



SOCIÉTÉ FRANÇAISE DES THERMICIENS

JOURNÉE D'ÉTUDE DU 29 MARS 1990

sur la

MODELISATION EN ELECTROTHERMIE

Siamak AREFI

NTO 90287

Mars 1990

Centre Technique des Industries Aéronautiques et Thermiques

ORSAY - Plateau du Moulon, Adresse postale : B.P. 73, 91402 ORSAY Cedex
Tél. (33) -1- 69 41 18 64 - Télex 600 871 F - FAX (33) -1- 6019 1280

SOCIETE FRANCAISE DES THERMICIENS

JOURNÉE D'ÉTUDE DU 29 MARS 1990
sur la
MODELISATION EN ELECTROTHERMIE

--:--:--

Logiciel FLFUEMENT : Possibilités et exemples d'application

Par Siamak AREFI
CENTRE TECHNIQUE DES INDUSTRIES AERAULIQUES ET THERMIQUES
(CETIAT)
Plateau du Moulon
91400 ORSAY

Résumé

Les logiciels FLUENT et FLUENT BFC

La famille fluent de codes de modélisation de la dynamique des fluides est installée sur une station de travail SUN4/110. Elle comprend le logiciel FLUENT version 2.99 et le logiciel FLUENT/BFC.

Une confrontation entre le calcul et la mesure concernant un jet d'air plan a permis d'étudier l'influence de l'intensité initiale de turbulence et de comparer les profils de vitesses obtenus.

Une évaluation de fonctionnement numérique de FLUENT, sur le problème de la diffusion aéraulique, a mis en évidence le rôle du maillage.

La détermination des champs aérauliques, aéro-thermiques et thermiques dans quelques dispositifs industriels ont permis d'obtenir des résultats, difficilement accessibles par la mesure.

.../...

INTRODUCTION

FLUENT développé par la société Creare (New Hampshire, Etats-Unis) est actuellement distribué en Europe par la société Flow Simulation (Sheffield, Angleterre).

Toutefois les sociétés désirant mettre en oeuvre des simulations de ce type doivent être conscientes que l'utilisation de tels logiciels nécessite de disposer de bonnes connaissances en mécanique des fluides et de notions en techniques numériques.

Un programme de développement équivalent à 15 années de travail, la société Creare a mis au point un logiciel général accessible à des utilisateurs non spécialistes des problèmes numériques.

La prédiction des écoulements des fluides et des transferts thermiques, comme celle de tous les phénomènes physiques, peut être obtenue soit par des investigations expérimentales en grandeur réelle ou en similitude, soit par simulations numériques à partir de modèles mathématiques. Les informations les plus fiables sont obtenues par les mesures sur site, toutefois les expérimentations ne sont pas toujours possibles en raison des difficultés et des coûts de mise en oeuvre.

Simulation numérique

FLUENT est un logiciel de simulation des écoulements subsoniques à frontière fixe qui résout les équations de conservation de la masse, de la quantité de mouvement, de l'énergie et de mélange pour les écoulements laminaires et turbulents. Deux modèles de représentation de la turbulence sont disponibles dans FLUENT : le modèle K- ϵ développé par le professeur Brian Spalding à partir de 1972 à l'Imperial College et un modèle de contraintes algébriques.

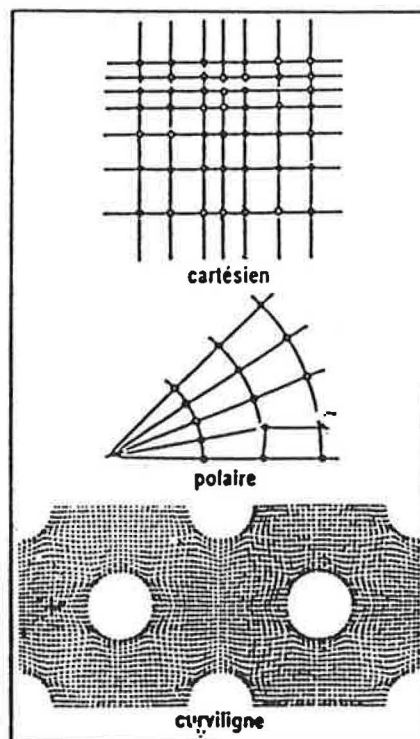
FLUENT modélise les écoulements :

- stationnaires ou non ;
- laminaires ;
- turbulents pour les fluides newtoniens ;
- avec transferts thermiques couplés ou non (conduction-convection) ;
- avec réactions chimiques dont la combustion ;
- avec une seconde phase dispersée (particules ou gouttelettes).

Caractéristiques de FLUENT

Les maillages

La première phase lors de la simulation numérique d'un phénomène représenté par des équations aux dérivées partielles est la discrétisation de ces équations donc le maillage du domaine à étudier. FLUENT dispose des trois maillages ci-dessous : un maillage cartésien et un maillage polaire sont disponibles en version de base et un maillage plus élaboré permettant d'étudier des domaines de géométrie plus compliquée comme par exemple le cas de l'échangeur représenté ci-dessous.



Présentation des résultats

Une série d'utilitaires de tracé 2D ou 3D couleur permet d'interpréter les résultats de calcul. Il est ainsi possible de visualiser :

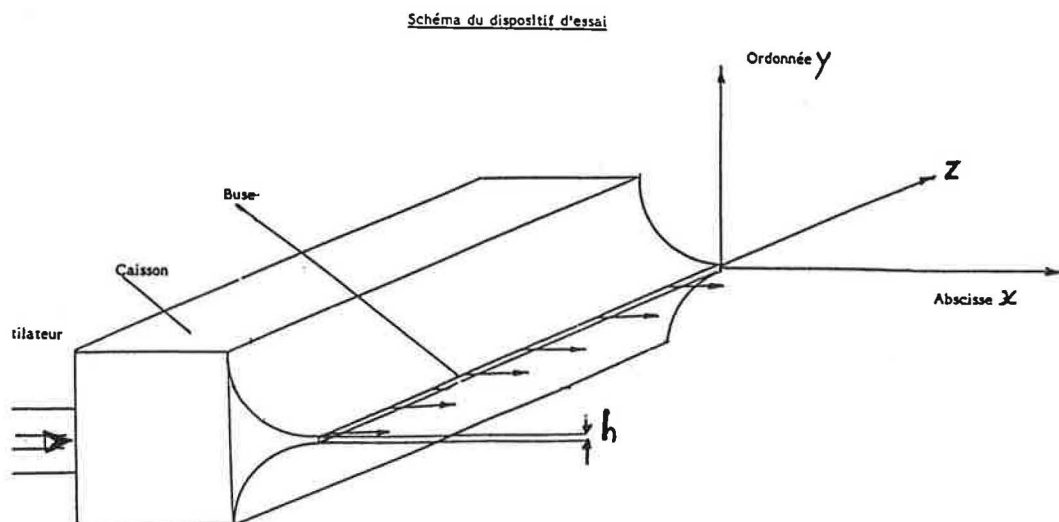
- les vecteurs vitesse ;
- les lignes de courant ;
- des profils ;
- des contours ;
- des trajectoires de particules.

Les contours ou les profils peuvent représenter :

- les composantes de la vitesse (u, v, w) ;
- la pression ;
- l'énergie cinétique de turbulence ;
- la création de la turbulence ;
- la dissipation de la turbulence ;
- la densité.

Confrontation calcul-mesure : jet d'air

Nous présentons quelques résultats de confrontation calcul : FLUENT version PC -
Mesure : anémométrie à fil chaud sur un jet d'air



CONFRONTATION CALCUL-MESURE

Comparaison des profils de vitesse selon l'axe y pour une intensité de turbulence initiale : $I = 8,4\%$ aux différentes positions de l'axe du jet x (Fig. 1 à Fig. 4).

Comparaison des vitesses axiales situées sur l'axe x pour $I = 8,4\%$ (Fig. 5).

Conclusion : on constate que dans la zone de turbulence pleinement développée :

- l'écoulement ne dépend plus des conditions initiales ;
- les profils de vitesses obtenus par le calcul se superposent à ceux de l'expérience ;
- les résultats du calcul et de la mesure ne s'accordent pas au voisinage de la sortie du jet.

Vitesse

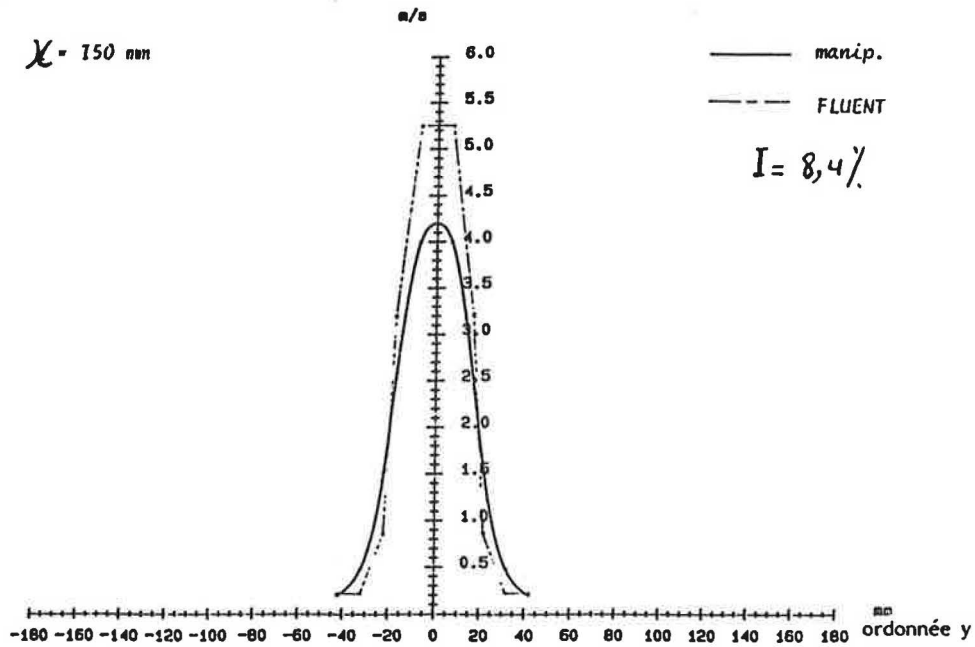
 $\chi = 150 \text{ mm}$ 

Figure N° 1

Vitesse

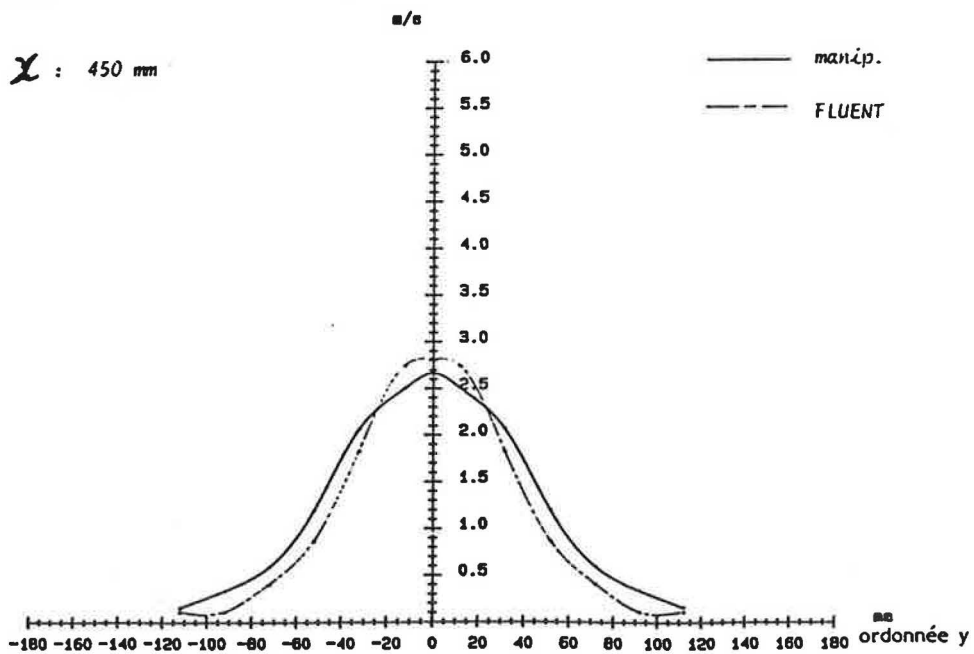
 $\chi : 450 \text{ mm}$ 

Figure N° 2

Vitesse

$$x = 750 \text{ mm}$$

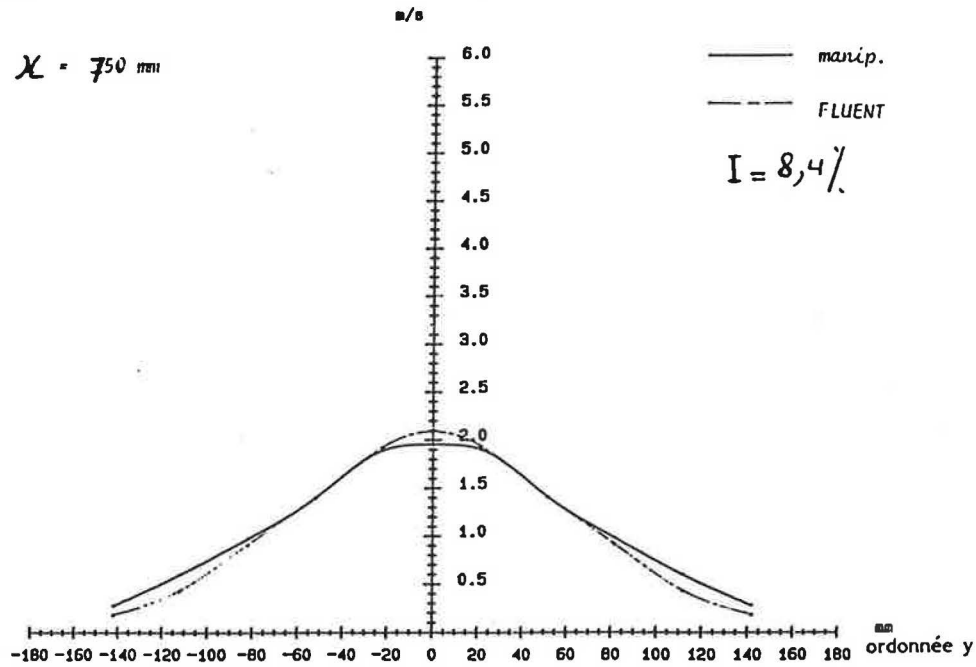


Figure N° 3

Vitesse

$$x = 900 \text{ mm}$$

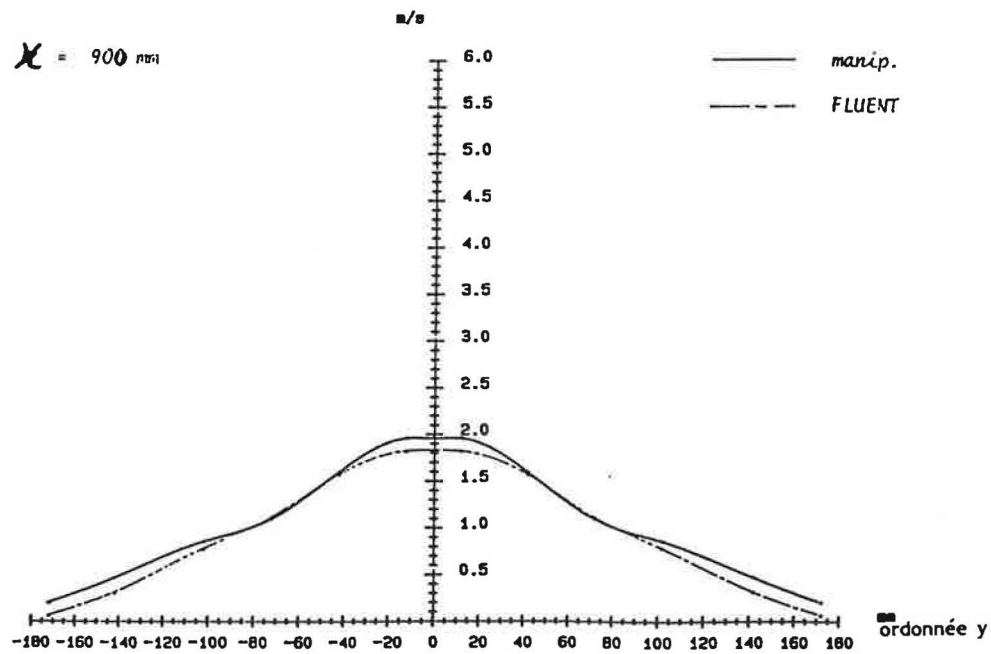


Figure N° 4

RAPPORT DES VITESSES AXIALES X AU CENTRE (Y = 0) SUR LA VITESSE INITIALE

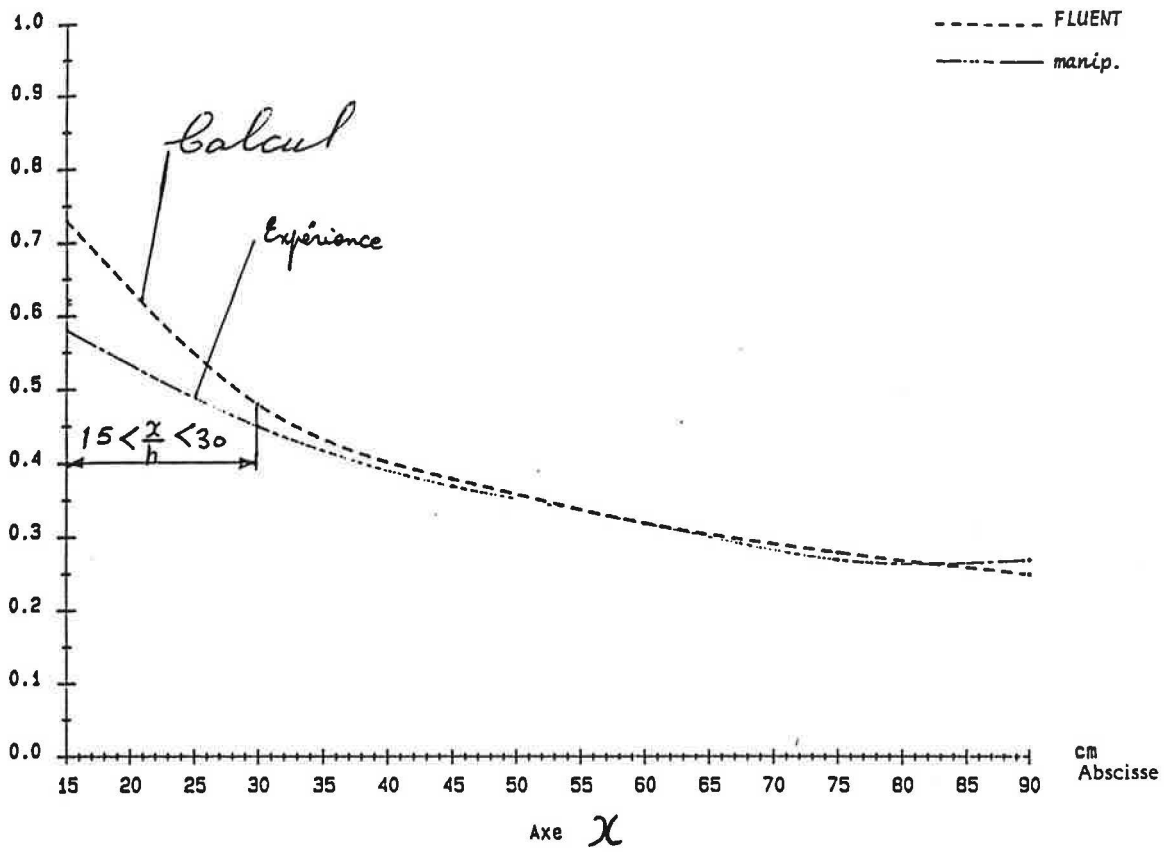
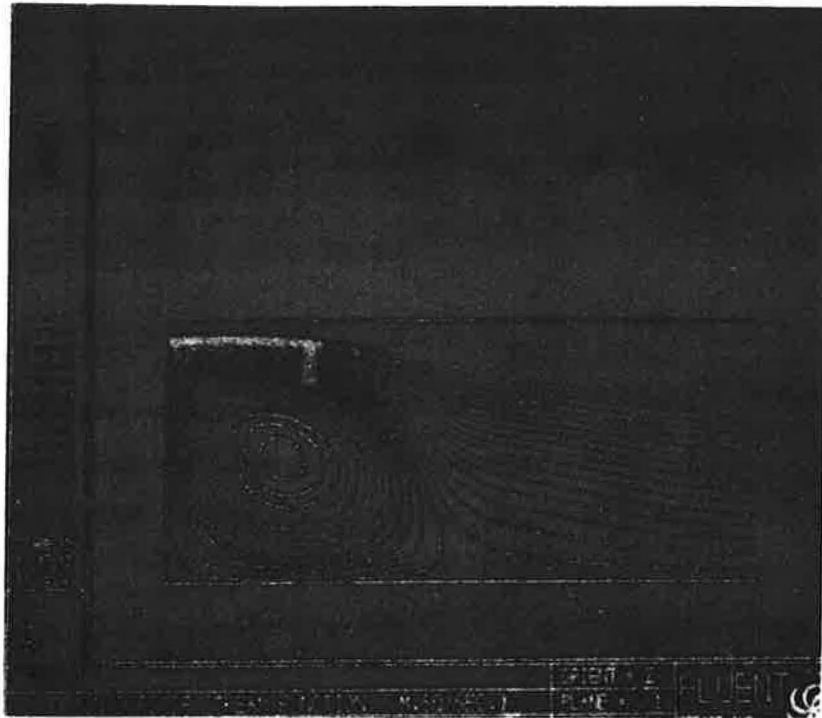


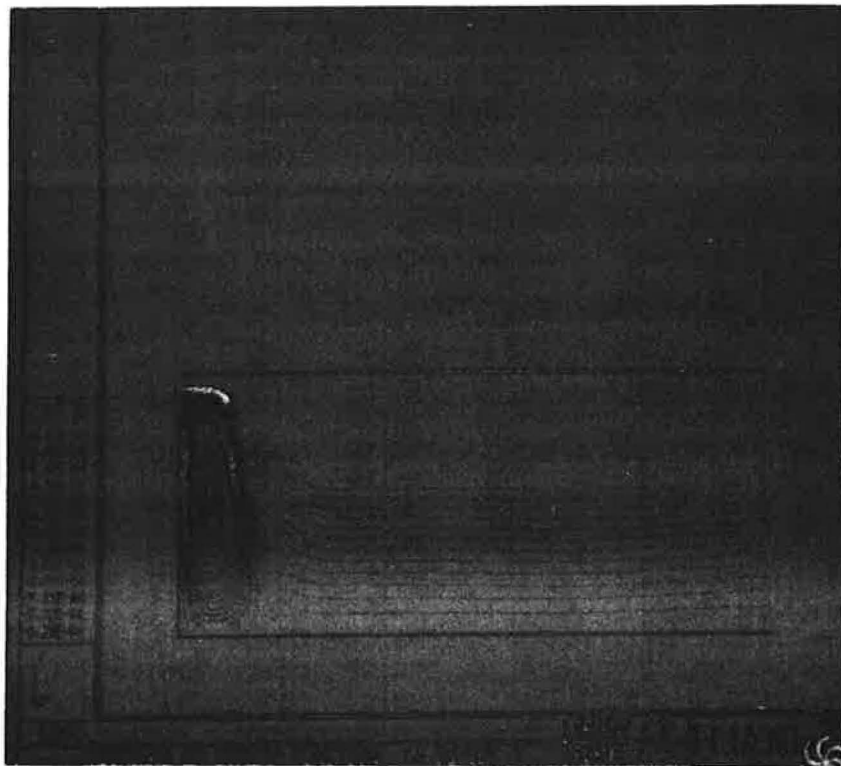
Figure N° 5

FONCTIONNEMENT NUMERIQUE

Titre : Rôle du maillage sur le fonctionnement numérique de FLUENT : calcul de diffusion d'air dans une pièce



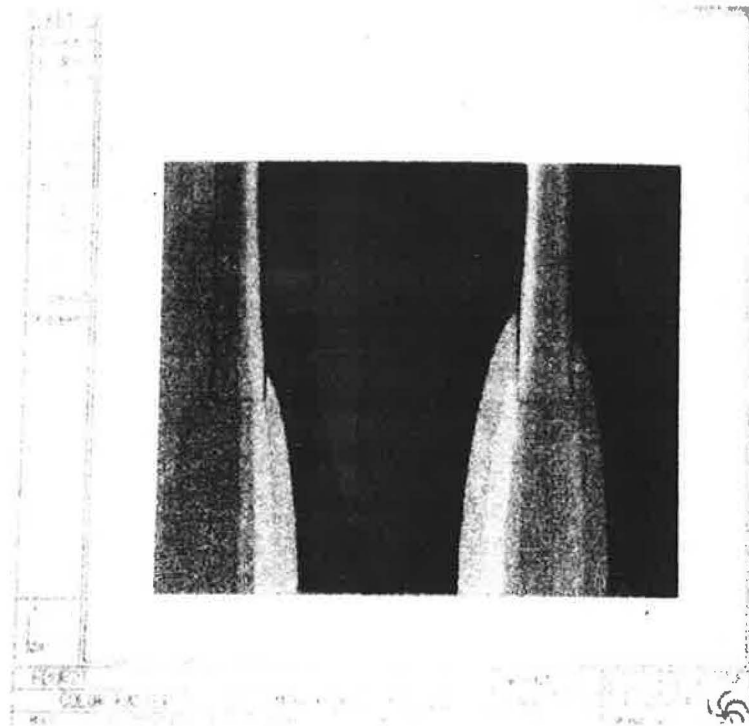
Maillage carré



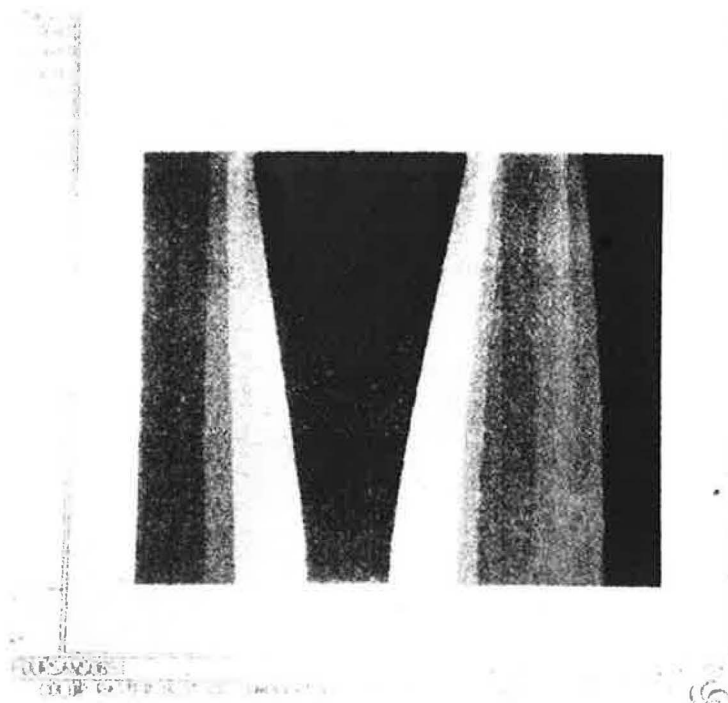
Maillage rectangulaire
Allongement = $\frac{y}{x} = 5$

EXEMPLE D'APPLICATION

Titre : Comportement thermique d'un alliage dans un four



Champ thermique dans un four avec obstacle



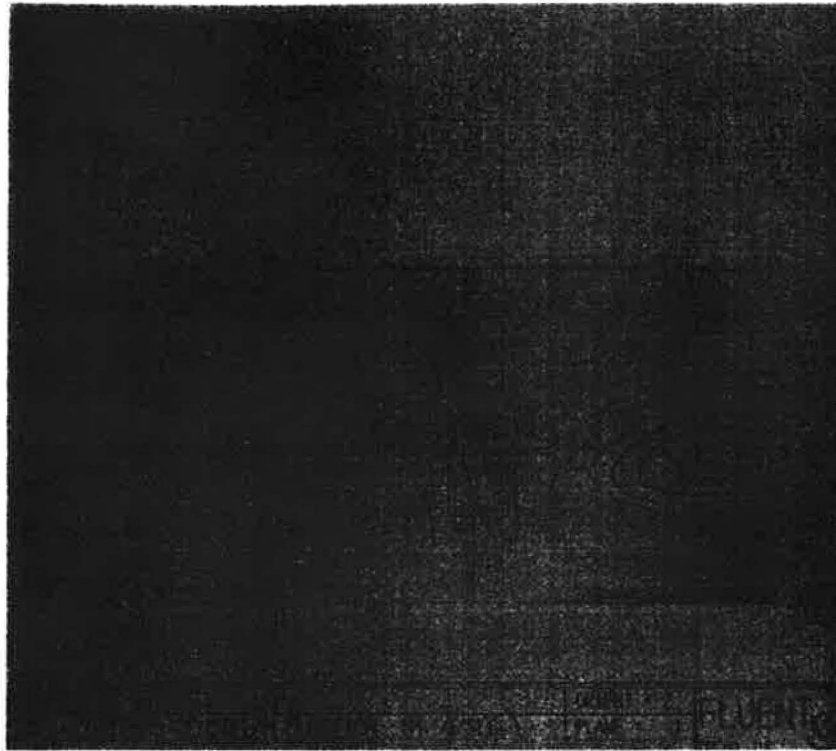
Four sans obstacle

Champ thermique dans un four sans obstacle

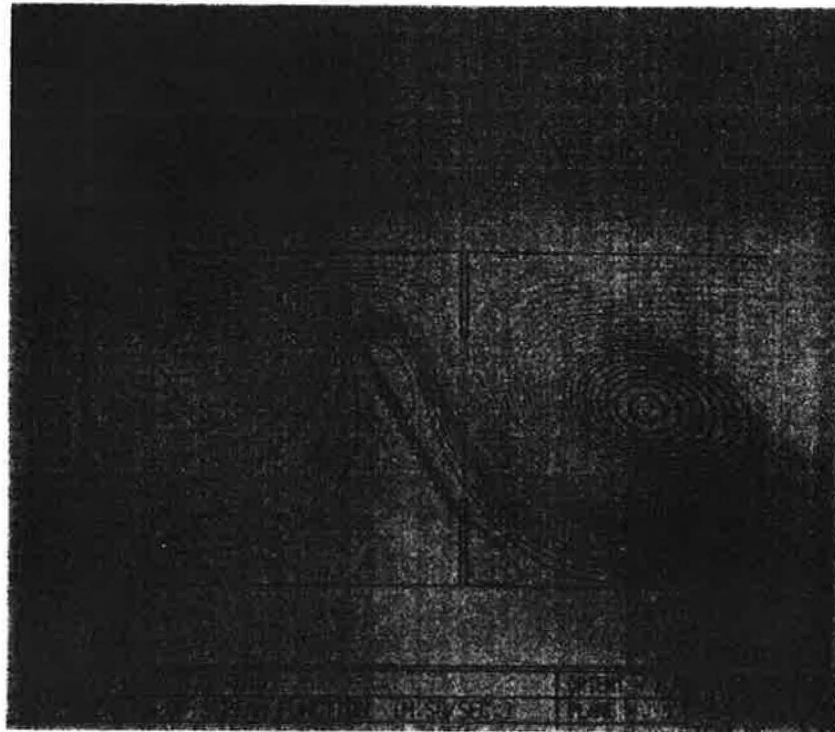
But : Calcul en régime stationnaire et instationnaire en présence et en absence d'obstacle

EXEMPLE D'APPLICATION

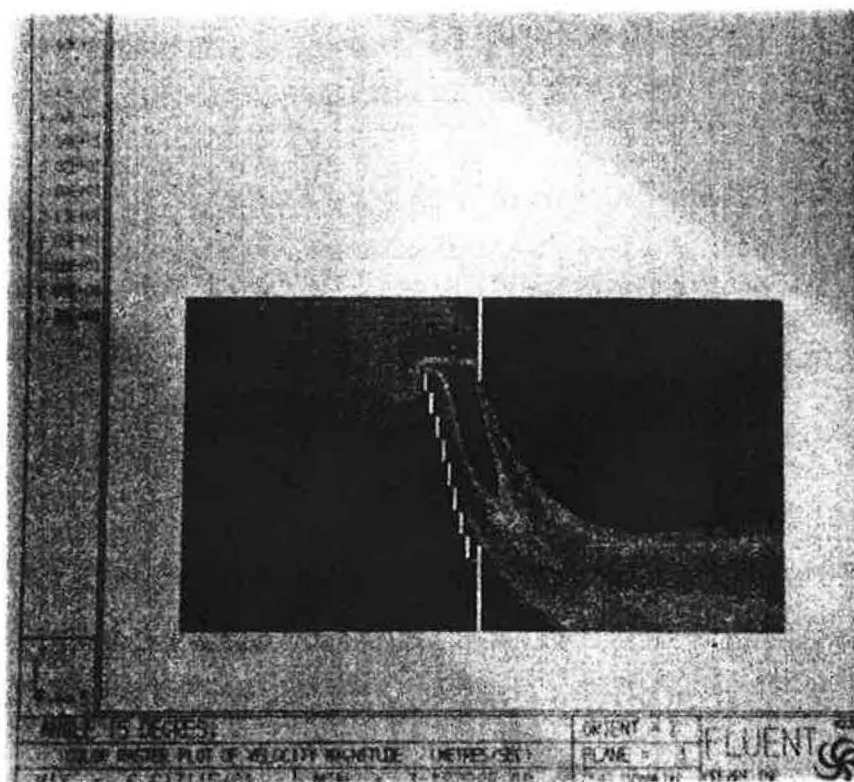
Titre : Champ aéraulique sur une porte dans un tunnel



Angle d'ouverture = 15 degrés
Présentation des lignes de courant



Angle d'ouverture = 30 degrés
Présentation des lignes de courant



Angle d'ouverture = 15 degrés
Présentation des iso-vitesses dans le tunnel