

Fiche 1

Bicouche

SOMMAIRE

1.1 DESCRIPTION DU CAS TEST	3
1.1.1 OBJECTIF	3
1.1.2 DESCRIPTION DE LA CONFIGURATION	5
1.1.3 CARACTÉRISTIQUES	5
1.1.4 RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	5
1.2 OPTIONS DE CALCUL	5
1.2.1 MODÉLISATION NUMÉRIQUE	5
1.2.2 CARACTÉRISTIQUES DU MAILLAGE	6
1.2.3 CONDITIONS AUX LIMITES ET INITIALES	6
1.2.4 SCHÉMAS ET MÉTHODES DE RÉOLUTION	7
1.2.5 SOUS-PROGRAMMES MODIFIÉS	7
1.2.6 STRATÉGIE DE CALCUL	8
1.3 PRÉSENTATION DES RÉSULTATS	8
1.3.1 TEMPS DE CALCUL ET PERFORMANCES	8
1.3.2 DÉTAILS DE L'EXÉCUTION	9
1.3.3 CONVERGENCE	9
1.3.4 COMPARAISONS MESURE/CALCUL	9
1.3.5 ANALYSE ET DISCUSSION	9
1.4 ARCHIVAGE	9

Cette page est laissée intentionnellement blanche.

BICOUCHE

Rédacteur : F. Archambeau

Date de mise à jour : 03/10/2002

Version & patches : Code_Saturne Version 1.0.2

Mots-clés : ...

1.1 Description du cas test

1.1.1 Objectif

Le travail demandé consiste à étudier un écoulement stratifié sous l'effet de la gravité.

Les phénomènes physiques sous-jacents (stratification, dispersion...) se rencontrent par exemple dans les études de sûreté relatives à la dispersion accidentelle de polluant en rivière ou en mer, dans les études d'impact environnemental des rejets d'eau chaude en aval d'installations industrielles, dans les analyses thermomécaniques de tenue des circuits soumis à fatigue thermique... Ce type d'écoulement est également important pour les études de dispersion en milieu fluvial ou maritime (qualité de l'eau), et pour les écoulements atmosphériques dans lesquels les phénomènes de gravité sont particulièrement importants (qualité de l'air).

On se place ici du point de vue d'un industriel cherchant à valider la pertinence d'une approche numérique dans un cadre physique donné : on dispose pour cela de mesures expérimentales permettant de caractériser la stratification stable dans un canal plan à surface libre dans lequel circule de l'eau salée et de l'eau douce [1]. On étudiera la configuration proposée en veillant à identifier les points forts et les limites de l'approche numérique.

Pour mener cette étude, on suivra la trame de la fiche de calcul fournie ci-après et on s'attachera à compléter les passages laissés intentionnellement vierges.

La réalisation des calculs passera par une étape de maillage, pour laquelle on utilisera un programme *ad hoc*, `canal02a.f`, fourni en début d'étude. Dans le cadre du projet, ce mode de génération du maillage évite l'apprentissage et l'utilisation d'un véritable logiciel de maillage, ce qui permet de se consacrer aux problématiques numériques et physiques.

Une fois le ou les maillages réalisés, les calculs seront mis en place, en spécifiant, par les sous-programmes utilisateur accessibles, les conditions aux limites, les conditions initiales, les options de calcul... Une aide à l'utilisation de *Code_Saturne* sera fournie au démarrage de l'étude (de plus, un guide pratique d'utilisation sera disponible en ligne).

Les résultats seront dépouillés et l'on s'attachera à commenter les solutions obtenues et à discuter leur signification physique et numérique.

Les résultats seront remis sous forme d'un cdrom contenant tous les fichiers utilisés pour l'étude. Les répertoires de stockage des résultats seront soigneusement documentés, en se plaçant dans la situation courante en pratique où l'on s'attend à ce qu'un tiers soit conduit à reprendre ou à compléter l'étude plus tard, sans aucun contact avec les personnes ayant initié les travaux. Par ailleurs, on prêtera une attention particulière à la rédaction de la fiche de calcul et à l'analyse des résultats. Ces trois points (documentation des données informatiques, rédaction de la fiche de calcul et analyse des résultats) constitueront un critère important de réussite du projet.

La partie du logiciel qui est fournie pour mener à bien l'étude est volontairement dépourvue de toute interface qui permettrait d'obtenir des résultats sans se poser la moindre question : l'objectif du projet est de mettre en œuvre le "moteur" d'un logiciel de mécanique des fluides en réfléchissant aux aspects numériques et physiques lors de la réalisation de l'étude. Il est donc vivement conseillé d'interagir avec les personnes encadrant le projet.

Pour le cas du jet impactant deux variantes du sujet sont proposées.

Première variante :

- on mettra en évidence l'effet stabilisateur des forces de gravité. Pour cela, on pourra comparer les résultats de calcul obtenus sur le cas réel (dans lequel la gravité joue un rôle, puisque l'eau douce et l'eau salée n'ont pas la même masse volumique) aux résultats de calcul obtenus sur une configuration en tout point identique mais sans force de gravité (cette situation se rencontre par exemple lorsque l'on étudie la dispersion d'un traceur passif, marqueur ou polluant, en quantité suffisamment faible pour ne pas modifier la masse volumique de l'eau, rendant ainsi négligeable l'influence de la gravité).
- la convergence en temps des calculs sera analysée (on réalisera pour cela plusieurs calculs en utilisant des valeurs différentes du pas de temps).

Deuxième variante :

- on comparera le cas avec stratification stable et stratification instable.
- la convergence en espace des calculs sera analysée (on réalisera pour cela plusieurs maillages de raffinement différent).

Dans les deux variantes, on s'attachera à comparer *a minima* les profils de masse volumique et de vitesse obtenus dans le cas de stratification stable avec les mesures expérimentales qui seront fournies en début d'étude. Toute initiative pour obtenir des mesures par d'autres moyens sera la bienvenue.

La trame de la fiche de calcul est fournie ci-après. Il s'agit d'un EXEMPLE à compléter.

1.1.2 Description de la configuration

La configuration est tirée de [1]. La problématique physique peut également être retrouvée dans [2]. La configuration expérimentale est schématisée figure 1.1. Elle est constituée d'un canal plan alimenté dans sa partie inférieure par de l'eau salée et dans sa partie supérieure par de l'eau douce (la vitesse de l'eau douce et de l'eau salée sont différentes). Le canal est à surface libre, supposée plane et horizontale. Sa longueur permet à l'écoulement de s'établir et à la zone de mélange de se développer.

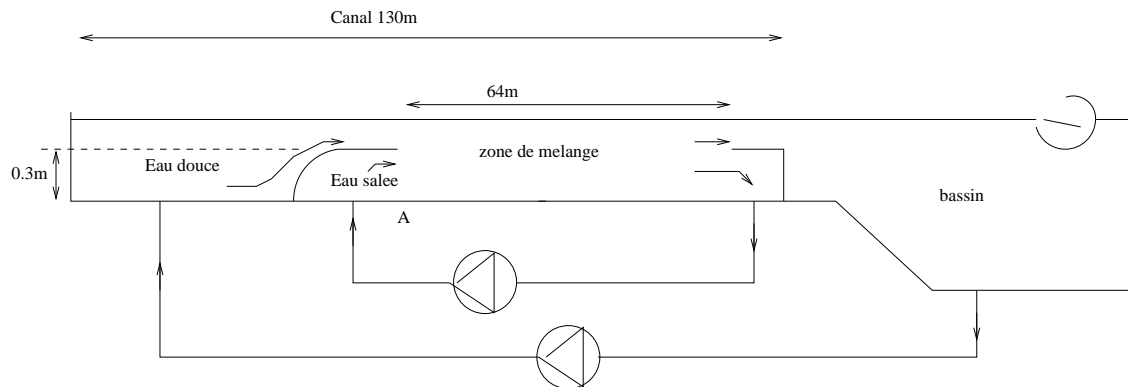


FIG. 1.1 – Schéma de la configuration

1.1.3 Caractéristiques

Les caractéristiques géométriques principales sont données sur la figure 1.1.

On précise les caractéristiques physiques du fluide.

1.1.4 Références bibliographiques

- [1] R. Uittenbogaard,
 “Measurement of turbulent fluxes in a steady stratified mixing layer”
Proc. 3rd Int. Symp. on Refined Flow Modelling and Turbulence Measurements, Tokyo, 1988.
- [2] P.L. Viollet
 “Ecoulements à masse volumique variable”
Presses des Ponts et Chaussées

1.2 Options de calcul

1.2.1 Modélisation numérique

Type de calcul :

→ Écoulement compressible/incompressible, laminaire/turbulent, isotherme ou non, à masse volumique variable ou non, avec gravité ou non

Domaine de calcul :

Le domaine représente ...

Le domaine est représenté sur la figure 1.2.

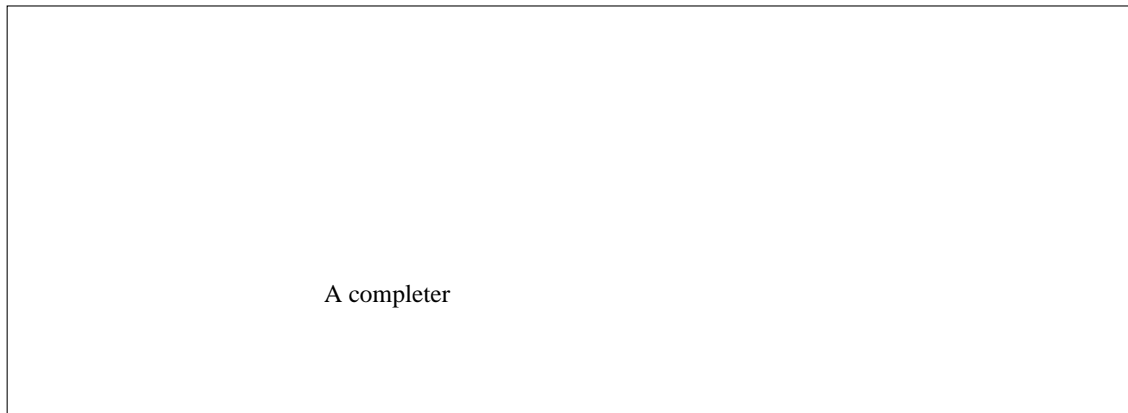


FIG. 1.2 – Domaine de calcul.

Prise en compte de la gravité : $g = m.s^{-2}$ (composantes)

Modèle de turbulence :

Scalaire : variables scalaires transportées (hormis turbulence)

1.2.2 Caractéristiques du maillage

Le phénomène étant 2D en moyenne, le calcul est réalisé sur un maillage bidimensionnel extrudé sur une maille dans la direction Z ($-EXTRUS/2 \leq Z \leq EXTRUS/2$ avec $EXTRUS = 0,001m$ par exemple).

Le maillage réalisé est orthogonal et cartésien. Le système de coordonnées est cartésien. Son origine est située ... La gravité est dans le sens ...

Le maillage est constitué de (donner le nombre) hexaèdres. Il a été généré par un programme FORTRAN (MAILLAGE/canal02.f). Les paramètres fournis sont la longueur et la hauteur du domaine ainsi que le nombre de sommets dans ces deux directions. Les paramètres de progression sont (égaux à 1 par défaut de sorte que la taille des mailles est uniforme)... Le maillage produit (mail.tlc) est directement exploitable par le noyau du code (sans utilisation de l'enveloppe : on positionne le paramètre IFOENV à 0 dans le script de lancement).

1.2.3 Conditions aux limites et initiales

- **Définition des couleurs attribuées**

Les frontières du maillage sont repérées par les couleurs de face de bord suivantes (définies dans MAILLAGE/canal02.f et par défaut) :

- entrée : 4

- sortie : 2
- fond (paroi) : 1
- surface libre : 3
- plans latéraux fictifs (symétries) : 5 et 6

- **Conditions sur la vitesse**

- **Entrée** : ...
- **Sortie** :
- **Paroi** :
- **Surface libre** :

- **Conditions sur la pression (défaut)**

- **Conditions sur les grandeurs turbulentes**

- **Entrées** :
- **Sortie** :
- **Paroi** :
- **Symétrie** :
- **Conditions initiales** :

- **Conditions sur les scalaires**

- **Entrée** : ...
- **Sortie** : ...
- **Paroi** : ...
- **Conditions initiales** : ...

1.2.4 Schémas et méthodes de résolution

Les options standards du code ont été utilisées. Pour la convection, on a adopté les schémas suivants ...

1.2.5 Sous-programmes modifiés

Sous-programmes utilisateur

- **usclim.F** : mise en place des conditions aux limites
- **usini1.F** :
 - initialisation des grandeurs physiques constantes
 - spécification de la position des 12 sondes ponctuelles de de convergence, approximativement situées à ... (coordonnées dans le tableau 1)
 - **usiniv.F** : Mise en place des conditions initiales
 - **usphyv.F** : Calcul des propriétés physiques variables
 - **usproj.F** : Obtention des profils obtenus aux quatre stations expérimentales (ne pas oublier de rajouter dans le script la commande permettant de les ramener dans le répertoire de travail).
 - **ensip0.F et ensgeo.F** : production de fichiers pour gmv (outil de dépouillement).

Sonde	x [m]	y [m]	z [m]
1	.1843575E+01	.1562500E+00	.0000000E+00
2	.1843575E+01	.3020833E+00	.0000000E+00
3	.1843575E+01	.4479167E+00	.0000000E+00
4	.4860335E+01	.1562500E+00	.0000000E+00
5	.4860335E+01	.3020833E+00	.0000000E+00
6	.4860335E+01	.4479167E+00	.0000000E+00
7	.9888268E+01	.1562500E+00	.0000000E+00
8	.9888268E+01	.3020833E+00	.0000000E+00
9	.9888268E+01	.4479167E+00	.0000000E+00
10	.4005587E+02	.1562500E+00	.0000000E+00
11	.4005587E+02	.3020833E+00	.0000000E+00
12	.4005587E+02	.4479167E+00	.0000000E+00

TAB. 1 – Position des sondes (exemple)

Remarque : l'option IFOENV=0 a été spécifiée dans le script de lancement pour ne pas utiliser l'enveloppe.

1.2.6 Stratégie de calcul

Calcul AG (suffixe 06172138) : Avec Gravité

- Nombre de pas de temps : ...
- Valeur du pas de temps : ... s
- Gravité : ...

Calcul SG (suffixe 06172141) : Sans Gravité

- Nombre de pas de temps : ...
- Valeur du pas de temps : ... s
- Gravité : ...

1.3 Présentation des résultats

1.3.1 Temps de calcul et performances

Machine : HP-UX B.10.20 A 9000/785 et Fujitsu VPP 5000

Temps calcul (T1 : pour 1000 cellules par pas de temps) :

Simulation	Machine	Temps Total	T1
AG	HP-UX	10 mn	0,7 s
SG	VPP	1 mn	0,07 s

Place Mémoire (Double précision)

Simulation	Entiers	Réels
AG, SG	180 203	936 161

La mémoire totale est de l'ordre de 8 Mo.

1.3.2 Détails de l'exécution

- vitesse entrante par la sortie,
- clippings de k et ε
- Courant-Fourier maximal
- clippings des scalaires

1.3.3 Convergence

On présente sur la figure 1.3 les historiques (valeurs des variables en fonction du numéro du pas de temps) de la vitesse principale et de la masse volumique relevés aux quatre groupes de trois sondes (voir leur localisation tableau 1).

On peut considérer que les calculs ont atteint un état stationnaire.

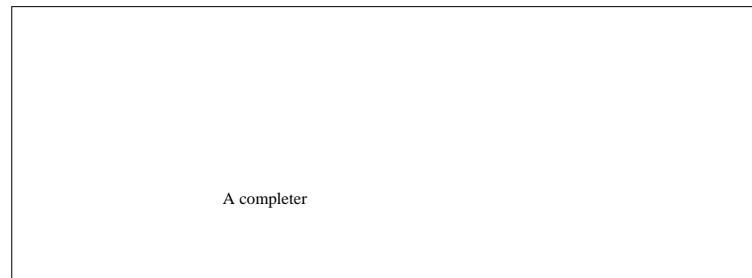


FIG. 1.3 – Historiques (unités SI)

1.3.4 Comparaisons mesure/calcul

Sur les figures 1.4, 1.5... sont représentés des champs bidimensionnels de vitesse (norme), de masse volumique ... respectivement.

On constate ...

La figure 1.6 présente les profils de vitesse et de masse volumique obtenus aux quatre stations pour lesquelles on dispose de mesures expérimentales. On peut observer que ...

1.3.5 Analyse et discussion

On observe ...

L'influence du schéma convectif ...

L'influence du raffinement du maillage ...

L'influence de la valeur du pas de temps...

La configuration instable de l'écoulement...

1.4 Archivage

Les calculs ont été stockés sous ...

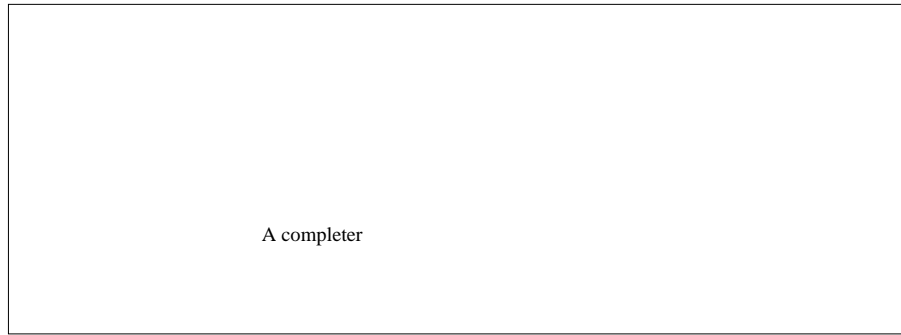


FIG. 1.4 – Vues 2D de la vitesse

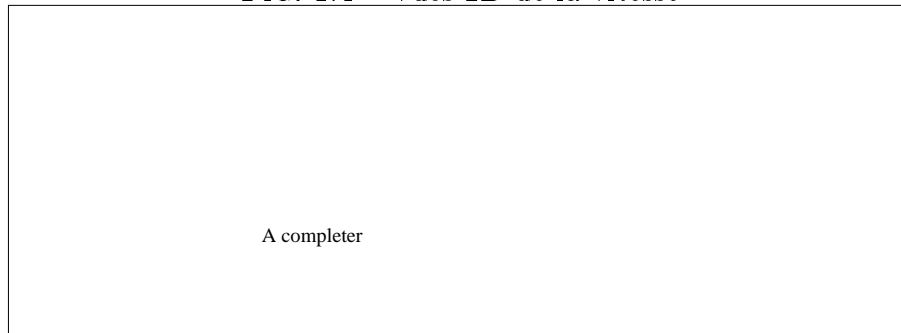


FIG. 1.5 – Vues 2D de la masse volumique

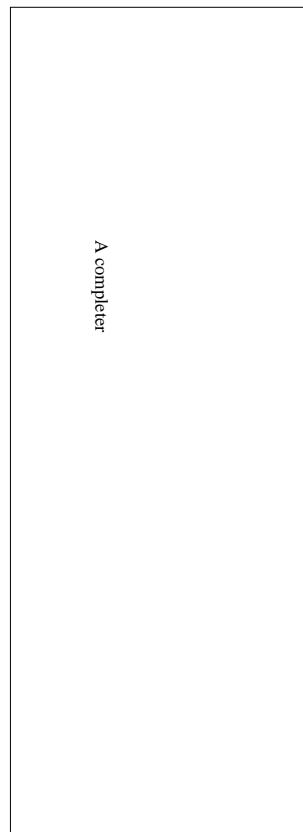


FIG. 1.6 – Profils de vitesse et de masse volumique. Symboles : mesures expérimentales [1]. Traits pleins : avec gravité. Traits pointillés : sans gravité.

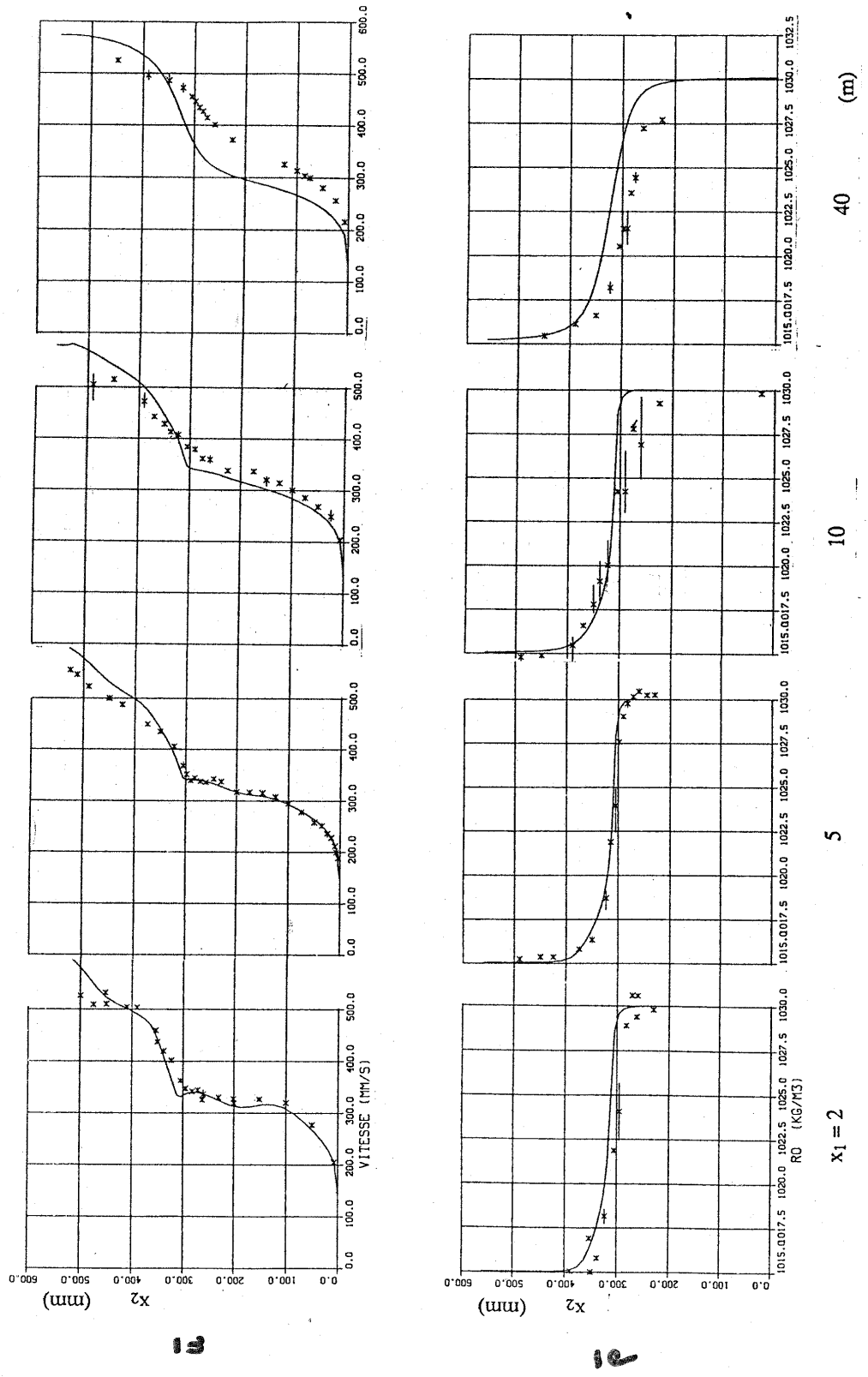


Fig. 29 : Profil de la vitesse et de la masse volumique dans l'écoulement stratifié sous le gradient de concentration de sel. —*— mesures de Uittenbogaard (1988)

FIG. 1.7 – Reproduction des mesures tirées de [1] : vitesse et masse volumique

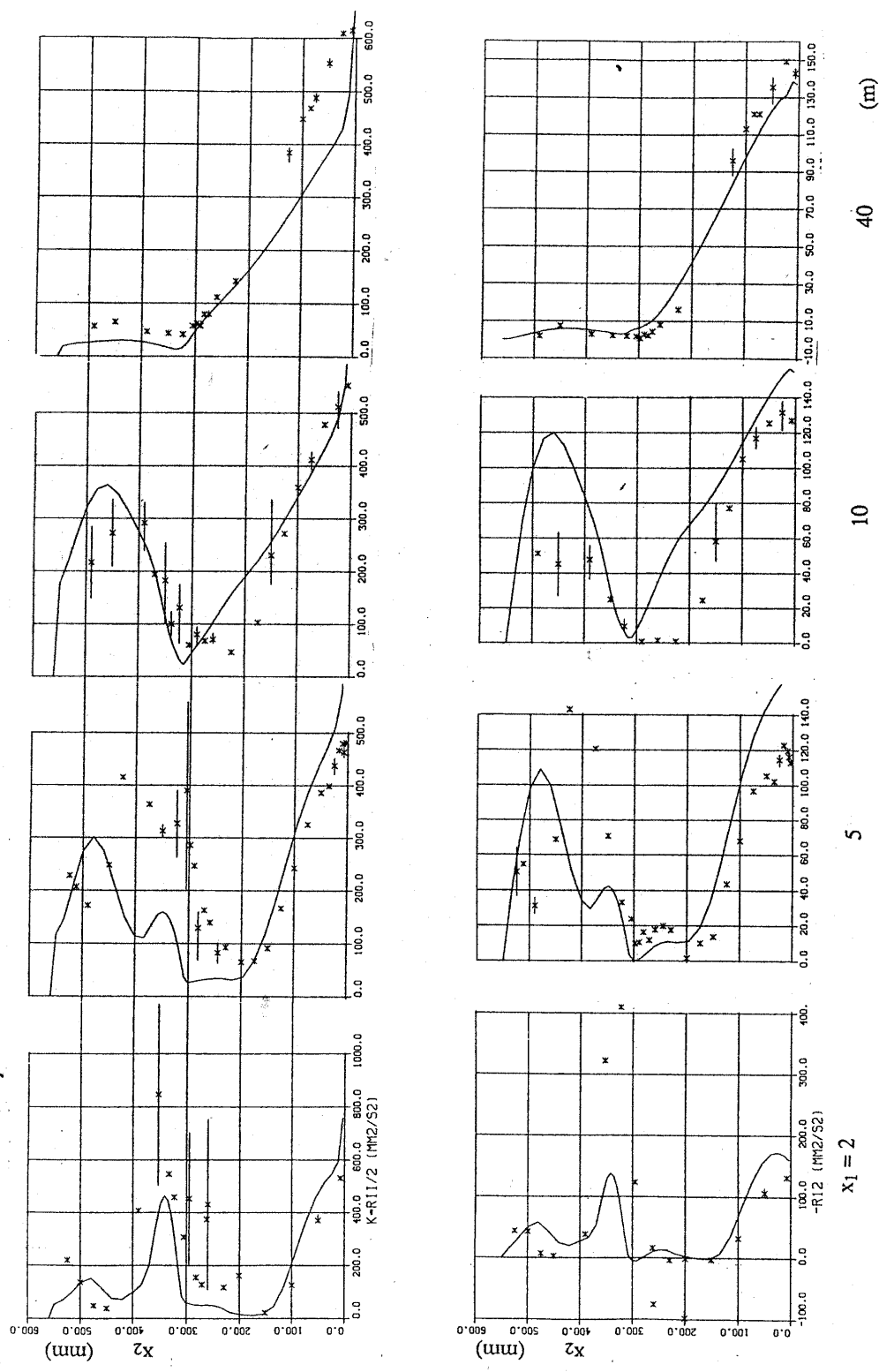


Fig. 30 : Profil de l'énergie de la turbulence et de la contrainte de Reynolds R_{12}
 dans l'écoulement stratifié
 —*— mesures de Uittenbogaard (1988)

FIG. 1.8 – Reproduction des mesures tirées de [1] : énergie cinétique turbulente et corrélation $\overline{u'v'}$

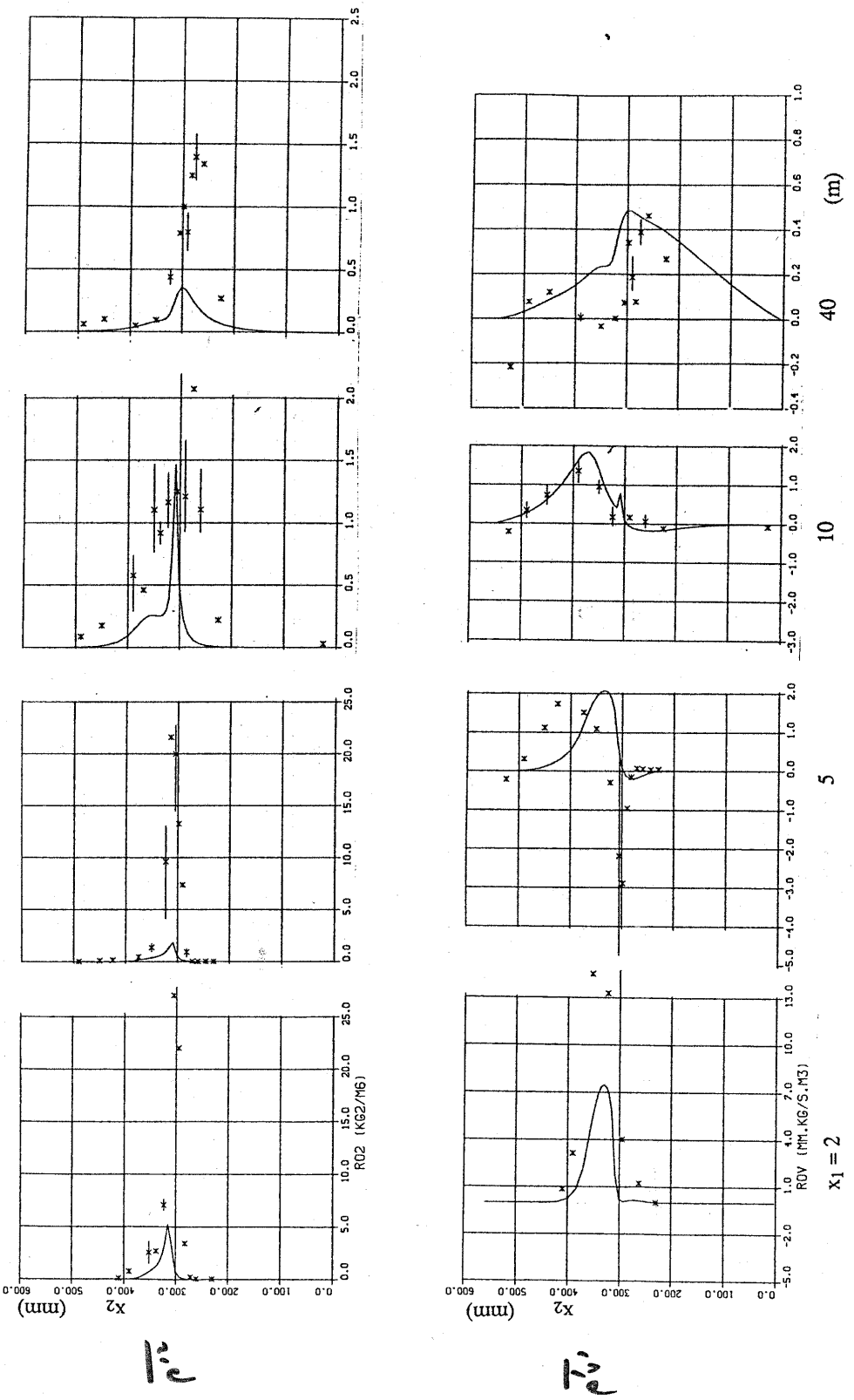


Fig. 31 : Profil de la variance des fluctuations de la masse volumique et du flux vertical de masse dans l'écoulement stratifié —*— mesures de Uittenbogaard (1988)

FIG. 1.9 - Reproduction des mesures tirées de [1] : corrélations $\overline{\rho' \rho'}$ et $\overline{\rho' v'}$

Cette page est laissée intentionnellement blanche.