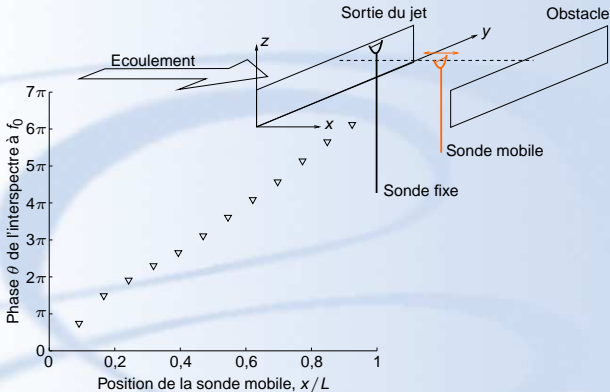
Chp vort.

Modèle  
 complet

Son de fonte

Couplage  
 Contrainte  
 aéroacoustique  
 Bilan

Conclusion et  
 perspectives



- Vitesse de convection donnée par la pente de la courbe de phase

■  $Uc = 0.60U$



# Modèle du champ de vorticité

Données expérimentales : vitesse de convection des tourbillons

Soutenance  
 M. Glesser

Motivations

Problématique  
 les S.A.E.

Disp. expé.

Description  
 Qualification

Modèle

Modèles  
 existants

Chp. acou.

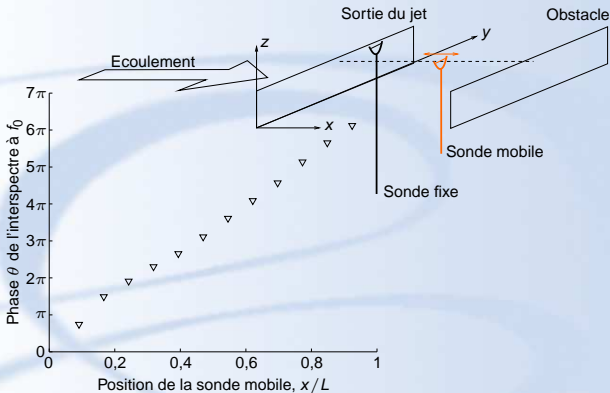
Chp. vort.

Modèle  
 complet

Son de fonte

Couplage  
 Contrainte  
 aéroacoustique  
 Bilan

Conclusion et  
 perspectives



- Vitesse de convection donnée par la pente de la courbe de phase

■  $Uc = 0.60U$



# Modèle du champ de vorticité

Données expérimentales : synchronisation acoustique / détachement

Soutenance  
 M. Glesser

## Motivations

Problématique  
 les S.A.E.

## Disp. expé.

Description  
 Qualification

## Modèle

Modèles  
 existants

Chp. acou.

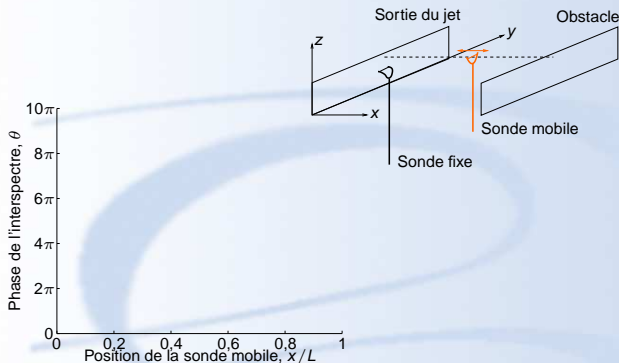
Chp. vort.

Modèle  
 complet

## Son de fonte

Couplage  
 Contrainte  
 aéroacoustique  
 Bilan

Conclusion et  
 perspectives



- Phase acoustique de  $\pi/2$  au détachement
- Détachement lorsque  $\vec{u}_a$  tourne de l'aval vers l'amont
- Résultat en contradiction avec la littérature [Hirshberg 1989, Radavitch 2001]

# Modèle du champ de vorticité

Données expérimentales : synchronisation acoustique / détachement

Soutenance  
 M. Glessier

Motivations

Problématique  
 les S.A.E.

Disp. expé.

Description  
 Qualification

Modèle

Modèles  
 existants

Chp. acou.

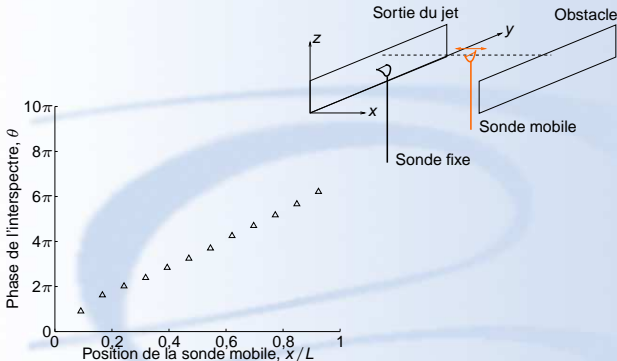
Chp. vort.

Modèle  
 complet

Son de fonte

Couplage  
 Contrainte  
 aéroacoustique  
 Bilan

Conclusion et  
 perspectives



- Phase acoustique de  $\pi/2$  au détachement
- Détachement lorsque  $\vec{u}_a$  tourne de l'aval vers l'amont
- Résultat en contradiction avec la littérature [Hirshberg 1989, Radavitch 2001]

# Modèle du champ de vorticité

Données expérimentales : synchronisation acoustique / détachement

Soutenance  
 M. Glesser

Motivations

Problématique  
 les S.A.E.

Disp. expé.

Description  
 Qualification

Modèle

Modèles  
 existants

Chp acou.

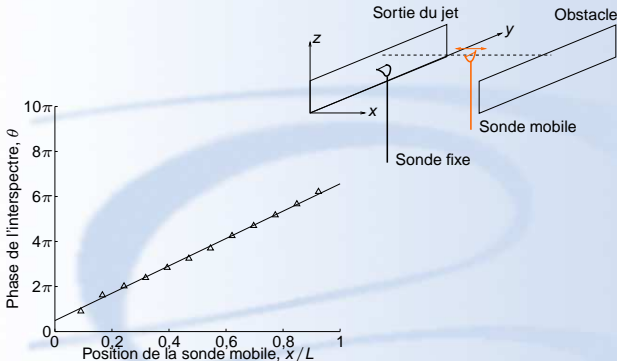
Chp vort.

Modèle  
 complet

Son de fonte

Couplage  
 Contrainte  
 aéroacoustique  
 Bilan

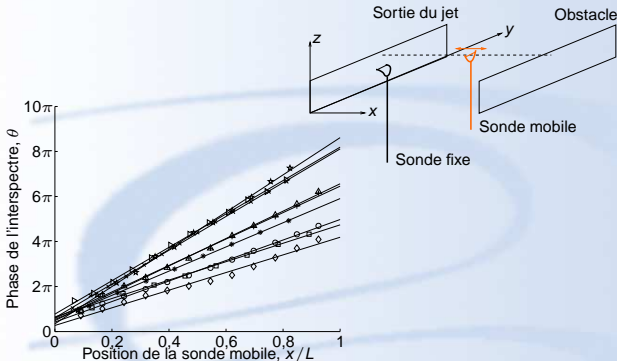
Conclusion et  
 perspectives



- Phase acoustique de  $\pi/2$  au détachement
- Détachement lorsque  $\vec{u}_a$  tourne de l'aval vers l'amont
- Résultat en contradiction avec la littérature [Hirshberg 1989, Radavitch 2001]

# Modèle du champ de vorticité

Données expérimentales : synchronisation acoustique / détachement



- Phase acoustique de  $\pi/2$  au détachement
- Détachement lorsque  $\vec{u}_a$  tourne de l'aval vers l'amont
- Résultat en contradiction avec la littérature [Hirshberg 1989, Radavitch 2001]

Soutenance  
M. Glesser

Motivations

Problématique  
les S.A.E.

Disp. expé.

Description  
Qualification

Modèle

Modèles  
existants

Chp. acou.

Chp. vort.

Modèle  
complet

Son de fonte

Couplage  
Contrainte  
aéroacoustique  
Bilan

Conclusion et  
perspectives

# Modèle du champ de vorticité

## Application au son de fente

Soutenance  
 M. Glesser

### Motivations

Problématique  
 les S.A.E.

### Disp. expé.

Description  
 Qualification

### Modèle

Modèles  
 existants  
 Chp. acou.

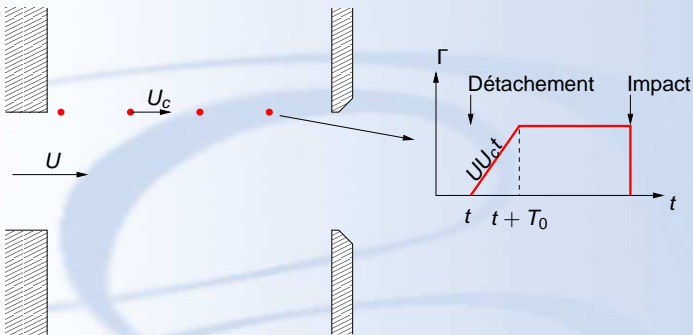
### Chp. vort.

Modèle  
 complet

### Son de fente

Couplage  
 Contrainte  
 aéroacoustique  
 Bilan

### Conclusion et perspectives



- Mode de jet symétrique
- $U_c = 0.6U$
- Détachement lorsque  $\theta = \pi/2$

# Modèle du champ de vorticité

## Application au son de fente

Soutenance  
 M. Glesser

### Motivations

Problématique  
 les S.A.E.

### Disp. expé.

Description  
 Qualification

### Modèle

Modèles  
 existants  
 Chp acou

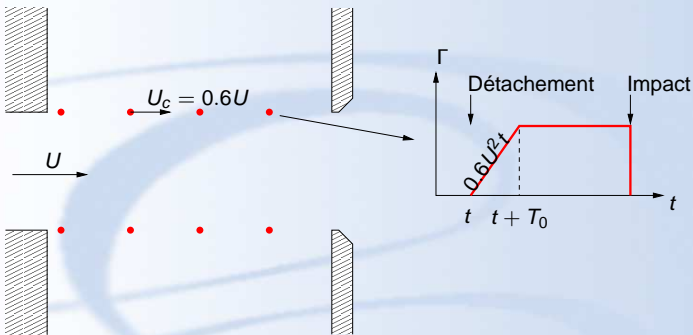
### Chp vort.

Modèle  
 complet

### Son de fente

Couplage  
 Contrainte  
 aéroacoustique  
 Bilan

### Conclusion et perspectives



- Mode de jet symétrique

- $U_c = 0.6U$

- Détachement lorsque  $\theta = \pi/2$

# Modèle du champ de vorticité

## Application au son de fente

Soutenance  
 M. Glesser

Motivations

Problématique  
 les S.A.E.

Disp. expé.

Description  
 Qualification

Modèle

Modèles  
 existants

Chp. acou.

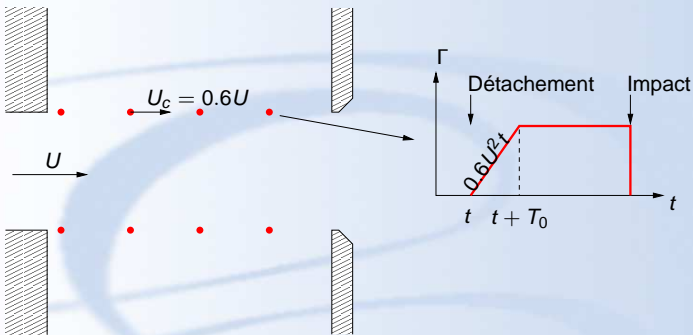
Chp. vort.

Modèle  
 complet

Son de fente

Couplage  
 Contrainte  
 aéroacoustique  
 Bilan

Conclusion et  
 perspectives



- Mode de jet symétrique
- $U_c = 0.6U$
- Détachement lorsque  $\theta = \pi/2$

# Modèle complet

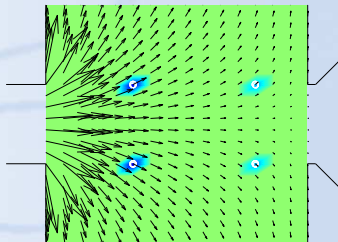
## Exemple de simulation

Rappel : corrolaire énergétique de Howe,

$$\mathcal{P} = - \left\langle \rho_0 \iiint_V U_c (\vec{\omega} \wedge \vec{x}) \cdot \vec{u}_a dV \right\rangle_{T_0}$$

### Variables d'entrée

- Vitesse de l'écoulement
- Eloignement de l'obstacle
- Fréquence d'émission
- Amplitude du débit acoustique



En sortie : Puissance  $\mathcal{P}$  générée par les interactions entre  $\vec{\omega}$  et  $\vec{u}_a$

**Soutenance**  
M. Glesser

**Motivations**  
Problématique les S.A.E.

**Disp. expé.**  
Description  
Qualification

**Modèle**  
Modèles existants  
Chp acou  
Chp vort.  
Modèle complet

**Son de fonte**  
Couplage  
Contrainte aéroacoustique  
Bilan

**Conclusion et perspectives**



Soutenance  
 M. Glesser

Motivations

Problématique  
 les S.A.E.

Disp. expé.

Description  
 Qualification

Modèle

Modèles  
 existants

Chp. acou.

Chp. vort.

Modèle  
 complet

Son de fonte

Couplage  
 Contrainte  
 aéroacoustique

Bilan

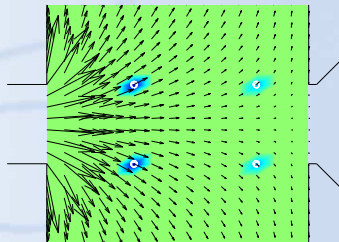
Conclusion et  
 perspectives

Rappel : corrolaire énergétique de Howe,

$$\mathcal{P} = - \left\langle \rho_0 \iiint_V U_c (\vec{\omega} \wedge \vec{x}) \cdot \vec{u}_a dV \right\rangle_{T_0}$$

### Variables d'entrée

- Vitesse de l'écoulement
- Eloignement de l'obstacle
- Fréquence d'émission
- Amplitude du débit acoustique



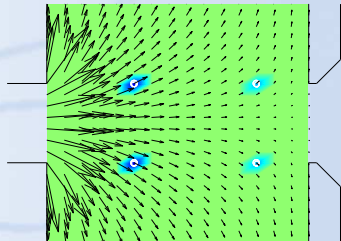
En sortie : Puissance  $\mathcal{P}$  générée par les interactions entre  $\vec{\omega}$  et  $\vec{u}_a$

Rappel : corrolaire énergétique de Howe,

$$\mathcal{P} = - \left\langle \rho_0 \iiint_V U_c (\vec{\omega} \wedge \vec{x}) \cdot \vec{u}_a dV \right\rangle_{T_0}$$

## Variables d'entrée

- Vitesse de l'écoulement
- Eloignement de l'obstacle
- Fréquence d'émission
- Amplitude du débit acoustique



**En sortie** : Puissance  $\mathcal{P}$  générée par les interactions entre  $\vec{\omega}$  et  $\vec{u}_a$

# Modèle complet

## Explication du scénario de détachement

Soutenance  
 M. Glesser

Motivations

Problématique  
 les S.A.E.

Disp. expé.

Description  
 Qualification

Modèle

Modèles  
 existants

Chp acou

Chp vort.

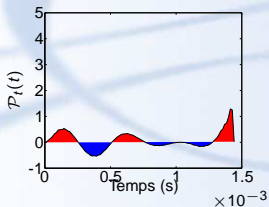
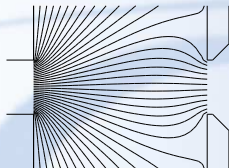
Modèle  
 complet

Son de fonte

Couplage  
 Contrainte  
 aéroacoustique

Bilan

Conclusion et  
 perspectives



# Modèle complet

## Explication du scénario de détachement

Soutenance  
 M. Glesser

Motivations

Problématique  
 les S.A.E.

Disp. expé.

Description  
 Qualification

Modèle

Modèles  
 existants

Chp. acou.

Chp. vort.

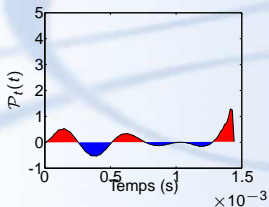
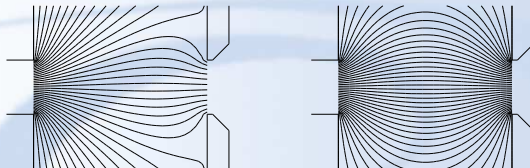
Modèle  
 complet

Son de fonte

Couplage  
 Contrainte  
 aéroacoustique

Bilan

Conclusion et  
 perspectives



# Modèle complet

## Explication du scénario de détachement

Soutenance  
 M. Glesser

### Motivations

Problématique  
 les S.A.E.

### Disp. expé.

Description  
 Qualification

### Modèle

Modèles  
 existants

Chp acou

Chp vort.

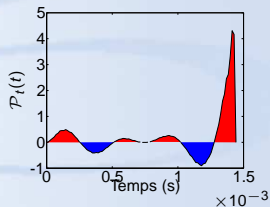
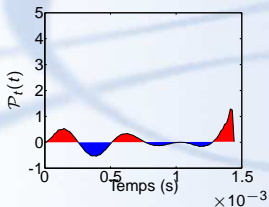
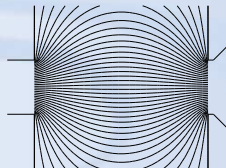
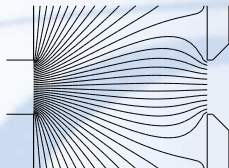
Modèle  
 complet

### Son de fonte

Couplage  
 Contrainte  
 aéroacoustique

Bilan

### Conclusion et perspectives



# Plan

**Soutenance**  
M. Glesser

**Motivations**

Problématique  
des S.A.E.

**Disp. expé.**

Description  
Qualification

**Modèle**

Modèles  
existants

Chp. acou.

Chp. vort.  
Modèle  
complet

**Son de fente**

Couplage  
Contrainte  
aéroacoustique  
Bilan

**Conclusion et  
perspectives**

1 Motivations

2 Dispositif expérimental

3 Développement du modèle

4 Conditions optimales de production du son de fente

5 Conclusion et perspectives

# Couplage acoustique avec le résonateur

## Calcul de l'admittance

- Efficacité de la rétroaction indirecte dépend de l'admittance d'entrée



- 1 Décomposition du conduit en cylindres élémentaires
- 2 Calcul des matrices de transfert
- 3 Ajout d'une impédance de rayonnement
- 4 Calcul de l'admittance d'entrée par multiplication des matrices de transfert

Soutenance  
M. Glesser

Motivations

Problématique  
les S.A.E.

Disp. expé.

Description  
Qualification

Modèle

Modèles  
existants

Chp. acou.

Chp. vort.

Modèle  
complet

Son de fonte

Couplage

Contrainte  
aéroacoustique

Bilan

Conclusion et  
perspectives

# Couplage acoustique avec le résonateur

## Calcul de l'admittance

Soutenance  
 M. Glessier

Motivations  
 Problématique  
 les S.A.E.

Disp. expé.  
 Description  
 Qualification

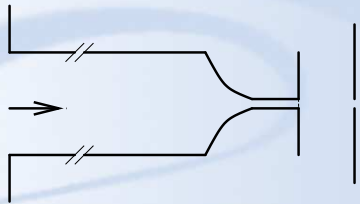
Modèle  
 Modèles  
 existants

Chp. acou.  
 Chp. vort.  
 Modèle  
 complet

Son de fonte  
 Couplage  
 Contrainte  
 aéroacoustique  
 Bilan

Conclusion et  
 perspectives

- Efficacité de la rétroaction indirecte dépend de l'admittance d'entrée



- 1 Décomposition du conduit en cylindres élémentaires
- 2 Calcul des matrices de transfert
- 3 Ajout d'une impédance de rayonnement
- 4 Calcul de l'admittance d'entrée par multiplication des matrices de transfert



# Couplage acoustique avec le résonateur

## Calcul de l'admittance

Soutenance  
 M. Glesser

### Motivations

Problématique  
 les S.A.E.

### Disp. expé.

Description  
 Qualification

### Modèle

Modèles  
 existants

Chp. acou.

Chp. vort.

Modèle  
 complet

### Son de fonte

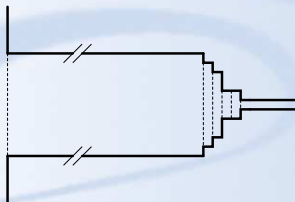
Couplage

Contrainte  
 aéroacoustique

Bilan

### Conclusion et perspectives

- Efficacité de la rétroaction indirecte dépend de l'admittance d'entrée



- 1 Décomposition du conduit en cylindres élémentaires
- 2 Calcul des matrices de transfert
- 3 Ajout d'une impédance de rayonnement
- 4 Calcul de l'admittance d'entrée par multiplication des matrices de transfert

# Couplage acoustique avec le résonateur

## Calcul de l'admittance

Soutenance  
 M. Glesser

### Motivations

Problématique  
 les S.A.E.

### Disp. expé.

Description  
 Qualification

### Modèle

Modèles  
 existants

Chp. acou.

Chp. vort.

Modèle  
 complet

### Son de fonte

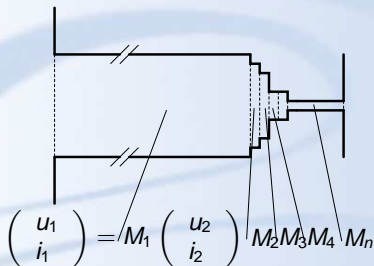
Couplage

Contrainte  
 aéroacoustique

Bilan

### Conclusion et perspectives

- Efficacité de la rétroaction indirecte dépend de l'admittance d'entrée



- 1 Décomposition du conduit en cylindres élémentaires
- 2 Calcul des matrices de transfert
- 3 Ajout d'une impédance de rayonnement
- 4 Calcul de l'admittance d'entrée par multiplication des matrices de transfert

# Couplage acoustique avec le résonateur

## Calcul de l'admittance

Soutenance  
 M. Glesser

### Motivations

Problématique  
 les S.A.E.

### Disp. expé.

Description  
 Qualification

### Modèle

Modèles  
 existants

Chp. acou.

Chp. vort.

Modèle  
 complet

### Son de fonte

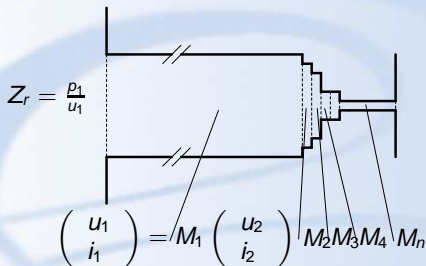
Couplage

Contrainte  
 aéroacoustique

Bilan

### Conclusion et perspectives

- Efficacité de la rétroaction indirecte dépend de l'admittance d'entrée



- 1 Décomposition du conduit en cylindres élémentaires
- 2 Calcul des matrices de transfert
- 3 Ajout d'une impédance de rayonnement
- 4 Calcul de l'admittance d'entrée par multiplication des matrices de transfert

# Couplage acoustique avec le résonateur

## Calcul de l'admittance

Soutenance  
 M. Glesser

### Motivations

Problématique  
 les S.A.E.

### Disp. expé.

Description  
 Qualification

### Modèle

Modèles  
 existants

Chp. acou.

Chp. vort.

Modèle  
 complet

### Son de fonte

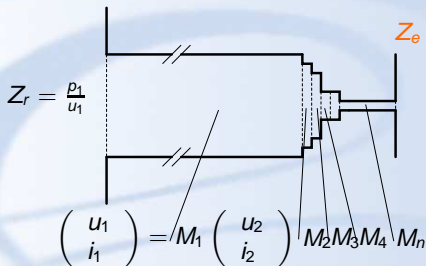
Couplage

Contrainte  
 aéroacoustique

Bilan

Conclusion et  
 perspectives

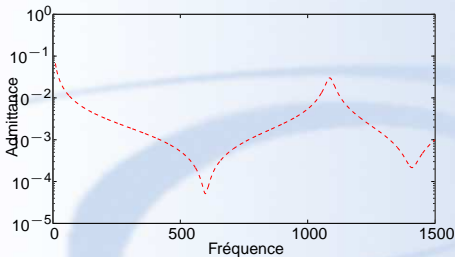
- Efficacité de la rétroaction indirecte dépend de l'admittance d'entrée



- 1 Décomposition du conduit en cylindres élémentaires
- 2 Calcul des matrices de transfert
- 3 Ajout d'une impédance de rayonnement
- 4 Calcul de l'admittance d'entrée par multiplication des matrices de transfert

# Couplage acoustique avec le résonateur

## Résultats



- Fréquence d'émission = maxima d'admittance
- Effet de filtrage du convergent

Soutenance  
 M. Glesser

Motivations  
 Problématique  
 les S.A.E.

Disp. expé.  
 Description  
 Qualification

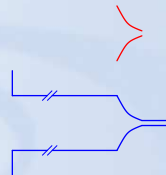
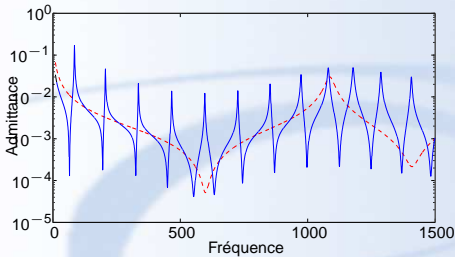
Modèle  
 Modèles existants  
 Chp acou  
 Chp vort.  
 Modèle complet

Son de fente  
 Couplage  
 Contrainte  
 aéroacoustique  
 Bilan

Conclusion et perspectives

# Couplage acoustique avec le résonateur

## Résultats



- Fréquence d'émission = maxima d'admittance
- Effet de filtrage du convergent

Soutenance  
 M. Glesser

Motivations  
 Problématique  
 les S.A.E.

Disp. expé.  
 Description  
 Qualification

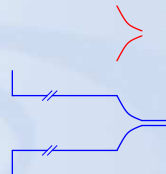
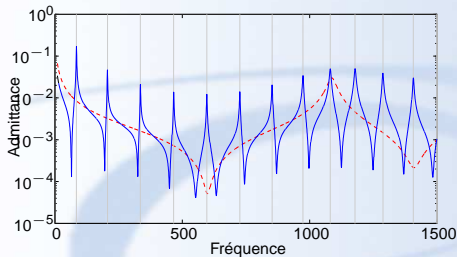
Modèle  
 Modèles  
 existants  
 Chp acou  
 Chp vort.  
 Modèle  
 complet

Son de fente  
 Couplage  
 Contrainte  
 aéroacoustique  
 Bilan

Conclusion et  
 perspectives

# Couplage acoustique avec le résonateur

## Résultats



- Fréquence d'émission = maxima d'admittance
- Effet de filtrage du convergent

Soutenance  
 M. Glesser

Motivations  
 Problématique  
 les S.A.E.

Disp. expé.  
 Description  
 Qualification

Modèle  
 Modèles  
 existants

Chp. acou.  
 Chp. vort.  
 Modèle  
 complet

Son de fente  
 Couplage  
 Contrainte  
 aéroacoustique  
 Bilan

Conclusion et  
 perspectives

# Couplage acoustique avec le résonateur

## Résultats

Soutenance  
 M. Glesser

Motivations

Problématique  
 les S.A.E.

Disp. expé.

Description  
 Qualification

Modèle

Modèles  
 existants

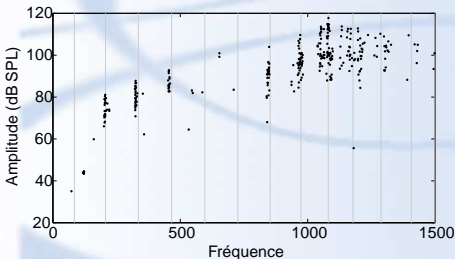
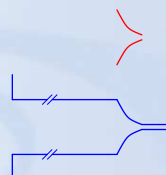
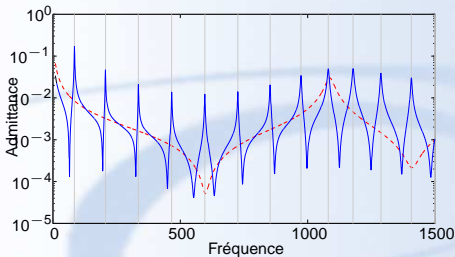
Chp acou

Chp vort.  
 Modèle  
 complet

Son de fonte

Couplage  
 Contrainte  
 aéroacoustique  
 Bilan

Conclusion et  
 perspectives



- Fréquence d'émission = maxima d'admittance
- Effet de filtrage du convergent



# Contrainte aéroacoustique

## Résultats expérimentaux

Soutenance  
 M. Glesser

Motivations

Problématique  
 les S.A.E.

Disp. expé.

Description  
 Qualification

Modèle

Modèles  
 existants

Chp acou

Chp vort.

Modèle  
 complet

Son de fonte

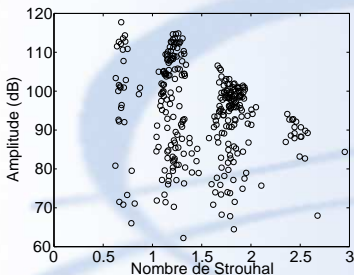
Couplage

Contrainte  
 aéroacoustique

Bilan

Conclusion et  
 perspectives

### ■ Répartition des nombres de Strouhal mesurés



■ Loi de Rossiter :  $St_L = \frac{U_c}{U} (N + a_0)$   
 avec  $-1/4 < a_0 < 1/4$

# Contrainte aéroacoustique

## Résultats expérimentaux

Soutenance  
 M. Glesser

Motivations

Problématique  
 les S.A.E.

Disp. expé.

Description  
 Qualification

Modèle

Modèles  
 existants

Chp. acou.

Chp. vort.

Modèle  
 complet

Son de fonte

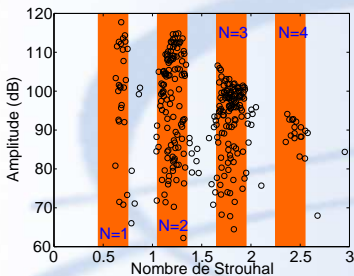
Couplage

Contrainte  
 aéroacoustique

Bilan

Conclusion et  
 perspectives

### ■ Répartition des nombres de Strouhal mesurés



■ Loi de Rossiter :  $St_L = \frac{U_c}{U} (N + a_0)$   
 avec  $-1/4 < a_0 < 1/4$

# Contrainte aéroacoustique

## Résultats expérimentaux

Soutenance  
 M. Glesser

Motivations

Problématique  
 les S.A.E.

Disp. expé.

Description  
 Qualification

Modèle

Modèles  
 existants

Chp. acou.

Chp. vort.

Modèle  
 complet

Son de fonte

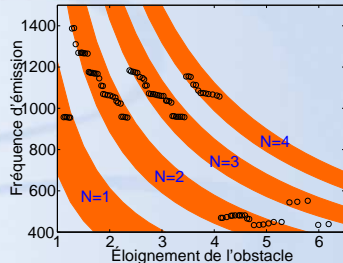
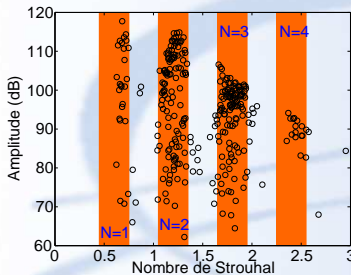
Couplage

Contrainte  
 aéroacoustique

Bilan

Conclusion et  
 perspectives

### ■ Répartition des nombres de Strouhal mesurés



■ Loi de Rossiter :  $St_L = \frac{U_c}{U} (N + a_0)$   
 avec  $-1/4 < a_0 < 1/4$

# Contrainte aéroacoustique

## Interprétation énergétique

Soutenance  
 M. Glesser

Motivations

Problématique  
 les S.A.E.

Disp. expé.

Description  
 Qualification

Modèle

Modèles  
 existants

Chp. acou.

Chp. vort.

Modèle  
 complet

Son de fonte

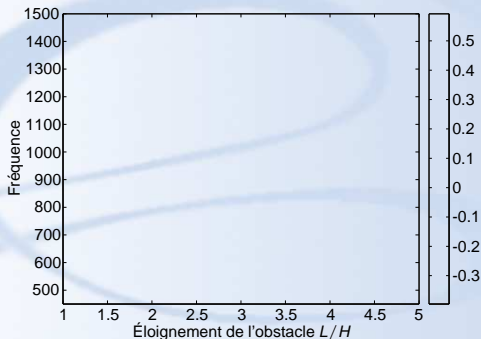
Couplage

Contrainte  
 aéroacoustique

Bilan

Conclusion et  
 perspectives

- Rossiter = maximisation du transfert d'énergie tourbillonnaire vers le champ acoustique ?



- Maximisation du transfert d'énergie  $\Rightarrow a_0 = -1/8$

# Contrainte aéroacoustique

## Interprétation énergétique

Soutenance  
 M. Glesser

### Motivations

Problématique  
 les S.A.E.

### Disp. expé.

Description  
 Qualification

### Modèle

Modèles  
 existants

Chp acou

Chp vort.

Modèle  
 complet

### Son de fonte

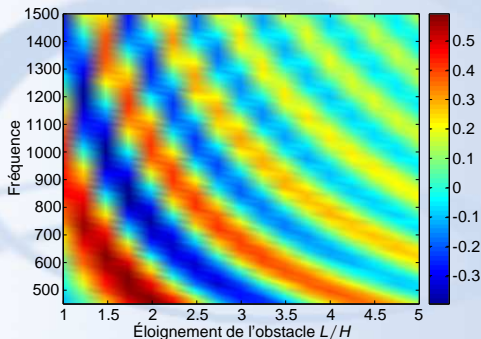
Couplage

Contrainte  
 aéroacoustique

Bilan

Conclusion et  
 perspectives

- Rossiter = maximisation du transfert d'énergie tourbillonnaire vers le champ acoustique ?



- Maximisation du transfert d'énergie  $\Rightarrow a_0 = -1/8$

# Contrainte aéroacoustique

## Interprétation énergétique

Soutenance  
 M. Glesser

### Motivations

Problématique  
 les S.A.E.

### Disp. expé.

Description  
 Qualification

### Modèle

Modèles  
 existants

Chp. acou.

Chp. vort.

Modèle  
 complet

### Son de fonte

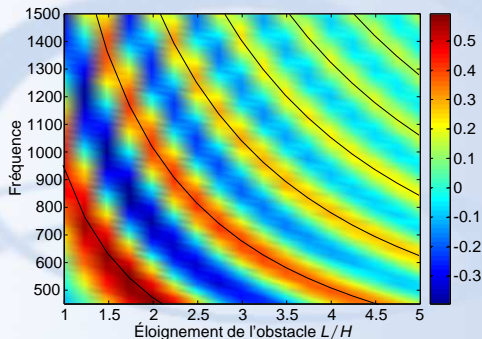
Couplage

Contrainte  
 aéroacoustique

Bilan

Conclusion et  
 perspectives

- Rossiter = maximisation du transfert d'énergie tourbillonnaire vers le champ acoustique ?



- Maximisation du transfert d'énergie  $\Rightarrow a_0 = -1/8$

# Contrainte aéroacoustique

## Interprétation énergétique

Soutenance  
 M. Glesser

### Motivations

Problématique  
 les S.A.E.

### Disp. expé.

Description  
 Qualification

### Modèle

Modèles  
 existants

Chp acou

Chp vort.

Modèle  
 complet

### Son de fonte

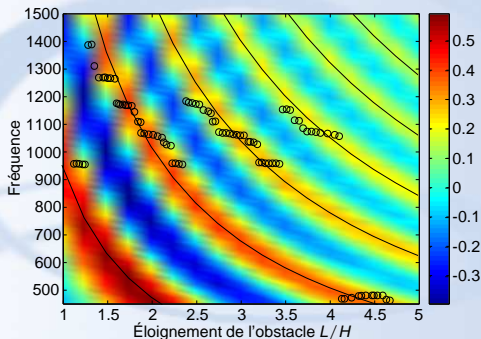
Couplage

Contrainte  
 aéroacoustique

Bilan

Conclusion et  
 perspectives

- Rossiter = maximisation du transfert d'énergie tourbillonnaire vers le champ acoustique ?



- Maximisation du transfert d'énergie  $\Rightarrow a_0 = -1/8$

# Bilan

## Choix des fréquences d'émission

Soutenance  
 M. Glesser

Motivations

Problématique  
 les S.A.E.

Disp. expé.

Description  
 Qualification

Modèle

Modèles  
 existants

Chp. acou.

Chp. vort.

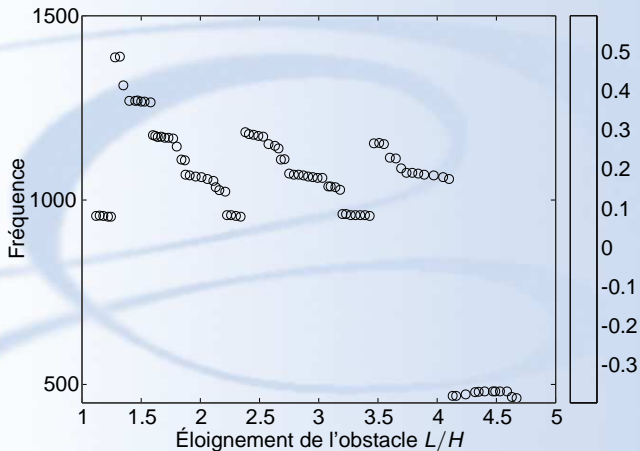
Modèle  
 complet

Son de fonte

Couplage  
 Contrainte  
 aéroacoustique

Bilan

Conclusion et  
 perspectives





# Bilan

## Choix des fréquences d'émission

Soutenance  
 M. Glesser

### Motivations

Problématique  
 les S.A.E.

### Disp. expé.

Description  
 Qualification

### Modèle

Modèles  
 existants  
 Cnp acou

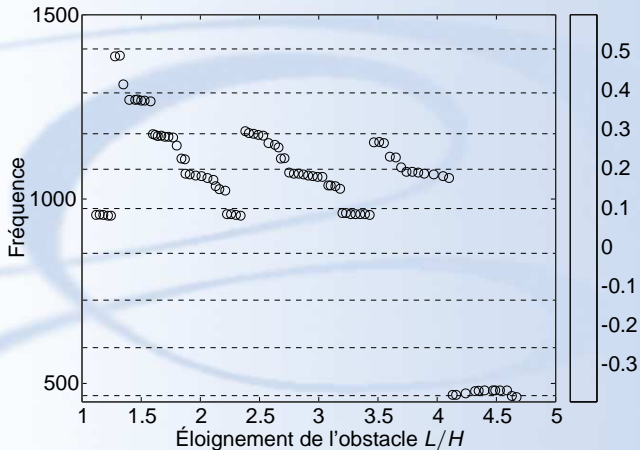
Cnp vort.  
 Modèle  
 complet

### Son de fonte

Couplage  
 Contrainte  
 aéroacoustique

### Bilan

Conclusion et  
 perspectives



# Bilan

## Choix des fréquences d'émission

Soutenance  
 M. Glesser

### Motivations

Problématique  
 les S.A.E.

### Disp. expé.

Description  
 Qualification

### Modèle

Modèles  
 existants

Chp acou

Chp vort.

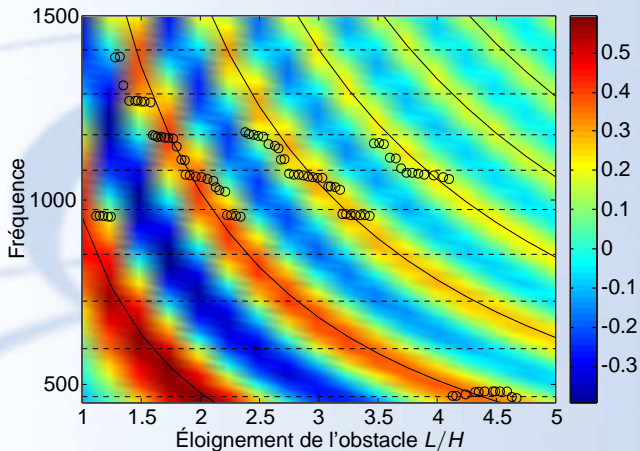
Modèle  
 complet

### Son de fonte

Couplage  
 Contrainte  
 aéroacoustique

Bilan

Conclusion et  
 perspectives



# Plan

**Soutenance**  
M. Glessier

**Motivations**

Problématique  
des S.A.E.

**Disp. expé.**

Description  
Qualification

**Modèle**

Modèles  
existants

Chp. acou.

Chp. vort.  
Modèle  
complet

**Son de fente**

Couplage  
Contrainte  
aéroacoustique  
Bilan

**Conclusion et  
perspectives**

1 Motivations

2 Dispositif expérimental

3 Développement du modèle

4 Conditions optimales de production du son de fente

5 Conclusion et perspectives

# Conclusion et perspectives

## Conclusion

Soutenance  
M. Glessier

### Motivations

Problématique  
les S.A.E.

### Disp. expé.

Description  
Qualification

### Modèle

Modèles  
existants

Chp. acou.

Chp. vort.

Modèle  
complet

### Son de fente

Couplage

Contrainte  
aéroacoustique

Bilan

Conclusion et  
perspectives

- Description expérimentale de la dynamique des tourbillons
  - Modèle basé sur le corrolaire de Howe
  - Etude du couplage avec le conduit de soufflage
  - Etude des interactions acoustique / écoulement
  - Interprétation des conditions de jeu de la source couplée

# Conclusion et perspectives

## Conclusion

**Soutenance**  
M. Glesser

**Motivations**

Problématique  
les S.A.E.

**Disp. expé.**

Description  
Qualification

**Modèle**

Modèles  
existants

Chp acou

Chp vort.

Modèle  
complet

**Son de fente**

Couplage

Contrainte  
aéroacoustique

Bilan

**Conclusion et  
perspectives**

- Description expérimentale de la dynamique des tourbillons
- Modèle basé sur le corrolaire de Howe
  - Etude du couplage avec le conduit de soufflage
  - Etude des interactions acoustique / écoulement
  - Interprétation des conditions de jeu de la source couplée

# Conclusion et perspectives

## Conclusion

**Soutenance**  
M. Glesser

**Motivations**

Problématique  
les S.A.E.

**Disp. expé.**

Description  
Qualification

**Modèle**

Modèles  
existants

Chp acou

Chp vort.

Modèle  
complet

**Son de fente**

Couplage

Contrainte  
aéroacoustique

Bilan

**Conclusion et  
perspectives**

- Description expérimentale de la dynamique des tourbillons
- Modèle basé sur le corrolaire de Howe
- Etude du couplage avec le conduit de soufflage
- Etude des interactions acoustique / écoulement
- Interprétation des conditions de jeu de la source couplée

# Conclusion et perspectives

## Conclusion

Soutenance  
M. Glessier

### Motivations

Problématique  
les S.A.E.

### Disp. expé.

Description  
Qualification

### Modèle

Modèles  
existants

Chp. acou.

Chp. vort.

Modèle  
complet

### Son de fente

Couplage

Contrainte  
aéroacoustique

Bilan

Conclusion et  
perspectives

- Description expérimentale de la dynamique des tourbillons
- Modèle basé sur le corrolaire de Howe
- Etude du couplage avec le conduit de soufflage
- Etude des interactions acoustique / écoulement
- Interprétation des conditions de jeu de la source couplée

# Conclusion et perspectives

## Conclusion

Soutenance  
M. Glesser

### Motivations

Problématique  
les S.A.E.

### Disp. expé.

Description  
Qualification

### Modèle

Modèles  
existants

Chp. acou.

Chp. vort.

Modèle  
complet

### Son de fente

Couplage

Contrainte  
aéroacoustique

Bilan

Conclusion et  
perspectives

- Description expérimentale de la dynamique des tourbillons
- Modèle basé sur le corrolaire de Howe
- Etude du couplage avec le conduit de soufflage
- Etude des interactions acoustique / écoulement
- Interprétation des conditions de jeu de la source couplée



# Conclusion et perspectives

## Perspectives

**Soutenance**  
M. Glessier

**Motivations**

Problématique  
les S.A.E.

**Disp. expé.**

Description  
Qualification

**Modèle**

Modèles  
existants

Chp acou.

Chp vort.

Modèle  
complet

**Son de fonte**

Couplage

Contrainte  
aéroacoustique

Bilan

**Conclusion et  
perspectives**

- **Prédiction des niveaux émis**
- Amélioration des modèles de champs
- Bilan d'énergie sur le résonateur
- Passage à des géométries plus réalistes

# Conclusion et perspectives

## Perspectives

**Soutenance**  
M. Glessier

**Motivations**

Problématique  
les S.A.E.

**Disp. expé.**

Description  
Qualification

**Modèle**

Modèles  
existants

Chp acou

Chp vort.

Modèle  
complet

**Son de fonte**

Couplage

Contrainte  
aéroacoustique

Bilan

**Conclusion et  
perspectives**

- Prédiction des niveaux émis
- Amélioration des modèles de champs
- Bilan d'énergie sur le résonateur
- Passage à des géométries plus réalistes

# Conclusion et perspectives

## Perspectives

**Soutenance**  
M. Glessier

### Motivations

Problématique  
les S.A.E.

### Disp. expé.

Description  
Qualification

### Modèle

Modèles  
existants

Chp acou.

Chp vort.

Modèle  
complet

### Son de fonte

Couplage

Contrainte  
aéroacoustique

Bilan

**Conclusion et  
perspectives**

- Prédiction des niveaux émis
- Amélioration des modèles de champs
- Bilan d'énergie sur le résonateur
- Passage à des géométries plus réalistes

# Conclusion et perspectives

## Perspectives

**Soutenance**  
M. Glessier

**Motivations**

Problématique  
les S.A.E.

**Disp. expé.**

Description  
Qualification

**Modèle**

Modèles  
existants

Chp. acou.

Chp. vort.

Modèle  
complet

**San de fonte**

Couplage

Contrainte  
aéroacoustique

Bilan

**Conclusion et  
perspectives**

- Prédiction des niveaux émis
- Amélioration des modèles de champs
- Bilan d'énergie sur le résonateur
- Passage à des géométries plus réalistes