

# **THESE**

présentée à  
l'UNIVERSITE PIERRE ET MARIE CURIE

pour obtenir le titre de

**DOCTEUR DE L'UNIVERSITE PARIS 6**  
spécialité **Mathématiques Appliquées**

par **François DUBOIS**

Sujet de la Thèse :

**QUELQUES PROBLEMES LIES AU CALCUL  
D'ECOULEMENTS DE FLUIDES PARFAITS  
DANS LES TUYERES.**

Soutenue le 5 janvier 1988 devant le jury composé de

MM.	P.A. RAVIART	Président
	A.Y. LEROUX	
	O. PIRONNEAU	Rapporteurs
	B. MERCIER	
	P. MORICE	
	J.C. NEDELEC	Examineurs

## Table des Matières

	page
Introduction	1
Chapitre 1      Quelques aspects de la modélisation.	7
I    Fluides parfaits compressibles.	9
II   Tuyères monodimensionnelles.	32
Chapitre 2      Discrete Vector Potential Representation of a Divergence Free Vector Field in Three Dimensional Domains: Numerical Analysis of a Model Problem.	49
I    Introduction.	51
II   The Continuous Problem.	56
III  Vectorial Curved Finite Elements in $\mathbb{R}^3$ .	71
IV  Approximation of the Homogeneous Problem.	87
V   The Dirichlet Boundary Condition.	102
Chapitre 3      Représentation de champs de vecteurs solénoïdaux de $\mathbb{R}^3$ par un potentiel vecteur discret: Résolution numérique d' un problème non-linéaire.	119
I    Généralités.	121
II   Description du maillage.	124
III  Calcul des matrices élémentaires.	129
IV  Résolution du système linéaire.	136
V   Tests numériques. Conclusion.	142
Chapitre 4      Résolution numérique de l' équation du potentiel transsonique à l'aide d' une méthode d' éléments finis mixtes et d' un algorithme de point fixe.	147
I    Description de la méthode numérique.	151
II   Tests numériques sur un profil NACA 0012.	166
III  Application à un problème d' aérodynamique interne.	185
IV  Conclusion.	207

Chapitre 5	Boundary Conditions for Nonlinear Hyperbolic Systems of Conservation Laws ( en collaboration avec P. Le Floch ).	213
0	Introduction.	215
I	Approach by the Method of Viscosity.	218
II	Approach by the Riemann Problem.	233
III	Conjecture, Study of an Example.	253
Chapitre 6	Boundary Conditions and the Osher Scheme for the Euler Equations of Gas Dynamics.	257
I	Multivalued Solution of the Riemann Problem.	262
II	The Osher Scheme as a Splitting Scheme.	271
III	Numerical Boundary Conditions for the Euler Equations.	283
IV	Numerical Experiments with the Explicit First Order Osher Scheme	293
V	Linearized Implicit Version of the Scheme.	307
Chapitre 7	Eléments finis mixtes, schéma d' Engquist-Osher et algorithme de Newton pour la résolution numérique de l' équation du potentiel transsonique.	321
I	Description de la méthode numérique.	324
II	Tests numériques sur l' aile NACA 0012.	349
III	Etude du canal du GAMM.	366
IV	Vers une nouvelle méthode.	377
V	Conclusion.	384
	Bibliographie.	393