

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche scientifique

UNIVERSITE SAAD DAHLEB DE BLIDA
Faculté des Sciences de l'Ingénieur
Département d'Aéronautique

MEMOIRE D'INGENIEUR

OPTION : PROPULSION

THEME

ETUDE DE L'EFFICACITE D'UNE PRISE D'AIR SUPERSONIQUE D'UN TURBO REACTEUR

Réalisé par :

BOUTAHRAOUI MOHAMED

Dirigé par :

ABBADA OMAR

PROMOTION : 2010/2011

RESUME

Le présent travail a pour but de faire une étude des prises d'air en régimes supersoniques, pour cela on variant leurs formes pour déterminer leurs efficacités (rendement) à base des ondes de choc droites et obliques d'une part, d'autre part, on procède à une étude comparative entre les résultats de ces prises d'air afin de dégager celle qui a le meilleur rendement.

Pour cela, on applique les équations de base en dynamique des gaz pour résoudre les problèmes des écoulements et trouver des relations entre les différents paramètres inconnus et les conditions aux limites.

On a fait trois programmes en pascal qui calculent les paramètres de sortie pour les trois types de prise d'air, avec leurs interprétations des résultats obtenus.

Enfin on a utilisé l'application Delphi pour calculer les paramètres de sortie et représenter les résultats sur des graphes.

ABSTRACT

The purpose of this work is to make a study of the air intakes in supersonic modes, for that we varying their forms to determine their effectiveness (output) containing the shock waves oblique and right on the one hand, on the other hand, we make a comparative study between the results of these air intakes in order to know that which has the best output.

For that, we applied the basic equations in dynamics of gases to solve the problems of the flows and to find relations between the various unknown parameters and the boundary conditions.

We made three programs in Pascal which calculate the parameters of exit for three types of air intake, with their interpretations of the got results.

Finally we used the Delphi application to calculate the parameters of exit and to represent the results on graphs.



REMERCIEMENTS

Je tiens tout d'abord à remercier infiniment mon dieu tout puissant pour l'aide qu'il m'a apporté pour la réalisation de ce modeste travail.

Je tiens à remercier mes très chers parents qui ont le droit de recevoir mes chaleureux remerciements pour le courage et le sacrifice qu'ils ont consentis pendant la durée de mes études en leurs souhaitant une longue vie pleine de joie et de santé.

En préambule à ce mémoire, je souhaitais adresser mes remerciements les plus sincères à mon promoteur Monsieur ABBADA OMAR, Professeur au département d'Aéronautique de l'Université SAAD DEHLEB de BLIDA pour son encadrement, sa compréhension et sa gentillesse durant tout le long de mon mémoire.

Sans oublier mes chères amis Mohamed et Salim qui m'ont apporté leur aide et qui ont ainsi contribué à l'élaboration de ce mémoire.

Je remercie aussi l'honorable jury devant lequel on a le privilège d'exposer notre travail.

Sans oublier mes responsables de la protection civile et mes amis de travail.

Finalement toute personne ayant participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.





DEDICACES :

----JE dédie ce modeste travail à :

MA très chère et douce mère SAFIA, Mon très cher père BOUALEM à qui m'adresse au ciel les vœux les plus ardents pour la conservation de leur santé et de leur vie.

A mon promoteur monsieur ABADDA OMAR.

A la mémoire de ma mère Cherifa et Telija et mon grand-père Alaa qui a souhaité vivre pour longtemps juste pour nous voir Qu'est-ce que nous allons devenir.

A mon grand-père A.E.KADER et El Eldja.

A Mes chers frères, Sid'Ali, Boubakeur, Redheouane, A.E.Kader, Azzedine, Zohier

A ma très chère future femme DALEL et la famille Deriche.

A mes chères amis Salim et Mohamed.

A mes chère sœur Ibtissam et Aicha.

Je le dédie aussi à tous mes oncles et tantes, cousins et cousines, particulièrement Khali Azzedine.

Sans oublier Ami Ali et Aicha, et mes amis d'enfance mohamed, Nacer, younes.

Je ne saurai terminer sans citer mes chères amis, Madjid, Hocine, Farid, Farouk , A.E.Kader, Faidi, Miloud, Chakera. Khelifa, Bodia, faical, Othemane, Khalid.

A tous ceux qui ont été à mes côtés jusqu'à aujourd'hui.



SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE.....1

CHAPITRE I : GENERALITES SUR LES DIFFERENTS TYPES DE PRISE D’AIR

I 1-1 généralités-----3

I-2.Régime moteur : -----4

I-3.Besoin d'admission d'air dans un avion : -----4

I-4-Différents types de diffuseurs -----5

I-4-1-Diffuseur subsonique -----5

I-4-2-diffuseur supersonique -----6

I-5-Paramètres de l’air à l’entrée du diffuseur -----6

I-6-Paramètre de l’air à la sortie du diffuseur -----7

I-7-DIFFERANTS CONFIGURATIONS GEOMETRIQUES DE PRISES
D’AIR -----8

I-7-1 Entrée d’air subsonique -----8

I-7-2-Entrée d’air supersonique -----10

a- prise d’air Pitot : -----11

b-Entrée d’air a compression supersonique externe-----12

c- Entrée convergente divergente -----14

I-7-3-Entrée d’air GTP -----15

CHAPITRE II : ETUDE GAZO-DYNAMIQUE DES ONDES DE CHOC

II-1 Généralités -----	16
II-2 Equations fondamentales de gazo-dynamique-----	17
II-2-1 Equation de conservation du débit mass-----	17
II-2-2 Equation d'énergie -----	17
II-2-3 Equation quantité de mouvement -----	18
II-2-4 Equation d'état -----	18
II-2-5 nombre de Mach -----	19
II-3 quelque notion de gazo-dynamique -----	19
II-3-1 Rappel des relations de base pour un gaz parfait-----	19
II-3-2Notion d'écoulement -----	20
a-Ecoulement subsonique -----	20
b-Écoulement sonique -----	21
c-Écoulement supersonique -----	22
II-3-3 Etat critique -----	22
II-3-4 théorèmes d'HUGONIOT -----	23
II-3-5conditions d'arrêt -----	25
II-4 Onde de choc -----	26
II-4-1Définition -----	26

II-4-2 Ondes de choc droit -----	26
II-4-3 Détermination des paramètres de l'écoulement -----	27
II-4-5 ondes de choc obliques -----	30
II-4-6 Description des phénomènes autour du bord d'attaque -----	30
II-4-7 Détermination des caractéristiques d'un choc oblique -----	31
<hr/>	
II-4-8 Ecoulement autour d'un point -----	34
II-4-9 Choc attaché et choc détaché -----	35
II-4-10 détermination de δ_m et α_m -----	36

CHAPITRE III : MISE EN ŒUVRE ET PROGRAMMATION

III-1.MISE EN ŒUVRE ET PROGRAMMATION : -----	39
III-2.Introduction :-----	39
III-3.Prise d'air avec une onde de choc droite : -----	39
III-4. Prise d'air avec une onde de choc oblique suivie d'une onde de choc droite : -----	40
III-5. Prise d'air avec deux ondes de choc obliques plus une onde de choc droite : -----	41
III-6.Discussion sur l'organigramme : -----	41
III-7.Remarques :-----	42
III-8.ORGANIGRAMME GENERALE : -----	43
III-9. Delphi : -----	46
III-10.Définition :-----	46

III-11.Interface du logiciel-----	46
III-11-1.Le menu de Delphi(1) :-----	46
III-11-2.L'inspecteur d'objet (2) :-----	46
III-11-3.Concepteur de fiches(3) :-----	46
III-11-4.L'éditeur de code(4) :-----	47
III-12.Fonctionnement de Delphi-----	47
III-13. Compilation du code : -----	49
III-14.APPLICATION COC :(calcul onde de choc) -----	49
III-15.Calcul les paramètres de sortie pour l'onde de choc droite : -----	50
III-16.Le Calcul des paramètres de sortie pour onde de choc oblique+ droite :-	52

CHAPITRE IV : RESULTATS ET INTERPRETATIONS

IV-1.Introduction :-----	55
IV-2.Résultats du cas N 1 :-----	55
IV-2-1.Prise d'air avec une onde de choc droite(Pitot) :-----	55
IV-2-2.Remarques :-----	59
IV-2-3Exemple d'application : -----	59
IV-3.RESULTATS DU CAS N°2 :-----	60
IV-3-1.Prise d'air avec un seul angle de déflexion : -----	60
IV-3-2.Remarque :-----	67
IV-4.RESULTATS DU CAS N°3 :-----	68
IV-4-1.Prise d'air avec deux angles de déflexion : -----	68

IV-5 -TABLEAUX DES RESULTATS : -----77

TABLEAU 1 :-----77-78

TABLEAU 2 :-----79-80

TABLEAU 3 :-----81-82

LISTE DES FIGURES

Chapitre I :

Fig.I-1 : Système d'entrée d'air-----	03
Fig.I-2 : Entrée d'air subsonique-----	09
Fig. I-3 : Efficacité d'une prise d'air (Pitot) -----	10
Fig.I-4 : Entrée d'air type Pitot-----	11
Fig. I-5 : prise d'air à compression supersonique externe(C.S.E) -----	12
Fig. I-6 : Compression supersonique externe maximale-----	13
Fig.1-7 : Entrée convergente divergente-----	14
Fig.I-8 : fonctionnement des portières additionnelles-----	14
FigI-9 : Entrée d'air GTP-----	15

Chapitre II :

Fig.2.1 tube de courant dans un écoulement-----	16
Fig.2.2 Propagation de l'onde dans un milieu au repos-----	20
Fig. 2-3 propagation de l'onde dans un milieu en mouvement subsonique-----	20
Fig. 2-4 propagation de l'onde dans un milieu en mouvement sonique-----	21
Fig. 2-5 propagation de l'onde dans un milieu en mouvement supersonique-----	22
FIG.2-6 variation de la vitesse dans un convergent divergent-----	25
Fig. 2-7 onde de choc normal dans un écoulement-----	27
Fig.2.9 : variation du nombre de Mach aval en fonction du nombre de Mach amont-----	29
FIG.2-10 onde de choc oblique dans un écoulement-----	30
Fig.2.11 écoulement au voisinage du bord d'attaque-----	30

Fig. 2-12 les caractéristiques d'une onde de choc oblique-----	31
Fig.2-13 variation de α en fonction de δ pour M_1 donnée, $\gamma=1.4$ -----	33
Fig2-13.Représentation du comportement de l'onde de choc devant un obstacle-----	34
Fig.2-14 : choc attaché Pour M_1 et θ solution faible et forte-----	35
Fig.2-15 Choc détaché-----	35
Fig.2.16.Variation du nombre de Mach amont en fonction de l'angle de déflexion Maximum-----	38

Chapitre III :

Fig.III-1 onde de choc droite-----	40
Fig.III-2 Prise d'air avec une onde de choc oblique plus une droite-----	40
Fig.III-3 : prise d'air avec deux ondes de choc obliques suivies d'une autre droite-----	41
Fig.III-4 : Interface du logiciel Delphi-----	47
FIG.III-5 : La page principal de l'application Delphi « COC »-----	50
FIG.III-6 : La page de calcul pour l'onde de choc droite-----	51
FIG.III-7 : La page des graphes pour l'onde de choc droite-----	52
FIG.III-8 : La page de calcul pour l'onde de choc oblique+ droite-----	53
FIG.III-9 : La page du choix des rapports-----	54
FIG.III-10 : La page des Graphes pour l'onde de choc oblique+ droite-----	54

Chapitre IV :

FIG IV-1 : Variation du rapport de pression statique en fonction du nombre de Mach Amont-----	57
FIG IV-2 : variation du rapport de température statique en fonction du nombre de Mach amont-----	57

FIG IV-3 : variation du rapport de masse volumique en fonction du nombre de Mach	
Amont-----	58
FIG IV 4 : variation du rapport de pression totale en fonction du nombre de	
de Mach amont-----	58
FIG IV-5 : variation du nombre de Mach aval après deux ondes de choc obliques et une droite	
en fonction de l'angle de déflexion pour différentes valeurs de M1-----	62
FIG IV-6 : variation du rapport de pression statique après deux ondes de choc obliques et une	
droite en fonction de l'angle de déflexion pour différentes valeurs de M1-----	62
FIG IV-7 : variation du rapport de température statique après deux ondes de choc obliques et	
une droite en fonction de l'angle de déflexion pour différentes valeurs de M1-----	64
FIG IV-8 : variation du rapport de masse volumique après deux ondes de choc obliques et une	
droite en fonction de l'angle de déflexion pour différentes valeurs de M1-----	65
FIG IV-9 : variation du rapport de pression totale après deux ondes de choc obliques et une	
droite en fonction de l'angle de déflexion pour différentes valeurs de M1-----	66
FIG IV-10.deux ondes de choc oblique et une droite-----	68
Figure IV-11 : variation du nombre de Mach aval après deux ondes de choc obliques et une	
droite en fonction du deuxième angle de déflexion θ_2 pour différentes valeurs de M_1 . -----	70
Figure IV-12 : variation du rapport de pression statique après deux ondes de choc obliques et	
une droite en fonction du deuxième angle de déflexion θ_2 pour différentes valeurs de M_1 -----	71
Figure IV-13 : variation du rapport de température statique après deux ondes de choc obliques	
et une droite en fonction du deuxième angle de déflexion θ_2 pour différentes valeurs de M_1 --	72
Figure IV-14 : variation du rapport de masse volumique après deux ondes de choc obliques et	
une droite en fonction du deuxième angle de déflexion θ_2 pour différentes valeurs de M_1 ----	73
Figure IV-15 : variation du rapport de pression totale après deux ondes de choc obliques et	
une droite en fonction du deuxième angle de déflexion θ_2 pour différentes valeurs de M_1 ---	74

LISTE DES SYMBOLES :

Symboles	Désignation
S	Section (m ²)
C	Célérité du son (m/s)
C _p	Chaleur spécifique à pression constante (J/kg.K)
C _v	Chaleur spécifique à volume constante
F _e	Force extérieure
m	Débit massique (kg/s)
H	Enthalpie (J/kg)
H _t	Enthalpie totale
M	Nombre de Mach
P	Pression (Pa)
P _t	Pression totale
P _{te}	Pression totale d'entrée
P _{ts}	Pression totale de sortie
P _{se}	Pression statique d'entrée
Q	Quantité de chaleur
R	Constante des gaz parfait
T	Température (°C ou K)
V	Vitesse (m/s)
W	Travail (joule)
	Coefficient isentropique
	Masse volumique
	Angle de déviation de l'onde de choc oblique (° ou rad)
	Angle de déflexion du demi-cône (° ou rad)
d	Rendement de diffuseur

--	--

INTRODUCTION

INTRODUCTION GENERALE

Depuis longtemps les moteurs d'avions ont vu de grands changements grâce à la découverte de nouveaux modes de propulsion ainsi qu'au développement progressive de la technique et des technologies liées a ces modes de propulsion comme les moteurs à réaction (ex el : turbo réacteur)

Dans la course vers une vitesse accrue ,et une économie militaire et civile dominante ,les génies motoristes ont amélioré les moteurs d'avions en vue de l'obtention de très grandes vitesses, avec un grand population , en jouant sur les différents facteurs qui agissent sur ce dernier tels , le post combustion , le turbo réacteur à double flux et l'utilisation des systèmes automatiques et des matériaux plus légers et plus résistants aux sollicitations mécanique et thermique. Ainsi que le développement des prises d'air adéquates et optimales pour plusieurs régimes du vol, qui influe directement sur le fonctionnement des turbo réacteurs, c'est-à-dire son rendement.

En écoulement supersonique, le mouvement relatif d'un corps donne lieu au phénomène d'onde de choc. Ce sont les balisticiens qui, les premiers, ont mis en évidence l'onde de choc qui accompagne un mobile supersonique(1886).dans une tuyère convergente divergente, STODOLA observe une onde de choc stationnaire (1903).l'étude mathématique de ces ondes de choc, appelées aussi onde de compression ou surface de discontinuité de vitesse, de pression, de masse volumique et de température, avait été faite antérieurement par RIEMANN(1860), elle fut traitée d'autre part par HUGONIOT(1885).

La théorie est établie en fluide parfait, la viscosité intervient pour compliquer les phénomènes, aux parois en particulier, selon les conditions, l'onde de choc peut être normale ou oblique.

L'onde de choc se produit aussi en écoulement bidimensionnel, déviation produite par un dièdre ou par un corps de révolution, dans ce dernier cas, la théorie est plus récente.

De là, notre travail consiste à étudier l'influence de la forme de ces prises d'air sur leurs efficacités (rendement) à base de la présence des ondes de choc obliques et droites pour un régime supersonique, ainsi qu'on procède à une étude comparative entre les résultats de ces prises d'air afin de dégager celle qui a le meilleur rendement ou ce dernier influe sur les performances du moteur.

Pour mener à bien cette étude, un plan de travail articulé sur quatre chapitres a été adopté :

Le premier chapitre consacré à des généralités sur les différents types de prises d'air et leurs caractéristiques, ainsi que leurs configurations géométriques, sans oublier et écrire leurs rôles.

Dans le deuxième chapitre présente, les notions de base sur les équations de gazo-dynamiques, les théorèmes d'**HUGONIOT** et les ondes de choc.

Pour le troisième chapitre consiste la description des programmes global réalisés, suivi par l'exposé des étapes de base de calcul des paramètres et l'efficacité des différents cas traités, permettant de déterminer et choisir la meilleure prise d'air qui convient en régime supersonique.

Le dernier chapitre, présentation des résultats obtenus par ces programmes et la démonstration par les graphes pour montrer l'efficacité de chaque type d'entrée d'air et des tableaux détaillés, avec une interprétation de ces résultats.

En fin, une conclusion générale clôturera notre étude.

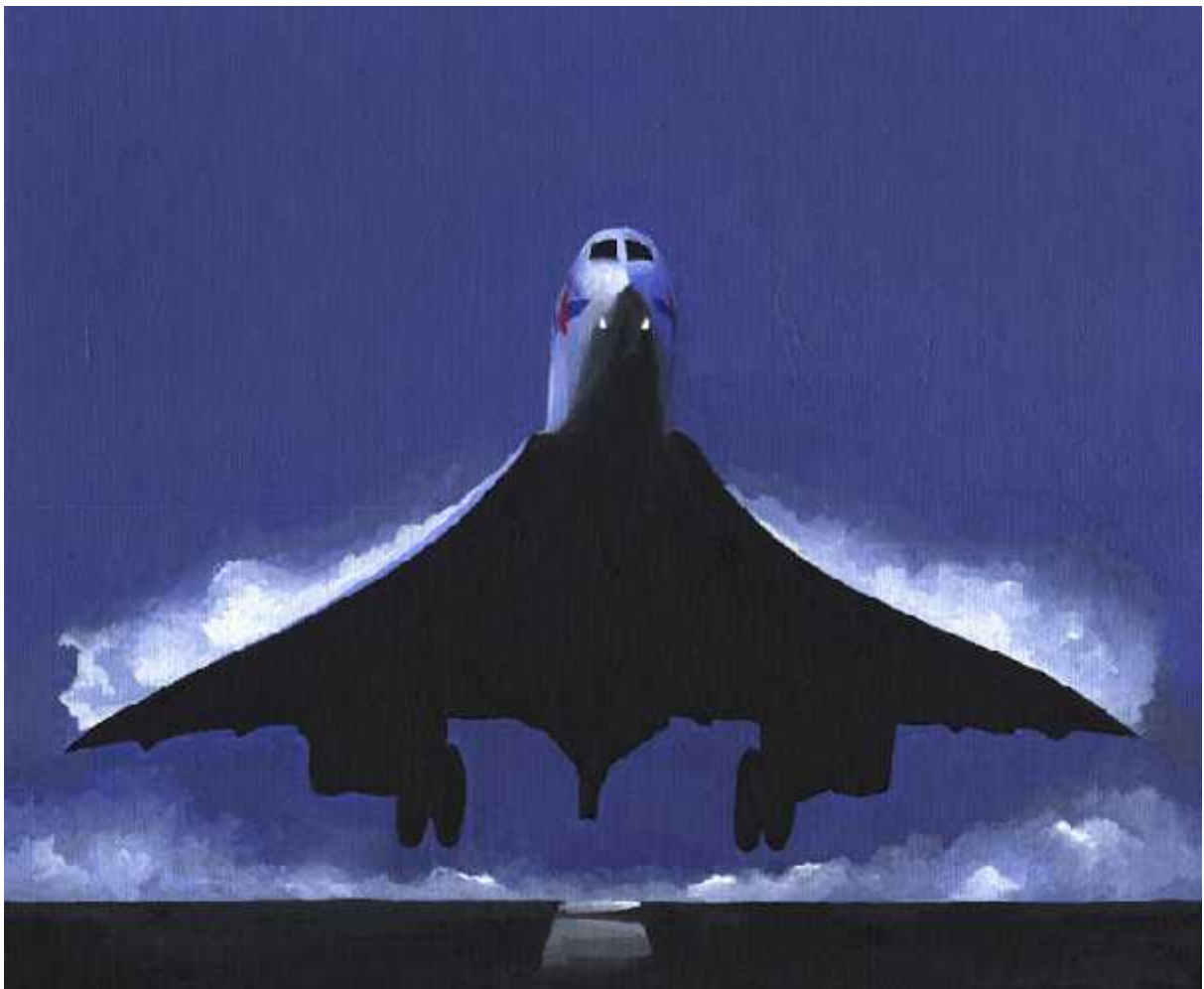
CHAPITRE I



CHAPITRE II



CHAPITRE III



CHAPITRE IV



ANNEXES



I-1.Généralités :

Dans tous les transports d'application subsoniques ou chasseur supersonique l'admission d'air est essentiellement assurée par un conduit d'écoulement du fluide dont la tâche est de traiter le flux d'air d'une manière qui assure le bon fonctionnement des moteurs pour générer la poussée.

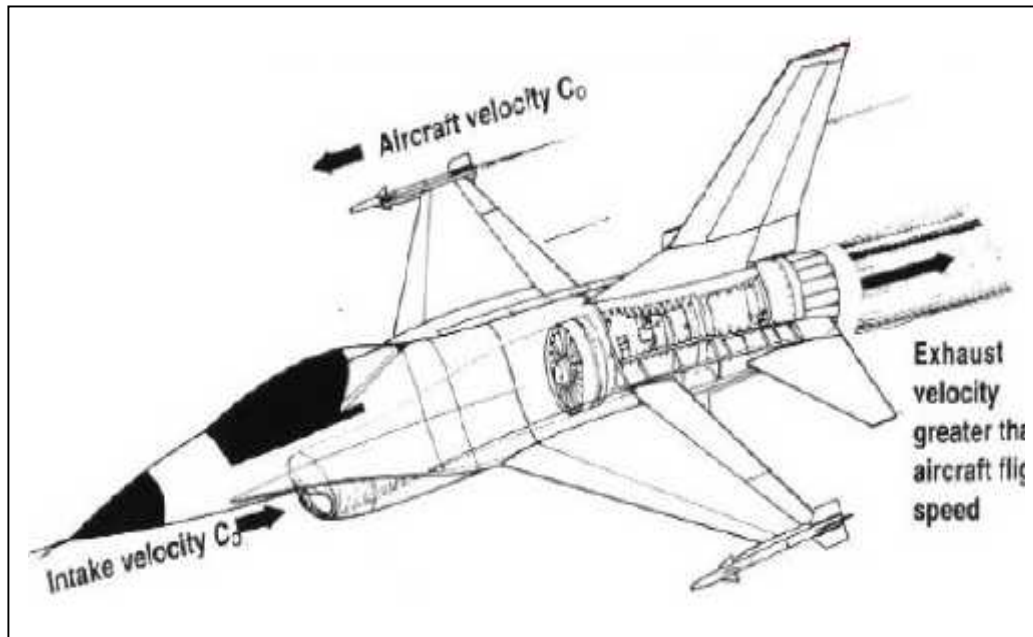


Fig.I-1 : Système d'entrée d'air

Il a pour objet aussi de ralentir l'écoulement de cette air en amont jusqu'à un certain nombre de mach interne imposé par le fonctionnement de l'appareil qu'il alimente (le compresseur)

Il se présente sous forme d'un conduit et raccorde le plus avantageusement les files d'air avec l'entrée du compresseur et cela dans tout le domaine du vol.

En général il doit satisfaire les conditions suivantes :

- Etre capable de transformer l'énergie cinétique en pression (compression dynamique).
- Le nombre de mach à l'entrée du compresseur ne doit pas dépasser (0.5).
- L'écoulement que ce soit à l'intérieur ou à l'extérieur du diffuseur doit s'effectuer avec le moins de turbulences possibles.

- Permettre un débit d'air important avec un minimum de pertes (par frottement le long des parois par exemple).

Donc Le rôle de l'entrée d'air est de fournir un profil de vitesse le plus homogène possible à l'entrée du compresseur quel que soit le régime du moteur et dans tout le domaine du vol.

I-2.Régime moteur :

Le rôle de l'entrée d'air est de fournir un profil de vitesse le plus homogène possible à l'entrée du compresseur quel que soit le régime moteur et dans tout le domaine de vol, on peut constater les régimes suivants :

N_{rs} : Régime le plus faible possible **Ralenti sol**

N_{MTO} : Régime maximum nommé **Maxi TAKE-OFF**

N_{RV} : Régime **Ralenti Vole**

N_{MCT} : Régime **Maxi Continu**

Au sol point fixe en va du régime ralenti sol au maxi take-off, toutefois en vole le régime s'affiche du ralenti vole au maxi continu.

Seuls les régimes N_{MTO} et N_{MCT} sont des régimes de certification, le régime N_{MTO} étant le régime pour lequel les contraintes sont maximales, ce régime doit pouvoir être maintenu pendant au moins cinq minutes consécutives .ce régime peut être prolongé à dix minutes pour certain machine qui n'est applicable que pour des situations d'urgence.

Le régime N_{MCT} Est inférieur ou égale N_{MTO} est utilisable sont limitation de temps, c'est le régime maximum qui est affiché en vol. Cependant il existe des régimes spécifique telles que les régimes Croisière N_{CRUISE} et de montée N_{CLIMB} . Qui comme pour le régime de ralenti ne sont pas des régimes de stratification. Ils sont adapté la configuration de l'avion.

On a donc :

$$N_{rs} < N_{RV} < N_{CRUISE} < N_{CLIMB} < N_{MCT} < N_{MTO}$$

I-3.Besoin d'admission d'air dans un avion :

Une méthode largement utilisée pour augmenter la poussée générée par le moteur d'avion est d'augmenter le débit d'air par l'admission d'air en utilisant des systèmes auxiliaires de prise d'air.

Le débit d'air entre l'admission et est nécessaire pour atteindre le visage moteur avec un niveau optimal de pression totale et uniformité de l'écoulement donc besoin d'un système d'admission d'air.

Décélération de la circulation d'air à haute nombre de Mach de vol ou de compression aérodynamiques à l'aide d'admission d'air.

I-4-Différents types de diffuseurs :

Il existe deux types de diffuseurs :

I-4-1-Diffuseur subsonique :

D'après HUGONIOT, l'écoulement dans une conduite de section S est décrit par :

$$\frac{d}{S} = \frac{d}{V} (M^2 - 1) \quad (1-1)$$

Donc pour un régime subsonique, on a une augmentation de section qui provoque une diminution de vitesse.

D'après BERNOULLI ; (1) :

$$\frac{P}{\rho} + \frac{V^2}{2} = \text{cte} \quad (1-2)$$

La variation de vitesse se traduit par une variation de pression.

Alors : pour un régime subsonique le diffuseur est sous forme d'un divergent pour l'étude de l'écoulement à travers le diffuseur on admet que :

- L'écoulement est isentropique.
- L'air considère comme un gaz parfait.
- Les chaleurs spécifiques sont constantes
- le fluide est compressible.

La pression totale et la pression statique en amont du diffuseur sont reliés par ;

$$\frac{P_t}{P_s} = \left(1 + \frac{\gamma-1}{2} M^2\right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}} \quad (1-3)$$

Pour un diffuseur idéal, la pression totale reste constante, cependant, la réalité montre qu'il y a toujours des frottements entre le fluide et les parois entraînant une diminution de pression totale à la sortie du diffuseur .il est donc nécessaire d'introduire un rendement du diffuseur.

$$\eta_d = \frac{P_t}{P_t} = \frac{P_t / P_s}{P_t / P_s} = \frac{P_t}{P_s} \frac{P_s}{P_t}$$

$$\text{D'où } \frac{P_t}{P_s} = \eta_d \cdot \frac{P_t}{P_s} = \eta_d \left(1 + \frac{\gamma-1}{2} M^2\right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}}$$

$$\text{Alors } \frac{P_t}{P_s} = \eta_d \cdot \left(1 + \frac{\gamma-1}{2} M^2\right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}} \quad (I-4)$$

I-4-2-diffuseur supersonique :

En se référant au théorème d'HUGONIOT pour un régime supersonique, on constate que la vitesse varie dans le même sens que la section.

Pour un ralentissement en supersonique, la section est convergente, mais actuellement le nombre de mach admissible à l'entrée du compresseur est voisin de 0.5.

Le raccordement entre l'écoulement supersonique et subsonique se fait à la faveur d'un choc, surface de discontinuité.ces chocs produisent un nouveau mécanisme de perte (de pression totale) qui s'ajoutent a d'autres phénomènes inversible qui dégradent l'efficacité, tel les couches limites qui résultent du frottement entre le fluide et les parois.

I-5-Paramètres de l'air à l'entrée du diffuseur :

Les paramètres de l'air à l'altitude Z sont :

$$\begin{aligned} \text{➤ } 0 < Z < 11000m : & & T = -0.0065 \cdot Z + \\ & & 288.5 & & (K) \end{aligned}$$

$$\triangleright 11000 < Z < 20000m : T=216065 \quad (K)$$

$$\triangleright 20000 < Z < 32000m : T=0.0012.Z+196.65 \quad (K)$$

Les paramètres de l'air à l'entrée du diffuseur seront donc en utilisant les résultats précédents :

- Nombre de Mach : M_1
- Pression statique : $P_1 = P_2 \frac{P_1}{P_a} \frac{P_a}{P_2}$
- Température statique : $t_1 = t_2 \frac{1 + \frac{\gamma}{2} M_1^2}{1 + \frac{\gamma}{2} M_2^2}$
- Pression totale : $t_1 = t_2 \left(\frac{t_1}{t_2} \right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}}$
- Température totale : $t_1 = t_2 \left(1 + \frac{\gamma-1}{2} M_1^2 \right) \left(\frac{t_2}{t_1} \right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}}$
- Masse volumique : $\rho_1 = \frac{1}{R \cdot t_1}$
- Vitesse : $V_1 = \sqrt{\gamma \cdot R \cdot t_1}$

Pour un diffuseur subsonique, les caractéristiques de l'air à l'entrée sont celles à l'altitude du vol.

I-6-Paramètre de l'air à la sortie du diffuseur :

Avant de calculer les paramètres de l'air à la sortie du diffuseur, il faut d'abord calculer le rendement du diffuseur. Il est estimé pour les diffuseurs supersonique, en appliquant la formule empirique adaptée par AIRCRAFT INDUSTRIE ASSOCIATION.

$$\eta_d = \frac{t_2}{t_1} = 1 - 0.1 \left(M_1^2 - 1 \right)^{\frac{3}{2}} \quad I-5)$$

Les paramètres de l'air à la sortie du diffuseur sont :

- Nombres de Mach : M_2 il est voisin de 0.5.
- Pression statique : $t_2 = t_1 \left(1 + \frac{\gamma-1}{2} M_2^2 \right)^{\frac{\gamma}{1-\gamma}}$
- Température statique : $t_2 = \frac{t_1}{1 + \frac{\gamma-1}{2} M_2^2}$

- Pression totale : $t_2 = \eta_d \cdot t$
- Température totale : L'écoulement à travers le diffuseur est supposé adiabatique alors : $T_{t2} = T_{t1}$
- Masse volumique : $\rho_2 = \frac{2}{R \cdot 2}$
- Vitesse : $V_2 = 2\sqrt{\gamma \cdot 2}$

I-7-DIFFERANTS CONFIGURATIONS GEOMETRIQUES DE PRISES D'AIR :

Au régime maximum, le nombre de mach maximal demandé à l'entrée du compresseur est ≤ 0.5 . C'est pourquoi il est demandé aux constructeurs de réaliser des formes d'entrée d'air afin de pouvoir effectuer ce ralentissement.

En se référant aux relation du capitaine Hugoniot et Bernoulli, un avion commercial évoluant en subsonique Mach =0.8 doit être doté d'une entrée d'air divergente (Type PITOT) pour ralentir l'air ,tandis qu'en supersonique ,il est nécessaire de disposer en permanence la section de captation à la demande de débit imposée par le fonctionnement subsonique du compresseur et ,d'autre part de positionner correctement les chocs qui naissent au raccordement entre un écoulement supersonique et un écoulement subsonique.

I-7-1 Entrée d'air subsonique :

L'entrée d'air simple divergente sont utilisés dans les aéronefs commerciaux est également nommée entrée d'air annulaire de type Pitot .c'est un conduit dans lequel le fluide subit un ralentissement adiabatique ou la température totale reste constante .d'autre part, si le nombre de mach diminue la température statique augmente en même temps la température totale est constante.

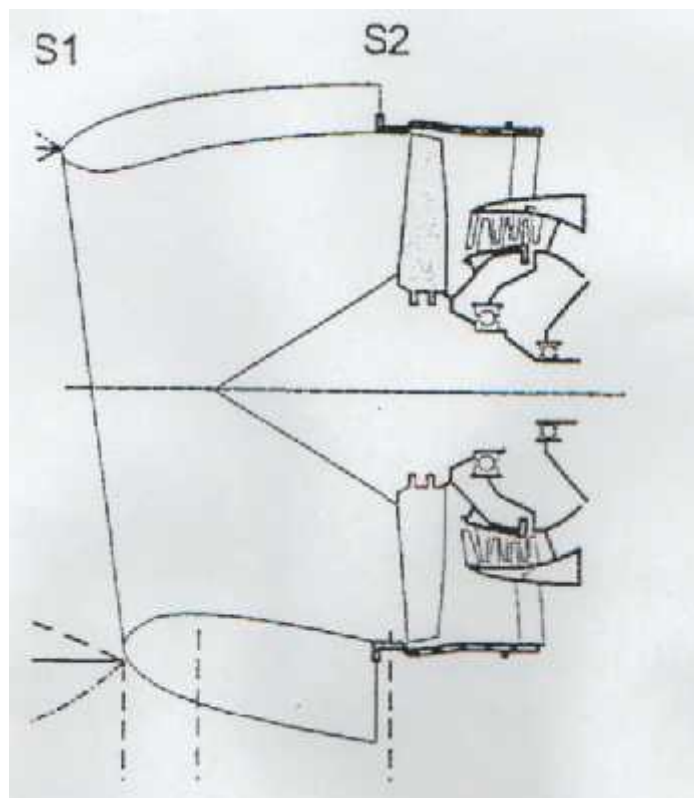


Fig.I-2 : Entrée d'air subsonique

En outre, comme l'air est un gaz parfait, si la température statique augmente alors la pression statique croît de plus en supposant que l'évolution est réversible alors dans ce cas la pression totale se conserve également, on peut rassembler les évolutions théorique de la pression, température et vitesse dans le tableau suivant :

paramètres	Evolution en croisière
M ou V	Diminue
T_t	Constante
T_s	Augmente
P_s	Augmente
P_t	Constante

Fig.I-3 : les évolutions théoriques des paramètres

En réalité ils existent des frottements, la pression totale de sortie P_{t2} est légèrement inférieur à la pression totale théorique P_{t1} qui elle est équivalente à la pression P_{t0} (encore appelée pression génératrice).afin de caractériser l'irréversibilité de la transformation, les aérodynamiciens introduisent la notion d'efficacité d'une entrée d'air notée

traditionnellement σ , elle égale le rapport de pression $\sigma = P_{t2}/P_{t0}$. Si l'on trace l'évolution de σ en fonction du nombre de mach et pour une entrée d'air type Pitot, on obtient la courbe suivante :

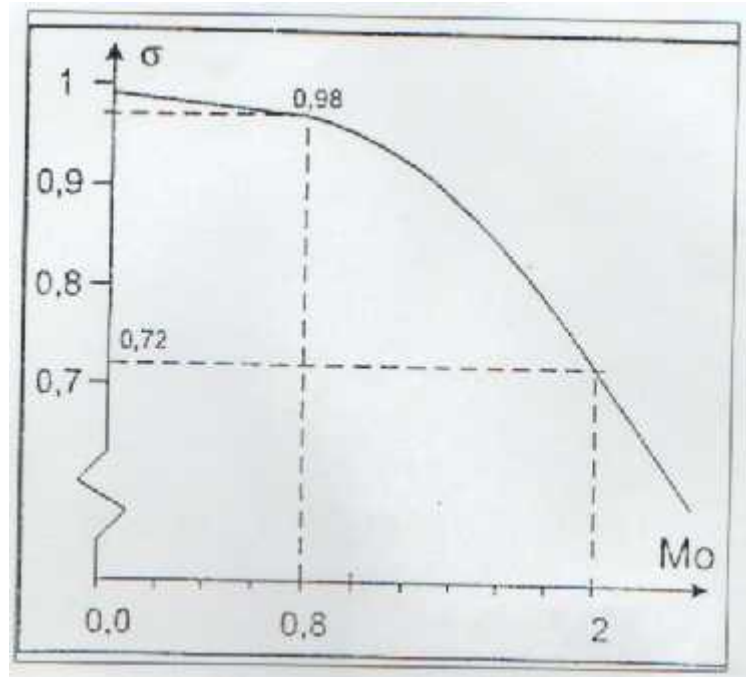


Fig. I-3 : Efficacité d'une prise d'air (Pitot).

On remarque que l'efficacité est très proche de l'unité pour des nombres de mach proche de 0,8 à 0,9, ce qui explique son utilisation sur les avions subsonique. Par contre, pour un aéronef évoluant à mach 2, cette efficacité n'est plus que de 0,72, due essentiellement à l'irréversibilité causée par les chocs .afin de limiter cette perte de pression totale, on montre qu'il est plus intéressant d'effectuer ce même ralentissement, non pas par une onde de choc droite, mais par une série d'ondes de chocs obliques suivies d'un choc droit. Ce dernier, naissant à un mach plus faible, permet de conserver une efficacité globale acceptable.

I-7-2-Entrée d'air supersonique :

Une entrée d'air supersonique est caractérisée par des bords d'attaque tranchante aigüe car une lèvre arrondie conduirait à une onde de choc détachée.

Le compresseur fonctionne en régime établi avec un nombre de Mach a son entrée qui est généralement de l'ordre de 0,5 ; donc le compresseur travaille en subsonique d'où l'utilité d'une prise d'air en régime supersonique.

La propriété de l'écoulement supersonique est que : le débit minimale qui peut être capté par une prise d'air adaptée, est celui défini par le tube de courant amont qui s'appuie sur les bords d'attaque de l'entrée d'air.

Pour faire passer un écoulement supersonique à un écoulement subsonique à l'entrée du compresseur, on peut utiliser différents types de prises d'air.

a- prise d'air Pitot :

Si l'écoulement est très accéléré à l'aval de l'entrée d'air V_0 peut être dans le domaine supersonique et une onde de choc normal peut avoir lieu et nous aurons trois cas de fonctionnement probable.

- 1^{er}cas : l'onde de choc se trouve loin de l'entrée.
- 2^{em}cas : l'onde de choc se trouve aux lèvres de l'entrée.
- 3^{em}cas : l'onde de choc se trouve à l'intérieur de l'entrée.

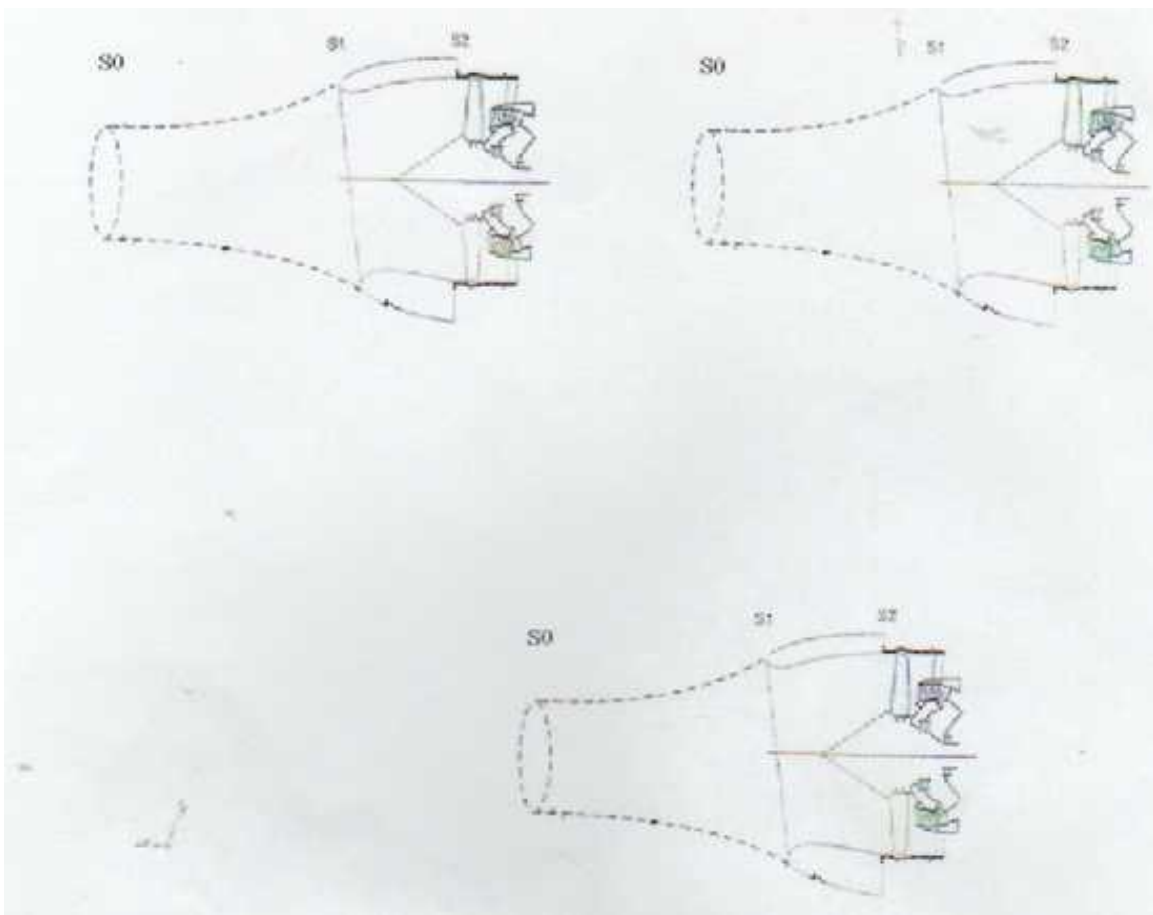


Fig.I-4 : Entrée d'air type Pitot

Pour une entrée d'air Pitot évoluant en supersonique ou une onde de choc peut avoir lieu et se présente suivant les cas loin de lèvres de l'entrée en situation sub-critique ou l'onde décélère l'écoulement du supersonique en subsonique dans le divergent aérodynamique cette situation provoque des pertes de performance de l'aéronef car il y a création de trainée additionnelle due à la forme du carénage de l'entrée.

Cependant si l'onde de choc est accroché à la lèvre on est en stade critique la trainée est nulle et le fonctionnement est optimal mais si l'onde se déplace à l'intérieur en passe en situation de fonctionnement supercritique et l'onde se trouve à l'intérieur de l'entrée d'air qui s'avère nuisible pour le compresseur et les performances du moteur.

Pour améliorer cette situation et contrôler la position de l'onde durant l'évolution de l'aéronef les motoristes adoptent à l'entrée Pitot un corps central en forme de cône appelé couramment souris et permettant de créer une série d'ondes de choc oblique toute en contrôlant la position d'une manière asservi et la garde tout le temps en situation optimal critique accroché aux lèvres de l'entrée.

b-Entrée d'air a compression supersonique externe :

La première solution proposée pour améliorer l'efficacité en supersonique consiste à placer un corps central à pointé conique émergente au centre d'une carène de révolution (OSWATISH 1944).A l'adaptation cette pointe provoque un choc conique qui s'appuie sur l'entrée de la carène (*Figure.1-5*).

L'écoulement autour du cône étant supersonique, mais à un nombre de mach réduit par la compression conique, le débit capté traverse successivement le choc conique et un choc droit d'intensité modérée situé dans la section annulaire d'entrée.

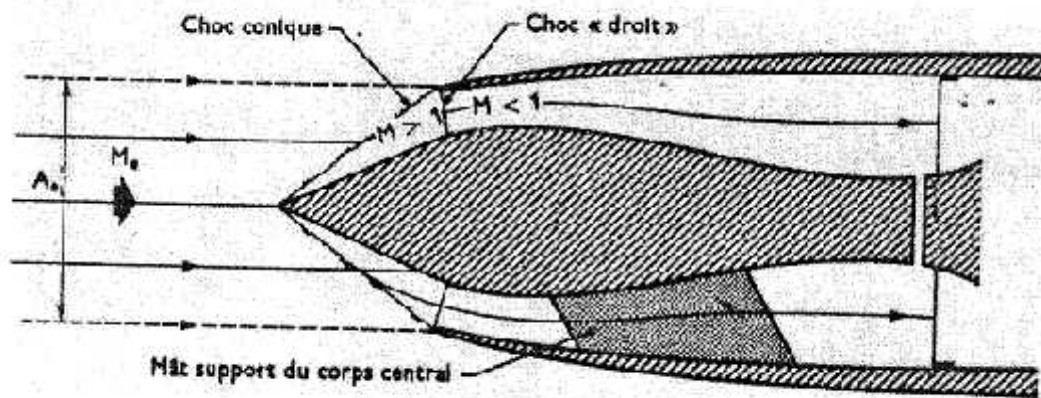


Fig. I-5 : prise d'air à compression supersonique externe(C.S.E)

L'efficacité globale de cette configuration est plus élevée que celle du type tube Pitot, de fait d'une compression supersonique plus progressive.

Un gain d'efficacité peut encore être obtenu en remplaçant le choc conique par une succession de deux chocs de plus faible intensité, moyennant une pointe émergent plus effilée formant un double cône.

Ce double cône peut à son tour être remplacé par un profil de déviation progressive de l'écoulement vers l'extérieur, dont les ondes focalisent sur le bord de la carène : ainsi, dans condition idéales, on obtiendrait une compression sans choc, avec $M=1$ à l'entrée.

Toutefois dans ce cas, l'étude de l'écoulement au voisinage de la carène montre qu'un choc détaché se formerait devant la carène, au lieu de la focalisation ponctuelle supposée.

De plus, pour éviter un tel choc, il est nécessaire de donner à la carène une pente initiale élevée, d'où une trainée appréciable. Ce type de compression a donc des limites.

Son efficacité maximale est représentée par la figure suivant :

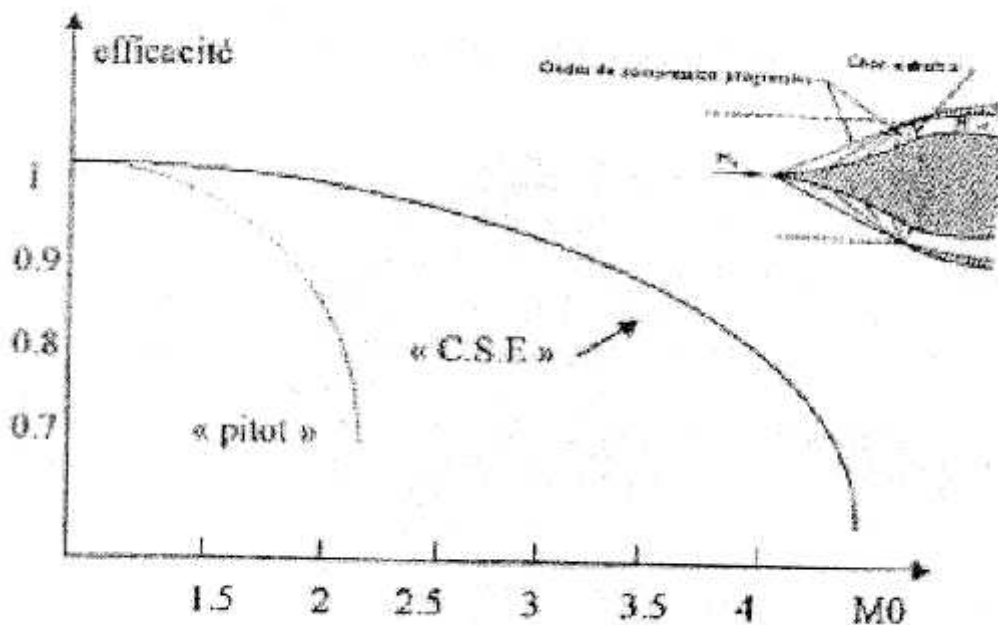


Fig. I-6 : Compression supersonique externe maximale.

Les entrées d'air à compression supersonique externe sont particulièrement adaptées aux Mach de vol de 1.5 à 2.3 environ. Elles conviennent moins au de la, du fait de leur efficacités décroissantes.

c- Entrée convergente divergente :

Pour ce type d'entrée la section de passage convergente divergente est adaptée pour garantir le bon fonctionnement du moteur. En effet elle présente des volets ajustable automatiquement pour capté l'onde de choc et assurer un cas optimal d'écoulement de l'air vers le compresseur.

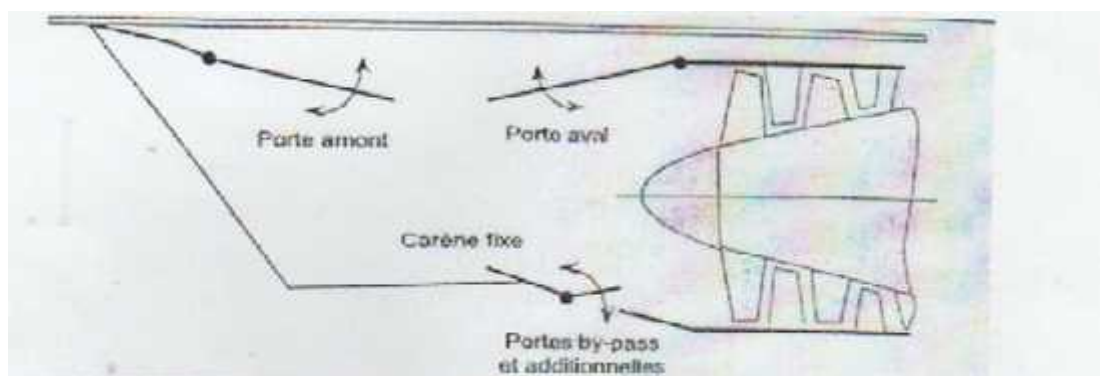


Fig.1-7 : Entrée convergente divergente

Lorsque le moteur est au d'écoulement point fixe l'entrée est alimente par un très fort convergente aérodynamique externe .les filets d'air on tendance a décroché, ce qui crée une forte dépression derrière les lèvres.

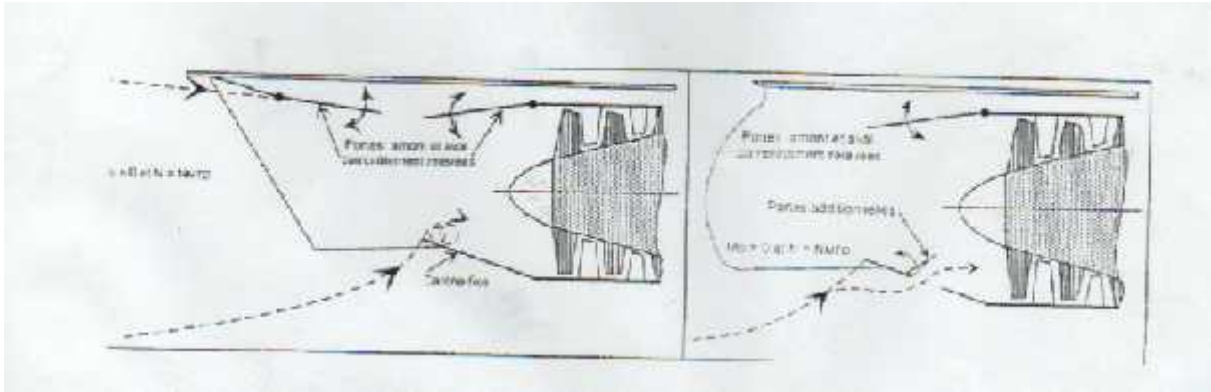


Fig.I-8 : fonctionnement des portières additionnelles

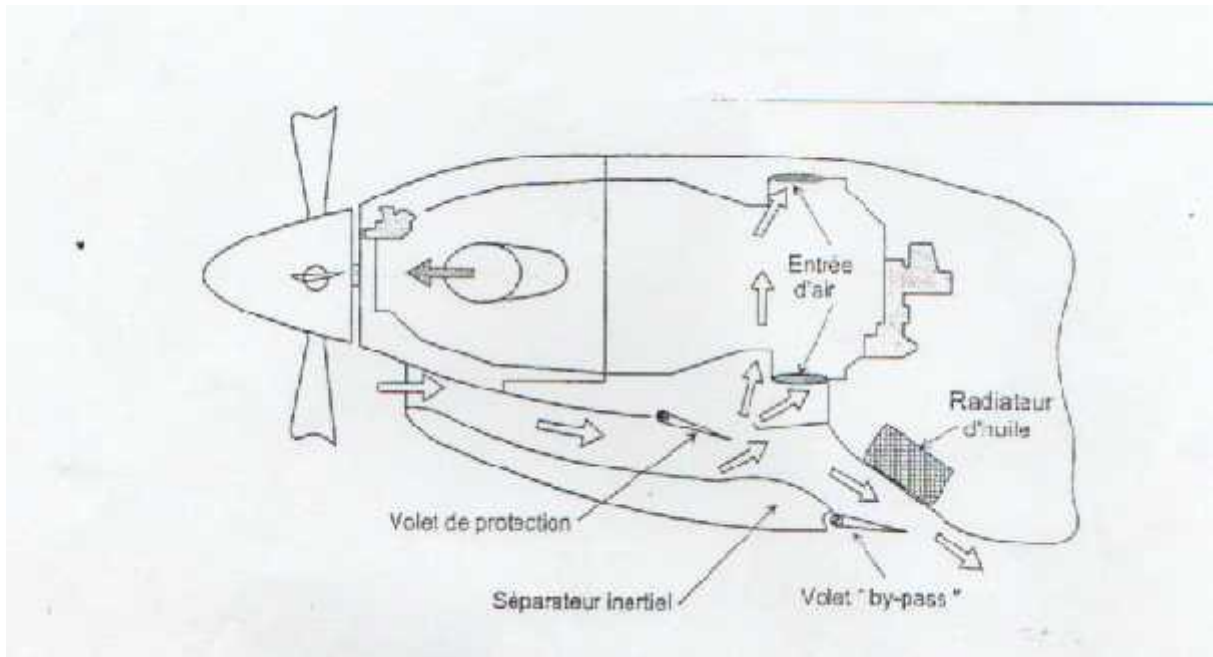
Cette dépression diminue d'autant la section efficace, ce qui se traduit par une diminution du débit de masse d'air .Afin de remédier à ce type de fonctionnement, des portières additionnelles sont installées dans la carène fixe, aspire par la forte dépression s'ouvrent automatiquement afin de restaurer le débit de masse d'air et permettant au moteur de délivrer sa pleine poussée.

I-7-3-Entrée d'air GTP :

Le domaine de vol des GTP étant plus faible que celui des GTR, leur entrée d'air est faiblement divergent .elle est soit annulaire et entoure le réducteur, soit elle est doté d'un séparateur inertielle. Cette dernière est de forme ovoïde, située en partie basse du capotage moteur et assure l'alimentation des compresseurs et assure d'un conduit nomme by-pass dans ce dernier est installé le radiateur de huile.

Dans la manche d'air, l'installation d'un volet dit de protection déployé en position basse et la forme du conduit d'admission forcent les particules lourdes telles que la glace ou les volatiles à suivre une trajectoire telle quelles soit évacué par le conduit by-pass pour cette raison se conduit est qualifié de séparateur inertielle.

Hors conditions de givrage, le volet de protection est en position haute le volet de by-pass relativement ferme permet de réguler la température d'huile.



figI-9 : Entrée d'air GTP

En condition givrantes le volet de protection est baissé en provoquant une déviation des particules tandis que celui du conduit by-pass est ouvert afin d'évacuer les particules à l'extérieur.

II-1.Généralités :

Considérons un écoulement stationnaire dans une conduite quelconque, les variables de l'écoulement savoir, la pression P , la température T , la masse volumique ρ et la vitesse V , sont considérées instable dans une section droite du tube de courant (fig.2.1), l'écoulement est considéré comme unidimensionnel si les conditions suivantes sont réalisées :

- la section doit varier lentement le long de l'axe $X' X$ de la conduite.
- l'axe $X' X$ de la conduite à une faible courbure.
- dans le cas d'un écoulement visqueux, la vitesse au niveau de la paroi est nulle. Le profil des vitesses dans une section droite n'est pas uniforme. On prend la vitesse moyenne et on considère l'écoulement comme non visqueux.

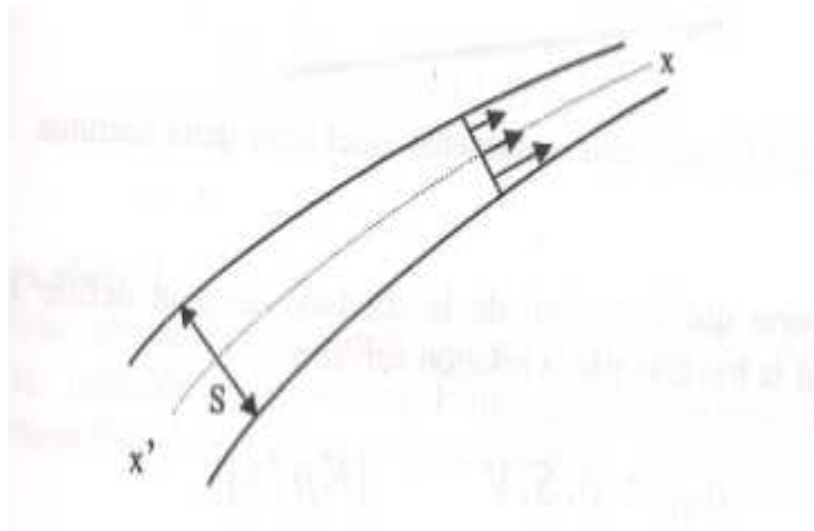


Fig.2.1 tube de courant dans un écoulement

En dynamique des gaz et pour résoudre les problèmes des écoulements et trouver des relations entre les différents paramètres inconnus et les conditions aux limites, on applique les équations de base.

II-2. Equations fondamentales de gazo-dynamique :

On a cité les équations suivantes :

II-2-1. Equation de conservation du débit masse :

Elle exprime la conservation de la masse d'une particule de fluide traversant plusieurs sections différentes, la masse qui entre doit être égale à la masse qui sort sans ajouter ou enlever de la matière entre l'entrée et la sortie.

Donc elle résulte de l'application du principe de conservation de masse :

$$\rho \cdot V \cdot S = \dot{m} \quad (\text{II-1})$$

On peut avoir d'autre expression de débit en faisant intervenir le Mach, la pression totale P_t et la température totale T_t .

Partant de l'expression $\dot{m} = \rho \cdot V \cdot S$, nous avons d'après (1).

$$\dot{m} = \sqrt{\frac{\gamma P_t}{R}} \frac{A}{\sqrt{T_t}} \cdot \left[\frac{1}{\left(1 + \frac{\gamma-1}{2} M^2\right)^{\frac{\gamma+1}{2(\gamma-1)}}} \right] \quad (\text{II-2})$$

II-2-2. Equation d'énergie :

L'application générale du principe de la conservation de l'énergie va nous permettre d'établir une relation entre les phénomènes mécaniques et thermiques.

Elle est donnée par l'équation suivante telle quelle représente la conservation d'énergie :

$$W + Q = dh + \frac{d^2}{2} \quad (\text{II-3})$$

Dans notre cas, $W=0$, car nous n'avons aucune machine ou organe tournant pour l'échange de travail (ni pompe, ni compresseur..).

En supposant l'évolution adiabatique, on a : $Q = 0$.

Alors (II-3) devient :

$$dh + \frac{dV^2}{2} = 0; \quad \text{Ou : } dh = C_p \cdot dT$$

D'où on aura pour un gaz parfait :

$$c_p \cdot d + V \cdot d = 0 \quad (\text{II-4})$$

II-2-3. Equation quantité de mouvement :

Elle est donnée comme suit, tel que 'S' est la surface, 'V' est la vitesse et 'F_e' est la force extérieure.

$$d(P \cdot A) + m \cdot d + dF_e = 0 \quad (\text{II-5})$$

Pour un écoulement sans frottement, ou un changement brusque qui demande de négliger la longueur du conduit, les forces extérieures sont négligées et l'équation (II-5) se réduit à :

$$d + \rho \cdot V \cdot d = 0 \quad (\text{II-6})$$

II-2-4. Equation d'état :

Pour un gaz parfait s'exprime par l'équation d'état suivante :

$$\frac{P}{\rho} = r \cdot T \quad (\text{II-7})$$

P : Pression [P] (pascal)

ρ : Masse volumique [K / m^3]

r : constante d'un gaz particulier [$J/K \cdot k$]

T : température [K]

Soit R la constante universelle des gaz parfait, qui est égale à $8,315 [J/m \cdot k]$, et M la masse molaire du gaz, ces deux, sont liées par la relation :

$$r = \frac{R}{M}$$

II-2-5. Nombre de Mach :

Le nombre de Mach est défini comme étant le rapport entre la vitesse de l'écoulement et la vitesse du son correspondante, dans le cas où le nombre de Mach est inférieur à l'unité, on dit que l'écoulement est subsonique, et dans le cas où M est supérieur à l'unité, l'écoulement est supersonique.

Où c'est le rapport de la vitesse d'un gaz dans un point quelconque et la célérité du son.

C= Célérité du son.

V= la vitesse du gaz dans un point quelconque.

$$C = \sqrt{\gamma} \quad (\text{II-8})$$

Avec $\gamma = \frac{c}{c}$

$$\text{Et } \frac{V}{C} = M \Rightarrow V = M \sqrt{\gamma} \quad (\text{II-9})$$

II-3. Quelques notions de gazo-dynamique :

La vitesse de propagation d'une onde de choc dépend des conditions de pression et de densité de part et d'autre de l'onde de choc. Nous étudierons en détail cette dépendance pour un gaz parfait de chaleurs spécifiques constantes. Il s'agit d'établir les conditions de saut des variables d'état et d'écoulement de part et d'autre du choc pour le cas où le vecteur vitesse est perpendiculaire au front de l'onde. Dans le cas où la vectrice vitesse n'est pas normale au front de l'onde de choc, on parle d'une onde de choc oblique.

II-3-1. Rappel des relations de base pour un gaz parfait

Equations d'état :

$$\left\{ \begin{array}{l} p = \rho a^2 \tau = \frac{R}{m} (m : m \quad m) \\ h = c_p T \quad e = c_v T \end{array} \right. \quad (\text{II-10})$$

Entropie :
$$s = c_v \ln \left(\frac{p}{\rho} \right) \quad \text{o} \quad p = \rho^\gamma e^{\frac{s}{c_v}} \quad (\text{II-11})$$

L'isentropique s'écrit
$$p\rho^{-\gamma} = c_1 \quad \text{o} \quad pT^{\frac{-\gamma}{\gamma-1}} = c_1 \quad (\text{II-12})$$

II-3-2. Notion d'écoulement :

Cherchons les points successifs influencés par une perturbation produite en un point P fixe dans l'espace d'un certain écoulement. Lorsque le fluide est au repos, la propagation se fait suivant un cercle centré en P dont le rayon croît proportionnellement au temps et vaut $a.t$, tous les points du plan auront été atteints par la perturbation (fig. 2)

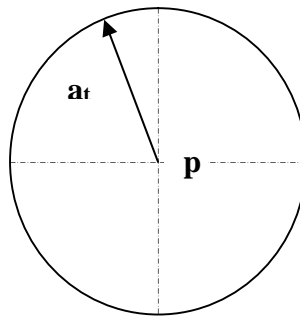


Fig.2.2 Propagation de l'onde dans un milieu au repos

a-Ecoulement subsonique :

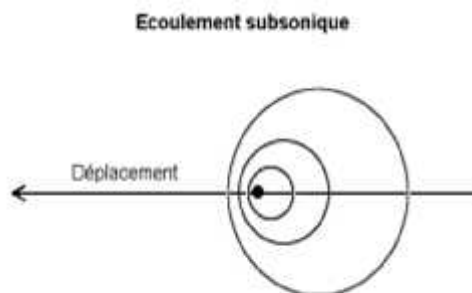


Fig. 2-3 propagation de l'onde dans un milieu en mouvement subsonique

Lorsque le fluide se déplace en mouvement uniforme, les cercles ne sont plus concentriques au point P, mais sont entraînés par le fluide (fig. 2-2)

Autrement, si $V < a$ ($Ma < 1$), l'avion, qui a une vitesse inférieure à celle de l'accroissement des sphères de perturbation qu'il crée à chaque instant, se trouve en permanence à l'intérieur de celles qui ont été créées précédemment. C'est le phénomène dont tout le monde a l'expérience : l'observateur fixe ressent le son très faible des premières sphères très dilatées, puis l'intensité augmente jusqu'à ce que l'avion soit le plus proche et diminue jusqu'à l'extinction

b-Écoulement sonique :

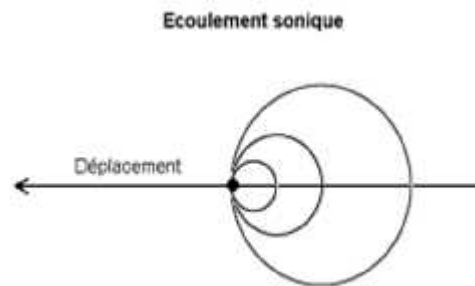


Fig. 2-4 propagation de l'onde dans un milieu en mouvement sonique

Si $Ma = 1$, l'avion colle en permanence à l'avant de toutes les sphères créées précédemment qui se retrouvent donc toutes tangentes à un plan perpendiculaire au mouvement de l'avion. La superposition d'une multitude de petites perturbations crée une grosse perturbation qui augmente considérablement la résistance de l'air : c'est le mur du son.

c-Ecoulement supersonique :

Dans un écoulement supersonique, les cercles considérés se coupent et admettent une enveloppe conique (fig. 2-4)

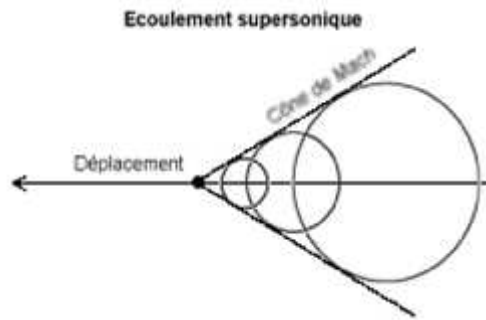


Fig. 2-5 propagation de l'onde dans un milieu en mouvement supersonique

C'est à dire quand $Ma > 1$, l'avion laisse au contraire toutes les sphères de perturbation derrière lui. Un raisonnement simple montre qu'elles sont toutes tangentes à un cône appelé cône de Mach.

Hors du cône de Mach, à l'avant de l'avion, c'est le silence absolu car aucune perturbation n'a encore atteint l'observateur. L'observateur situé dans le cône entend un son qui décroît comme en subsonique. Sur le cône, le bang correspond à la superposition des petites perturbations.

II-3-3.Etat critique :

On dit que l'écoulement atteint des conditions critique dans le cas où la célérité du son est égale à la vitesse du gaz, c'est-à-dire : $M=1$.

Les caractéristiques du fluide en ce point sont dites caractéristiques à l'état critique et sont notées soit par l'indice « C » ou « * ».

II-3-4. théorèmes d'HUGONIOT :

Ces théorèmes permettent de connaître la relation liante les variations de la vitesse, de la pression et de la section dans une canalisation quelconque.

En partant de l'équation de continuité (II-1) et en prenant la différenciation logarithmique de cette dernière on aura :

$$\frac{d}{\rho} + \frac{d}{S} + \frac{d}{V} = 0 \quad (\text{II-13})$$

La combinaison entre l'équation (II-10) et l'équation de conservation de quantité du mouvement donne la relation suivante :

$$\frac{d}{S} + \left(1 - \frac{\rho}{\gamma} V^2\right) \cdot \frac{d}{V} = 0$$

$$\text{Or : } \frac{\rho}{\gamma} = \frac{1}{C^2} \quad \text{ou : } C = \sqrt{\gamma \cdot \frac{P}{\rho}} = \sqrt{\frac{P}{\rho}} \cdot \sqrt{\gamma}$$

Alors on aura la relation entre dS et dV comme suit :

$$\frac{d}{S} + \left(1 - \frac{V^2}{C^2}\right) \frac{d}{V} = 0 \quad (\text{II-14})$$

C'est la 1^{ère} théorème d'HUGONIOT :

La relation entre dP et dA peut être déduite de l'équation de quantité du mouvement.

On aura ;(2) :

$$V = - \frac{d}{p}$$

Division sur V² on aura

$$\frac{d}{V} = - \frac{1}{V^2} \frac{d}{\rho} \quad \text{ou : } C = \sqrt{\frac{\gamma}{\rho}}$$

$$\text{Alors } \frac{d}{V} = - \frac{1}{\frac{V^2}{C^2} \gamma} \frac{d}{P} \quad (\text{II-15})$$

C'est la 2^{ème} théorème d'HUGONIOT :

En introduisant le nombre de Mach l'équation (II-10) et l'équation (II-11) deviennent :

$$\triangleright \frac{d}{S} + (1 - M^2) \frac{d}{V} = 0$$

D'où on aura :

$$\frac{d}{V} = \frac{1}{M^2 - 1} \frac{d}{S} \quad (\text{II-16})$$

$$\triangleright \frac{d}{V} = -\frac{1}{M^2 \gamma P} \frac{d}{P} \text{ ou bien :}$$

$$\frac{d}{P} = -M^2 \gamma \frac{d}{V} \quad (\text{II-17})$$

D'après ces deux théorèmes on conclut que :

- 1) si l'écoulement est subsonique, c'est-à-dire $M < 1$, alors la variation de la vitesse sont opposées aux variations de la section.
- 2) si l'écoulement est supersonique, c'est-à-dire, $M > 1$, les variations de vitesse et de section sont de même sens.
- 3) la variation d'écoulement du fluide ne peut être égale à la vitesse locale du son ($M=1$) qu'en une section où l'air présente un minimum, puisque d'après 1 et 2 on ne peut passer du subsonique ou sonique ou du supersonique au sonique qu'en diminuant la section, cette section minimale est dite col.
- 4) les variations de vitesse sont toujours opposées aux variations de pression et ceci quel que soit le type d'écoulement.

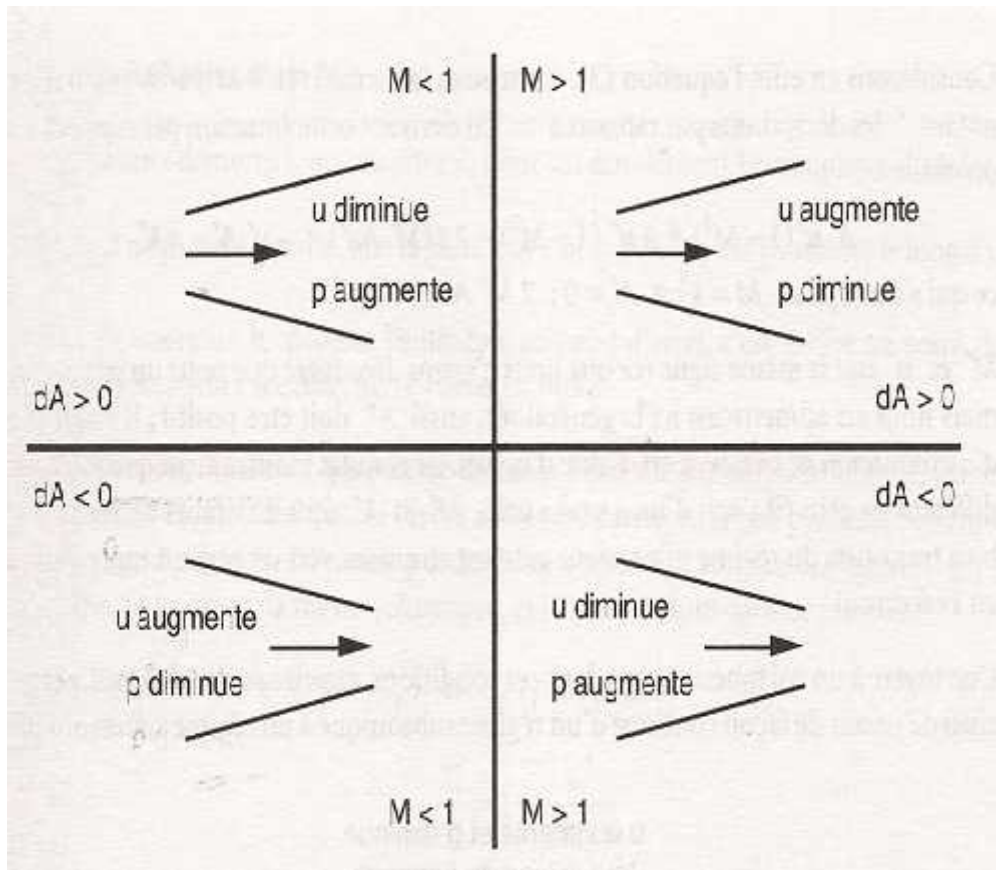


FIG.2-6 variation de la vitesse dans un convergent divergent

II-3-5. Conditions d'arrêt :

Pour un écoulement isentropique la grandeur : $h_i = h + \frac{u^2}{2}$ est constante le long d'une ligne de courant. h_i désigne l'enthalpie au point d'arrêt, c'est-à-dire au point de la ligne de courant, s'il existe, ou *la vitesse est nulle*.

Dans la suite, l'indice i permet de désigner l'état du gaz au point d'arrêt.

En remplaçant h et h_i par $c_p T$ et $c_p T_i$ on obtient :

$$\frac{T_i}{T} = 1 + \frac{u^2}{2c_p T} \quad (\text{II-18})$$

Et $\frac{u^2}{2c_p T}$ peut être exprimé à l'aide du nombre de Mach M :

$$\frac{u^2}{2c_p T} = (\gamma - 1) \frac{u^2}{2\gamma} = \frac{\gamma - 1}{2} M^2 \quad (\text{II-19})$$

D'où :

$$\frac{T_t}{T} = 1 + \frac{\gamma-1}{2} M^2 \quad (\text{II-20})$$

$$\frac{p_t}{p} = \left(\frac{T_t}{T}\right)^{\gamma/\gamma-1} = \left[1 + \frac{\gamma-1}{2} M^2\right]^{\gamma/\gamma-1} \quad (\text{II-21})$$

$$\frac{\rho_t}{\rho} = \left(\frac{T_t}{T}\right)^{1/\gamma-1} = \left[1 + \frac{\gamma-1}{2} M^2\right]^{1/\gamma-1} \quad (\text{II-22})$$

II-4.Onde de choc :

II-4-1.Définition :

La théorie est établie en fluide parfait, la viscosité intervient pour compliquer les phénomènes, aux parois en particulier, selon les conditions, l'onde de choc peut être normale ou oblique.

L'onde de choc se produit aussi en écoulement bidimensionnel, déviation produite par un dièdre ou par un corps de révolution, dans ce dernier cas, la théorie est plus récente.

II-4-2.Ondes de choc droit :

Plaçons-nous dans une conduite au voisinage d'un choc perpendiculaire à la direction principale de l'écoulement. L'épaisseur du choc est très faible, il est donc légitime de négliger la variation de section de part et d'autre du choc.

On désignera par l'indice «1» la région située avant l'onde de choc, l'indice «2» pour la région située après l'onde de choc, et l'indice «t» pour les paramètres totaux.

Considérons un fluide en écoulement adiabatique dans une conduite et une onde de choc droite.

Soit $P_1, T_1, V_1, M_1, \rho_1$, les conditions du fluide avant le plan de choc ; et $P_2, T_2, V_2, M_2, \rho_2$, les conditions en aval du plan de choc.

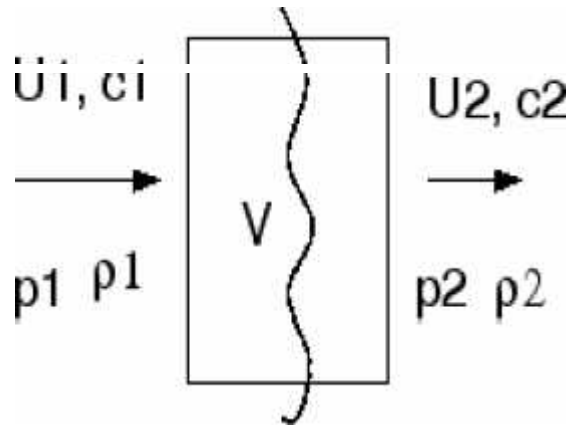


Fig. 2-7 onde de choc normal dans un écoulement

II-4-3. Détermination des paramètres de l'écoulement :

La vitesse de propagation d'une onde de choc dépend des conditions de pression et de densité de part et d'autre de ce même choc. Nous étudierons en détail cette dépendance pour un gaz parfait de chaleurs spécifiques constantes.

Il s'agit d'établir les conditions de saut des variables d'état et d'écoulement de part et d'autre du choc pour le cas où le vecteur vitesse est perpendiculaire au front de l'onde.

1) Equation de conservation du débit masse :

$$\rho_1 S V_1 = \rho_2 S V_2 \quad (\text{II-22})$$

2) Equation de conservation de quantité du mouvement :

$$\rho_2 V_2^2 A - \rho_1 V_1^2 A = p_1 A - p_2 A$$

Où :

$$(p_1 + \rho_1 V_1^2) A = (p_2 + \rho_2 V_2^2) A$$

Donc on trouve que :

$$P_1 + \rho_1 V_1^2 = P_2 + \rho_2 V_2^2 \quad (\text{II-23})$$

3) Equation d'état :

$$P = \rho \cdot R \cdot T$$

4) Equation d'énergie :

$$H_t = c \Rightarrow H_1 + \frac{1}{2}V_1^2 = H_2 + \frac{1}{2}V_2^2 \quad (\text{II-24})$$

Donc :

$$C_p T_t = C_p \cdot T_1 + \frac{1}{2}V_1^2 = C_p T_2 + \frac{1}{2}V_2^2 \quad (\text{II-25})$$

La manipulation de l'équation (II-15) avec l'équation de conservation du débit masse donne :

$$\frac{V_2^2 - V_1^2}{2} = \frac{\gamma}{\gamma - 1} \frac{P_1}{\rho_1} - \frac{P_2}{\rho_2}$$

Cette équation est appelée équation d'HUGONIOT pour l'onde de choc, qui peut se mettre sous la forme (3) :

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{1 - \frac{\gamma + 1}{\gamma - 1} \frac{\rho_2}{\rho_1}}{\frac{\rho_2}{\rho_1} - \frac{\gamma + 1}{\gamma - 1}} \quad (\text{II-26})$$

Où :

$$\frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{(\gamma + 1) + \frac{P_2}{P_1}(\gamma - 1)}{(\gamma + 1) + \frac{P_2}{P_1}(\gamma - 1)} \quad (\text{II-27})$$

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{\left(\frac{P_2}{P_1}\right)(1 + [(\gamma - 1)/(\gamma + 1)](P_2/P_1))}{(P_2/P_1) + [(\gamma - 1)/(\gamma + 1)]} \quad (\text{II-28})$$

La manipulation des équations (II-14), (II-15) et (II-16) nous permet on introduisant la vitesse du son, d'exprimer les variations des principaux paramètres en fonction du nombre de Mach amont (1) :

$$M_2 = \sqrt{\frac{2 + (\gamma - 1)M_1^2}{2\gamma M_1^2 - (\gamma - 1)}} \quad (\text{II-29})$$

Si M_1 est supérieur à 1 alors M_2 est toujours inférieur à 1.

Une onde de choc droite fait toujours passer d'un écoulement supersonique à un écoulement subsonique.

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{2\gamma}{\gamma+1} \left[M_1^2 - \frac{\gamma-1}{2\gamma} \right] \quad (\text{II-30})$$

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{4\gamma}{(\gamma+1)^2} \left[M_1^2 - \frac{\gamma-1}{2\gamma} \right] \left[\frac{1}{M_1^2} + \frac{\gamma-1}{2} \right] \quad (\text{II-31})$$

$$\frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{P_2}{P_1} \frac{T_1}{T_2} = \frac{(\gamma+1)M_1^2}{(\gamma-1)M_1^2+2} \quad (\text{II-32})$$

$$\frac{P_{t2}}{P_{t1}} = \left[1 + \frac{\gamma-1}{2} M_1^2 \right]^{-\frac{\gamma}{\gamma-1}} \left[\frac{(\gamma+1)M_1^2}{2+(\gamma-1)M_1^2} \right]^{\frac{\gamma}{\gamma-1}} \quad (\text{II-33})$$

Nous présentons par la figure suivante, la courbe d'évolution du nombre de Mach aval M_2 , en fonction du nombre de Mach amont M_1 , pour donner une idée sur l'effet de l'onde de choc droite .concernant les autres paramètres, voir le chapitre résultats (chap. IV)

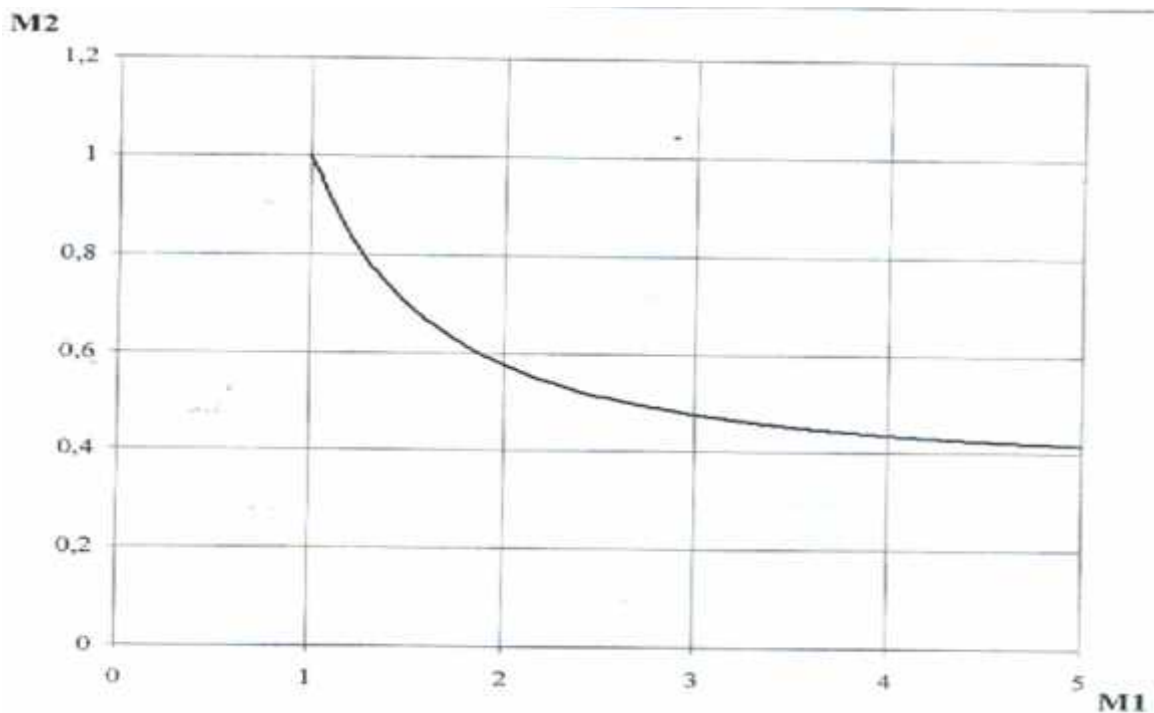


Fig.2.9 : variation du nombre de Mach aval en fonction du nombre de Mach amont

Remarque

- Le nombre de Mach diminue à travers une onde de choc droite, avec $M_2 < 1$. C'est-à-dire l'écoulement aval est toujours subsonique.

Plus Le nombre de Mach amont est grand, le nombre de Mach aval est petit.

II-4-5. Ondes de choc obliques :

C'est une onde de choc plane est inclinée d'un angle (α) par rapport à l'écoulement du fluide qui la traverse, elle subit simultanément une augmentation de pression et une diminution de vitesse, mais aussi un changement brusque de direction qui dépend de l'inclinaison de l'obstacle (δ).

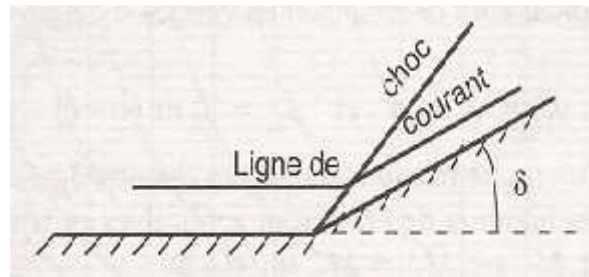


FIG.2-10 onde de choc oblique dans un écoulement

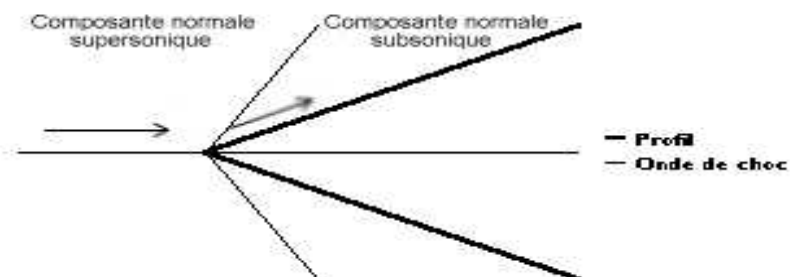
II-4-6. Description des phénomènes autour du bord d'attaque :**Écoulement au voisinage du bord d'attaque**

Fig.2.11 écoulement au voisinage du bord d'attaque

Au voisinage du bord d'attaque d'un profil supersonique, il y a deux écoulements analogues à celui qu'on peut observer sur un dièdre convergent. En chaque point de celui-ci, est attachée une ligne de Mach définie précédemment comme une discontinuité d'amplitude infinitésimale. La superposition de ces différentes discontinuités élémentaires

créé une discontinuité d'amplitude finie, une onde de choc. À travers celle-ci, la pression augmente brutalement.

Si le choc est droit, de supersonique l'écoulement devient subsonique. Dans le cas oblique, illustré ci-contre, seule la composante normale, à travers le choc, est réduite : la résultante peut donc rester supersonique. La décroissance de la vitesse dépend donc de l'angle du dièdre.

De manière un tout petit peu plus précise, on peut dire que les lignes de Mach faisant avec les vitesses d'écoulement un angle défini par le seul nombre de Mach (son sinus est égal à l'inverse de celui-ci), celles qui seraient liées à des vitesses supersoniques le long de la paroi inclinée rencontreraient celles de l'écoulement non perturbé. Cette rencontre de lignes de discontinuité ne peut se résoudre que par un phénomène brutal, irréversible au sens de la thermodynamique. Autour d'un dièdre divergent, les lignes de Mach basculent progressivement pour produire un éventail de détente, phénomène réversible

II-4-7. Détermination des caractéristiques d'un choc oblique :

Pour analyser un tel choc, nous considérons le cas où un choc stationnaire est causé par un changement brutal de direction de la paroi.

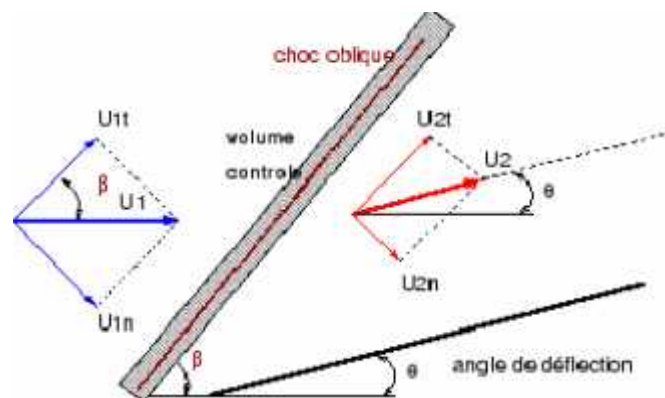


Fig. 2-12 les caractéristiques d'une onde de choc oblique

Comme pour le choc droit, nous allons effectuer des bilans de masse, quantité de mouvement, énergie, dans un volume de contrôle autour du choc.

Avec :

V_1 : la vitesse en amont.

V_{1n} : la composante de V_1 perpendiculaire à l'onde de choc.

V_{1t} : le composant de V_1 parallèle à l'onde de choc.

V_2 : la vitesse en aval.

V_{2n} : le composant de V_2 perpendiculaire à l'onde de choc.

V_{2t} : le composant de V_2 parallèle à l'onde de choc.

α : Angle entre le choc et la vitesse V_1 .

δ : Angle de déflexion du demi-cône.

Les équations de base pour les ondes de choc obliques sont :

1) Equation de la conservation de masse :

$$\rho_1 V_{1n} = \rho_2 V_{2n} \quad (\text{II-34})$$

2) Equation d'énergie :

$$h_1 + \frac{V_{1n}^2 + V_{1t}^2}{2} = h_2 + \frac{V_{2n}^2 + V_{2t}^2}{2} \quad (\text{II-35})$$

3) Equation de quantité du mouvement projetée sur la normale de l'onde de choc :

$$\rho_1 V_{1n}^2 + P_1 = \rho_2 V_{2n}^2 + P_2 \quad (\text{II-36})$$

4) Equation de quantité du mouvement projetée parallèlement à l'onde de choc :

$$\rho_1 V_{1n} (V_{1t} - V_{2t}) = 0 \quad (\text{II-37})$$

Alors : $V_{2t} = V_{1t}$

On voit que la composante de la vitesse parallèle à l'onde de choc est constante.

La discontinuité est donc normale à l'onde et la relation établies dans le cas d'une onde de choc plane seront encore valables pour l'onde de choc oblique, mais en remplaçant M_1 par $M_1 \cdot \sin(\alpha)$;

$$M_2^2 = \frac{2+(\gamma-1)M_1^2 \sin^2(\alpha)}{2\gamma M_1^2 \sin^2(\alpha) - (\gamma-1)} \frac{1}{\sin^2(\alpha-\delta)} \quad (\text{II-38})$$

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{2\gamma}{\gamma+1} \left[M_1^2 \sin^2(\alpha) - \frac{\gamma-1}{2\gamma} \right] \quad (\text{II-39})$$

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{2\left(1+\frac{\gamma-1}{2} M_1^2 \sin^2(\alpha)\right) \left(2\gamma M_1^2 \sin^2(\alpha) - (\gamma-1)\right)}{(\gamma+1)^2 M_1^2 \sin^2(\alpha)} \quad (\text{II-40})$$

$$\frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{P_2 T_1}{P_1 T_2} \quad (\text{II-41})$$

$$\frac{P_{t2}}{P_{t1}} = \left[\frac{2\gamma M_1^2 \sin^2(\alpha) - (\gamma-1)}{\gamma+1} \right]^{\frac{-1}{\gamma-1}} \left[\frac{(\gamma+1) M_1^2 \sin^2(\alpha)}{2+(\gamma-1) M_1^2 \sin^2(\alpha)} \right]^{\frac{\gamma}{\gamma-1}} \quad (\text{II-42})$$

L'angle d'inclinaison de l'onde choc est déterminé par la relation implicite :

$$\frac{1}{M_1^2} = \sin(\alpha) - \frac{\gamma+1}{2} \frac{\sin(\alpha)\sin(\delta)}{c(\alpha-\delta)} \quad (\text{II-43})$$

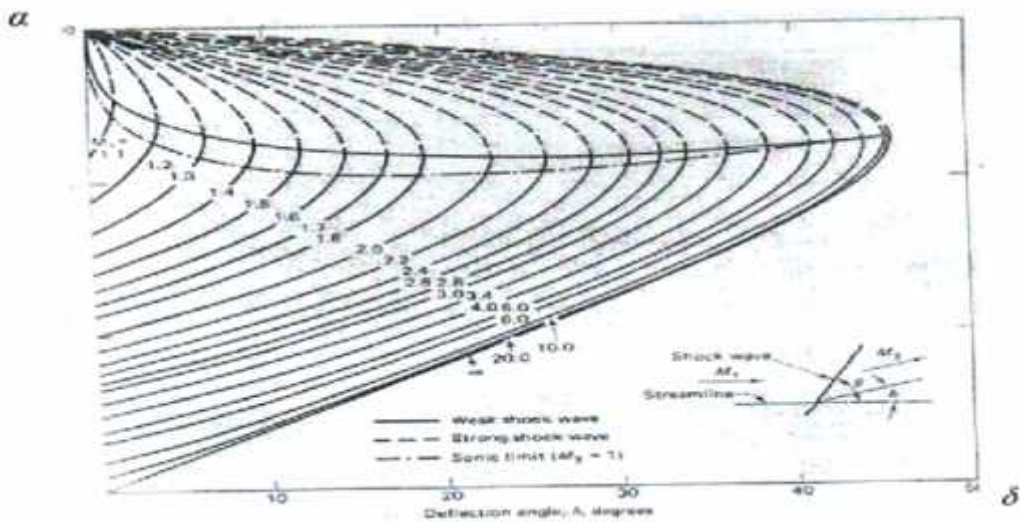
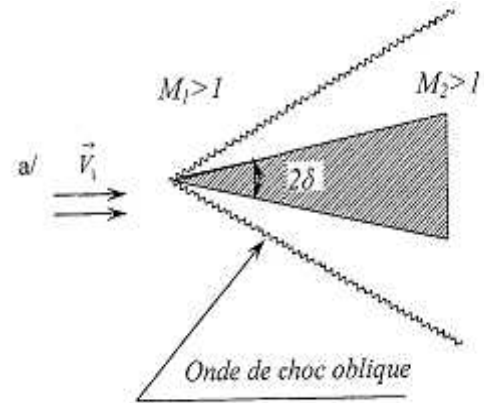


Fig.2-13 variation de α en fonction de δ pour M_1 donnée, $\gamma=1.4$

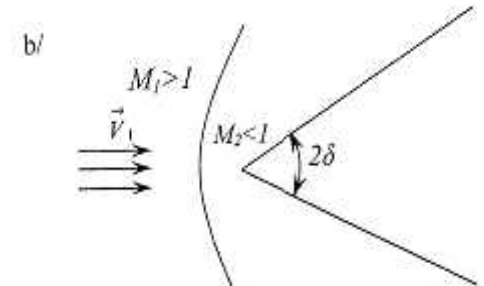
II-4-8.Ecoulement autour d'un point :

Considérons l'écoulement autour d'un dièdre saillant d'angle au sommet 2δ , dont l'arrête est normale au vecteur \vec{v}_1 et dont le plan bissecteur contient \vec{v}_1 .

Si δ est petit, l'onde de choc reste Attachée ; $M_1 > M_2 > 1$.



A partir d'une certaine valeur de δ importante, l'onde de choc se détache.



Si l'obstacle est émoussé, On obtient le même phénomène Que b/ mais l'onde de choc se Détache plus tôt.

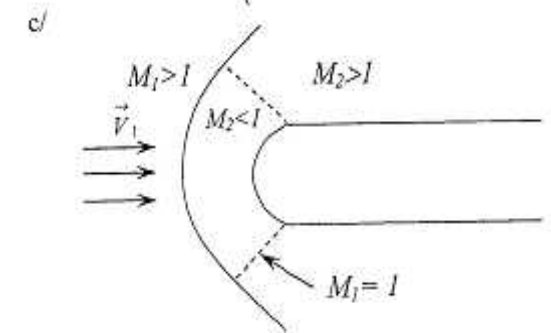


Fig2-13.Représentation du comportement de l'onde de choc devant un obstacle

II-4-9. Choc attaché et choc détaché :

Pour un nombre de Mach donné M_1 , nous avons vu qu'il existe un angle de déflexion maximum θ_m . Si la géométrie est telle que $\theta < \theta_m$, on voit apparaître un choc oblique rectiligne et attaché au coin du dièdre ou au nez de l'objet pointu. Cependant dans ce cas, il existe deux solutions de choc oblique rectiligne.

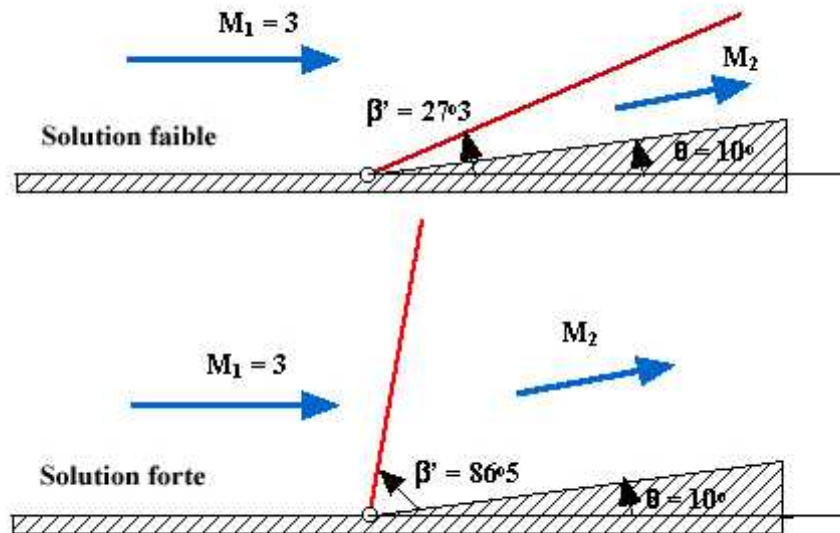


Fig.2-14 : choc attaché Pour M_1 et θ solution faible et forte

Inversement si $\theta > \theta_m$, aucune solution n'existe pour une onde de choc oblique rectiligne. La nature met cependant en place une onde de choc courbe et détaché du nez du corps pointu ou du dièdre. Elle est normale sur l'axe et s'incline de plus en plus au fur et à mesure que l'on s'éloigne de l'axe. A longue distance, elle a la même inclinaison que les ondes de Mach. Comme la courbure de l'onde de choc change, on peut montrer que derrière le choc l'écoulement est rotationnel.



Fig.2-15 Choc détaché

Nous voyons que pour chaque valeur de déflexion « δ », il existe deux solutions : α_1 et α_2 pour la pente de l'onde de choc.

- α_1 correspond à un régime supersonique après l'onde de choc oblique, on dit qu'il y a un choc faible.
- α_2 correspond à un régime subsonique après l'onde de choc oblique, nous avons dans ce cas un choc fort.

II-4-10. Détermination de δ_m et α_m :

Après la transformation mathématique de l'équation :

$$t_1 = \frac{2(M_1^2 \sin^2(\alpha) - 1)}{t_1 \alpha (M_1^2 (\gamma + 1) \sin 2\alpha + 2)}$$

On obtient l'équation suivante :

$$t_1 = \frac{2(M_1^2 - 1)X^2 - 2}{X^3(\gamma M_1^2 - M_1^2 - 2) + (M_1^2 + \gamma M_1^2 + 2)X} \tag{II-44}$$

Avec $x = \tan \alpha$

$\frac{d}{d\delta} = 0$ Pour M_1 donné .on dérive par rapport à « δ » on aura :

$$\frac{1}{c^2 \delta} \frac{d}{d\delta} = \frac{4(M_1^2 - 1)X [X^3(\gamma M_1^2 - M_1^2 + 2) + (M_1^2 + \gamma M_1^2 + 2)X]}{[X^3(\gamma M_1^2 - M_1^2 + 2) + (M_1^2 + \gamma M_1^2 + 2)X]^2} -$$

$$[2(M_1^2 - 1) - 2][3X^2(\gamma M_1^2 - M_1^2 + 2) + (M_1^2 + \gamma M_1^2 + 2)] \cdot \frac{1}{c^2 \delta} \frac{d}{d\delta} \tag{II-45}$$

Pour que cette dérivée soit nulle, il faut que :

$$X^4 - \left[\frac{\gamma M_1^2 + M_1^2 + 2}{\gamma M_1^2 - M_1^2 + 2} + \frac{3}{M_1^2 - 1} \right] X^2 - \left[\frac{\gamma M_1^2 + M_1^2 + 2}{(M_1^2 - 1)(\gamma M_1^2 - M_1^2 + 2)} \right] = 0$$

Qui est de la forme :

$$X^4 - aX^2 - b = 0$$

$$\text{Avec : } a > 0, \quad a = \frac{\gamma M_1^2 + M_1^2 + 2}{\gamma M_1^2 - M_1^2 + 2} + \frac{3}{M_1^2 - 1}$$

$$b > 0, \quad b = \frac{\gamma M_1^2 + M_1^2 + 2}{(M_1^2 - 1)(\gamma M_1^2 - M_1^2 + 2)}$$

Calculons maintenant le déterminant « Δ » :

$$\Delta = (-a)^2 - 4(1)(-b)$$

$$\Delta = a^2 + 4b$$

De cette dernière équation :

$$\Delta > 0 \text{ p } \quad a > 0 \text{ e } b > 0.$$

$$X_1^2 = \frac{a - \sqrt{a^2 + 4b}}{2} < 0 \quad \text{D'où } X_1 \text{ est une solution complexe qu'on l'élimine.}$$

$$X_2^2 = \frac{a + \sqrt{a^2 + 4b}}{2} > 0 \quad \text{D'où } X_2 \text{ est solution réelle}$$

$$\text{Alors :} \quad X_2 = \sqrt{\frac{a + \sqrt{a^2 + 4b}}{2}}$$

$$X_2 = t_1 = \sqrt{\frac{a + \sqrt{a^2 + 4b}}{2}}$$

$$a_m = a \left(\sqrt{\frac{a + \sqrt{a^2 + 4b}}{2}} \right) \quad (\text{II-46})$$

On remplace (II-38) dans (II-37), on obtient la valeur de δ_m .

La figure suivant (II-11) représente les valeurs des angles de déflexion limite en fonction du nombre de Mach amont M_1 .

La zone hachurée correspond à une onde de choc détachée, on voit que même pour $M_1 = 1$, il y a une valeur limite absolue égale à « 45.6 » au-delà de laquelle aucune onde de choc oblique n'est possible quel que soit le nombre de Mach amont (5).

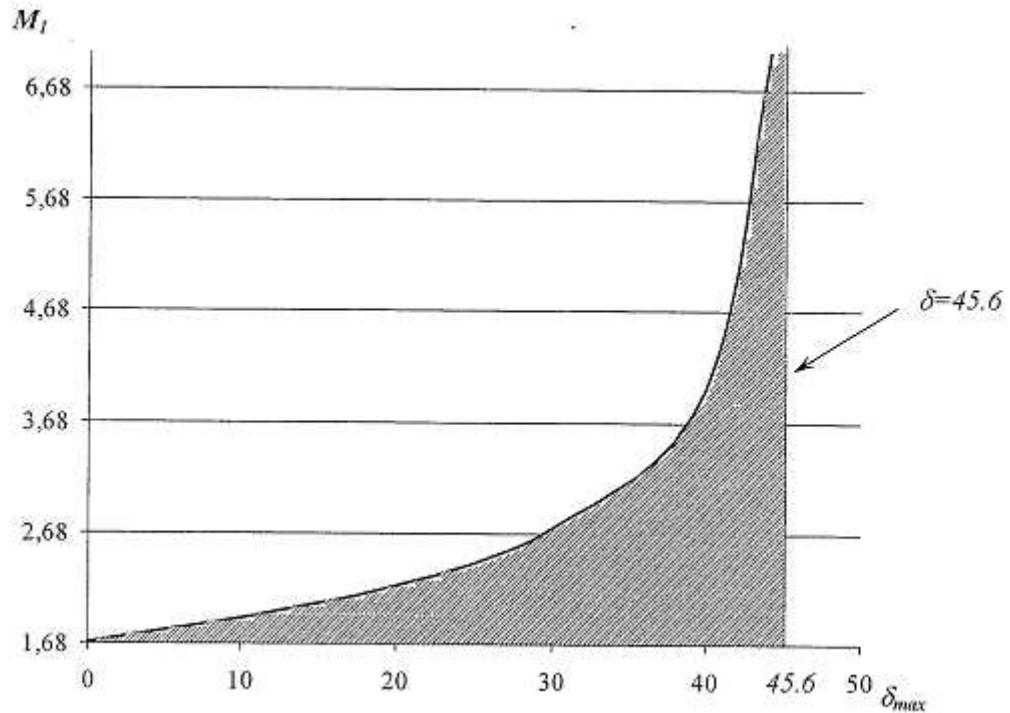


Fig.2.16. Variation du nombre de Mach amont en fonction de l'angle de déflexion maximum

III-1.MISE EN ŒUVRE ET PROGRAMMATION :

Dans ce chapitre on a programmé toutes les équations que nous avons déjà démontrées dans les chapitres précédents ensuite on a représenté les résultats sur une application Delphi.

III-2.Introduction :

Vu l'importance de l'efficacité des prises d'air, constaté par son influence directe sur le fonctionnement du compresseur et, par suite sur le moteur complet, il est intéressant de procéder au calcul de leur efficacité selon ces différentes formes, en diminuant la vitesse de l'air du supersonique en subsonique à l'entrée du compresseur. On se propose d'analyser dans cette étude trois types de prises d'air ;une prise d'air Pitot, l'autre présente une onde de choc oblique suivie d'une onde de choc droite, et une autre caractérisée par deux ondes de choc obliques suivies d'une onde de choc droite, afin d'opter celle qui convient mieux au régime supersonique.

Pour cela, on va programmer toutes les équations que nous avons déjà démontrées et traitées dans les chapitres précédents. Dans le but de simplifier on va réaliser trois programmes indépendants comme suit :

- Un pour le calcul des paramètres d'une prise d'air «Pitot»qui fait apparaitre une onde de choc droite.
- Un pour le cas de présence d'une onde de choc oblique suivie d'une onde de choc droite.
- Et un cas pour deux ondes de chocs obliques suivies d'une onde de choc droite.

La configuration géométrique de ces différents cas de diffuseurs est présentée dans les paragraphes qui viennent par la suite, ainsi que les indices amont et aval selon les ondes de choc, pour la mise en lumière de ces indices qui vont être utilisée par la suite dans l'organigramme et les programmes.

III-3.Prise d'air avec une onde de choc droite :

Dans ce premier cas, on traite le type de prise d'air«Pitot», en présentant après calculs, les rapports P_2/P_1 , T_2/T_1 , ρ_2/ρ_1 , P_{t2}/P_{t1} en fonction du nombre de Mach amont M_1 et on va les comparer avec les autres cas dans le chapitre résultats,

Les indices sont illustrés dans la figure suivante :

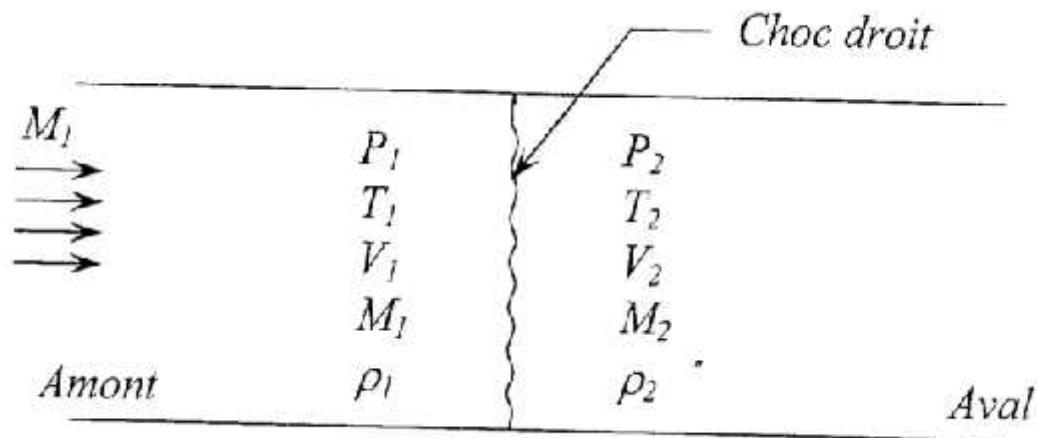
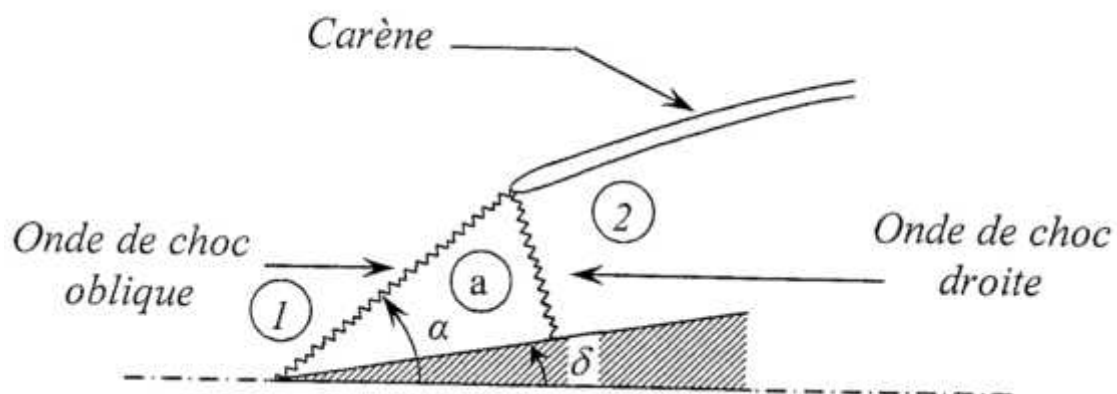


Fig.III-1 onde de choc droite

III-4. Prise d'air avec une onde de choc oblique suivie d'une onde de choc droite :

Pour ce cas, on va traiter le type de prise d'air avec un corps central à une pointe conique, cette dernière provoque un choc oblique qui va améliorer l'efficacité de notre prise d'air, comme on va le démontrer dans le chapitre résultats.

Les indices sont illustrés dans la figure suivante :



FigIII-2 Prise d'air avec une onde de choc oblique plus une droite

- L'indice 1 : pour les caractéristiques d'entrée.
- L'indice a : adopté pour les caractéristiques après l'onde de choc oblique.
- L'indice 2 : présente les caractéristiques de sortie.

L'angle du choc oblique (α) sera déterminé à partir du calcul des programmes, ainsi qu'on peut le comparer avec l'abaque du chapitre II donnant l'angle du choc oblique en fonction du nombre de Mach amont M_1 et l'angle de déflexion (figure.II-8).

Les rapports P_2/P_1 , T_2/T_1 , ρ_2/ρ_1 , P_{t2}/P_{t1} et le nombre de Mach aval M_2 seront calculés pour différentes valeurs de l'angle de déflexion (δ).

III-5. Prise d'air avec deux ondes de choc obliques plus une onde de choc droite :

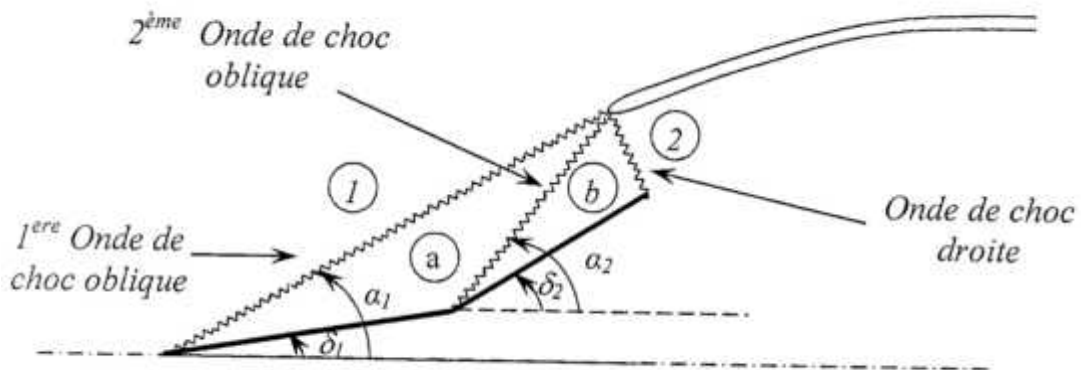


Fig.III-3 : prise d'air avec deux ondes de choc obliques suivies d'une autre droite

- L'indice 1 est affecté aux caractéristiques d'entrée.
- L'indice a est affecté aux caractéristiques après la première onde de choc oblique.
- L'indice b est affecté aux caractéristiques après la deuxième onde de choc oblique.
- L'indice 2 est affecté aux caractéristiques de sortie.
- L'angle α_1 est le premier angle de déflexion et l'angle α_1 est l'angle du choc oblique correspondant.
- L'angle α_2 est le deuxième angle de déflexion et l'angle α_2 est l'angle du choc oblique correspondant.

Les rapports P_2/P_1 , T_2/T_1 , ρ_2/ρ_1 , P_{t2}/P_{t1} et le nombre de Mach aval M_2 seront déterminés pour les différentes valeurs de α_1 et α_2 .

Les angles α_1 et α_2 seront déterminés à partir du calcul des programmes, ainsi qu'on peut les comparer avec l'abaque du chapitre II, donnant l'angle du choc oblique en fonction de l'angle de déflexion et le nombre de Mach avant le choc oblique ;(figure II-8).

III-6. Discussion sur l'organigramme :

Pour faciliter la compréhension de nos programmes et la mise en œuvre par une autre personne, on présente un organigramme général qui montre les étapes principales du troisième programme, (figure III-4), et qui englobe les étapes des deux premiers programmes, (voir l'annexe B pour tous ces programmes).

Alors, après la déclaration des différentes variables et les constantes à utiliser dans le programme (partie déclaration), supposant une altitude du vol quelconque ($Z < 11000\text{m}$), pour initialiser les paramètres suivants :

- Nombre de Mach limite ($M_{lim} = 5$), pour les boucles du calcul ;
- Rapport de chaleur spécifique ($\gamma = 1.4$) ;

III-7. Remarques :

Lors de la manipulation des angles, on utilise le convertissement des radian aux degrés ($CRD1 = 180/\pi$), et des degrés aux radian ($CRD2 = 1/CRD1$), selon le besoin du calcul.

Tout d'abord en variant le nombre de Mach amont, on utilise une boucle de Mach partant de $M=1$ jusqu'à $M_{lim}=5$, afin de calculer tous les autres paramètres.

Pour déterminer α_m et δ_m on utilise les équations (II-37) démontrées au chapitre II.

Dans la deuxième boucle, on diminue le premier angle de déflexion δ , avec un pas de 0.5° à partir de δ_m , jusqu'à atteindre la valeur de $\delta = 0$, et ainsi de suite.

Puis, on calcule les paramètres suivants (voir chapitre II pour formules) :

- Le nombre de Mach après la première onde de choc oblique (A_{u}) ;
- Rapport de pression statique (R_{u}) ;
- Rapport de température statique ($R_{t,u}$) ;
- Rapport de masse volumique ($R_{\rho,u}$) ;
- Rapport de pression totale ($R_{p,u}$).

En utilisant ce nombre de Mach de sortie (A_{u}) comme un nouveau nombre de Mach amont pour le cas du choc suivant.

Pour déterminer α_m et δ_m on utilise les équations (II-37) et (II-39) ; démontrées au chapitre II.

Dans la troisième boucle, en diminuant le deuxième angle de déflexion δ_1 , avec un pas de 0.5° à partir de δ_{m-1} jusqu'à atteindre la valeur de $\delta_1=0$, on calcul les paramètres suivants : R_b, R_b, R_b, R_b, A_b .

On prend le nombre de Mach (AM_b) de nouveau comme un Mach amont d'entrée pour le dernier cas (onde de choc droite).

Ensuite, on passe au calcul des paramètres après cette onde de choc :

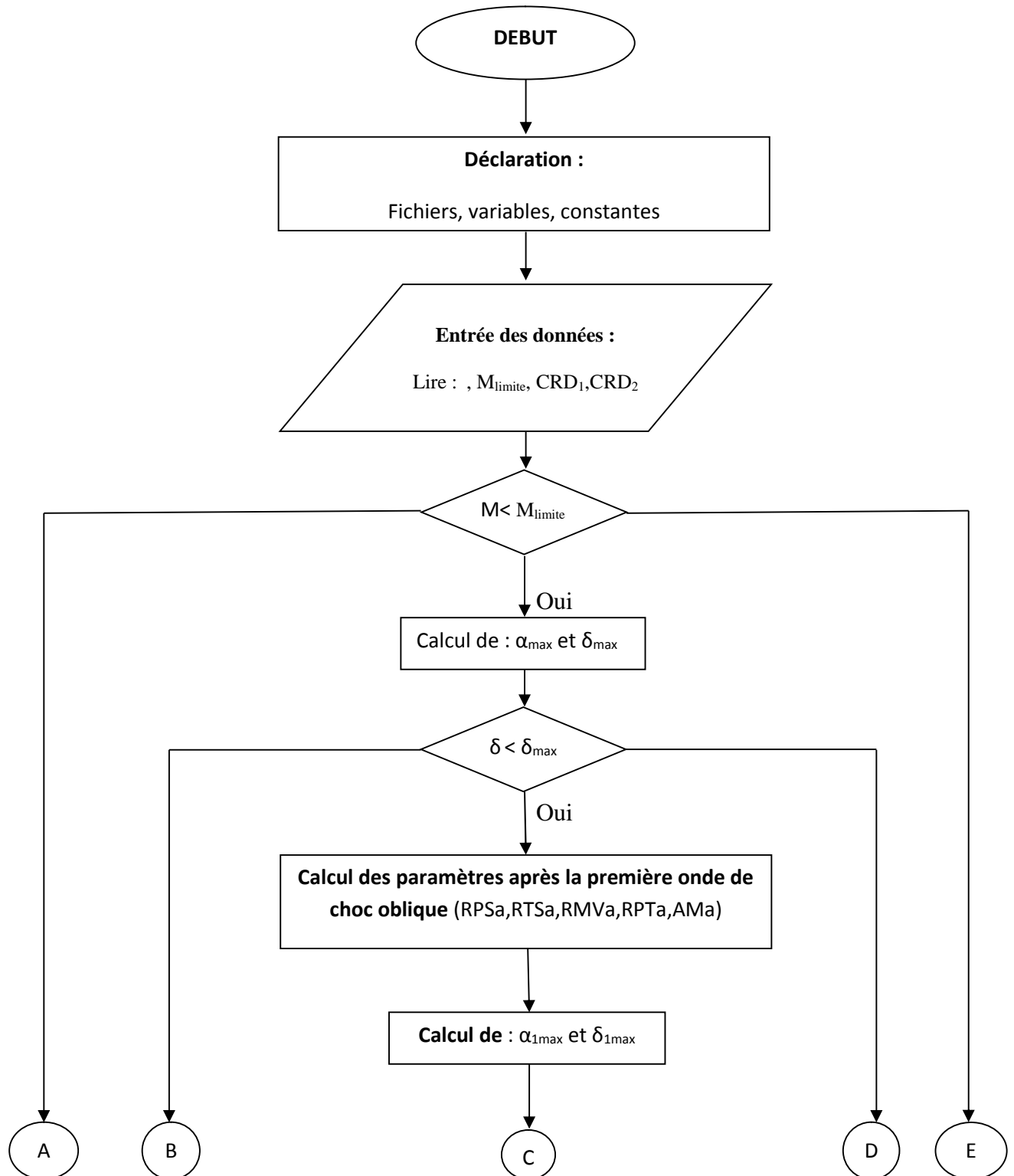
$RPS_2, RTS_2, RMV_2, RPT_2, AM_2$.

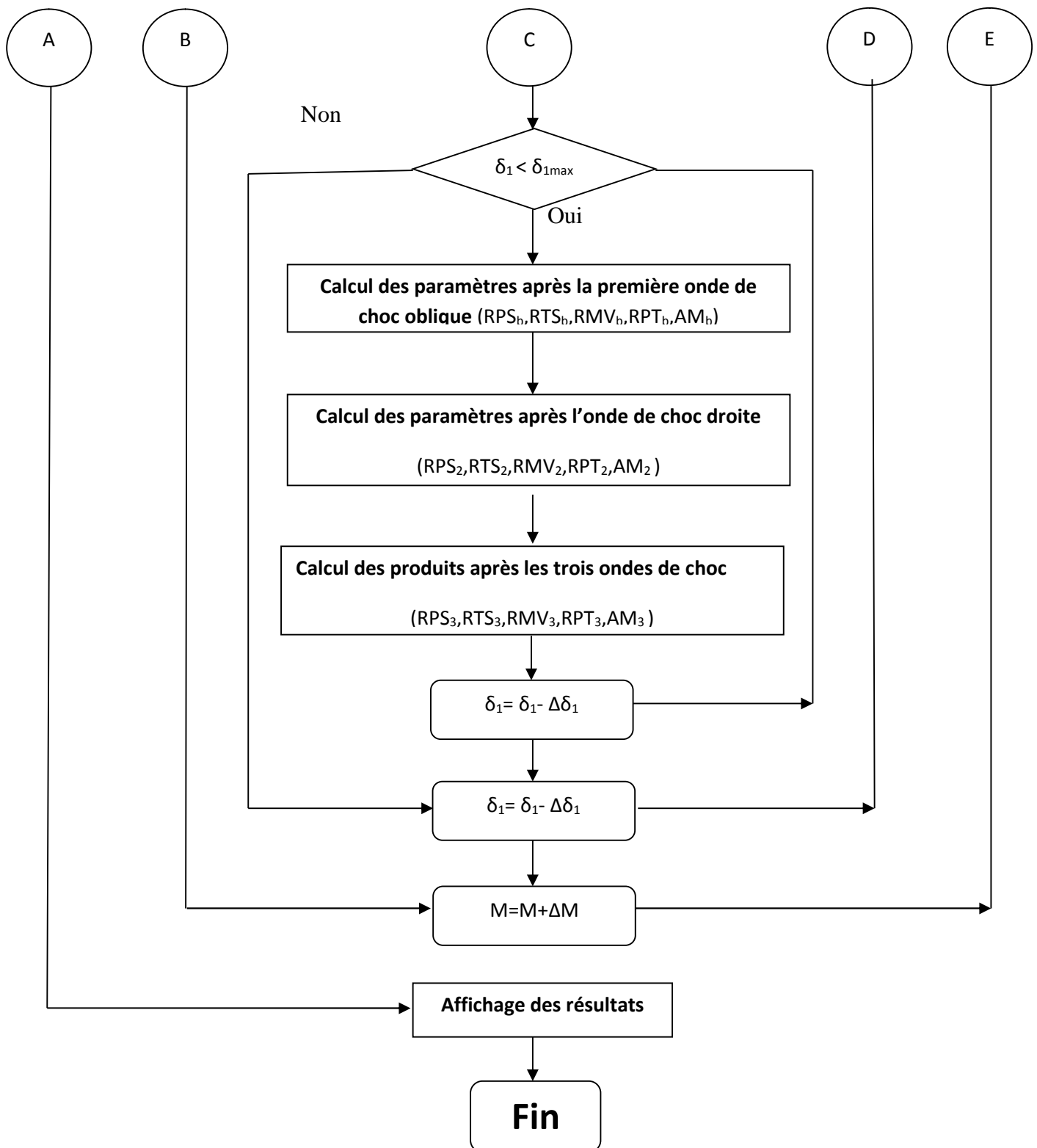
Les derniers paramètres d'une prise d'air, sont obtenus à partir de la multiplication des rapports des cas précédents, comme suit :

- $RPS_3 = \frac{P_2}{P_1} = \frac{P_a}{P_1} \frac{P_b}{P_a} \frac{P_2}{P_b}$
- $RTS_3 = \frac{T_2}{T_1} = \frac{T_a}{T_1} \frac{T_b}{T_a} \frac{T_2}{T_b} = \text{Le gain thermique}$
- $RMV_3 = \frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{\rho_a}{\rho_1} \frac{\rho_b}{\rho_a} \frac{\rho_2}{\rho_b}$
- $RPT_3 = \frac{P_{t2}}{P_{t1}} = \frac{P_{ta}}{P_{t1}} \frac{P_{tb}}{P_{ta}} \frac{P_{t2}}{P_{tb}} = L'efficacité$

Enfin on obtient l'efficacité d'une prise d'air, représentée par le rapport RPT_3 , qui renseigne sur la chute de pression totale entre l'amont et l'aval de la prise d'air, d'où l'écoulement subit des décélérations brutales dues à la présence des ondes de choc de différentes formes, (obliques, droites, ...).

III-8.ORGANIGRAMME GENERALE :





III-9. Delphi :

Après l'élaboration des programmes (pascal), on a utilisé une application Delphi qui calcul les paramètres d'entrée du compresseur et représente les résultats obtenues sous formes des graphes.

III-10.Définition :

Delphi est un logiciel de développement rapide conçu pour écrire des applications Windows vite et facilement. L'interface utilisateur (c'est à dire les éléments visuels, qui apparaissent à l'écran) est construite simplement par glisser-déposer. Delphi vous soulage donc d'une bonne partie des détails de bas niveau et créer vos propres logiciels en devient un réel plaisir.

Delphi n'est pas un langage, mais c'est un logiciel qui permet créer simultanément les deux aspects interdépendants d'une application :

1. le coté visible : l'interface, pour les utilisateurs du logiciel
2. le coté invisible : là où se situe l'intelligence du logiciel constitué en grande partie de programmes

III-11.Interface du logiciel:**III-11-1.Le menu de Delphi(1) :**

Contient tous les éléments nécessaires à l'utilisation de Delphi ainsi qu'une palette de composants pour concevoir des fiches (qui constitueront l'interface de ton application).

III-11-2.L'inspecteur d'objet (2) :

Permet d'éditer les propriétés et les évènements des composants: taille, couleur, visibilité, curseur, clics...

III-11-3.Concepteur de fiches(3) :

Il s'agit bien sûr de l'interface du futur programme, celui que vous allez développer. Il donne donc un aperçu du rendu de votre application sans avoir à compiler le code.

III-11-4.L'éditeur de code(4) :

Si Delphi facilite le travail à fournir pour développer des programmes Windows, vous ne pouvez bien sûr pas créer de programme sans apprendre un minimum de code.

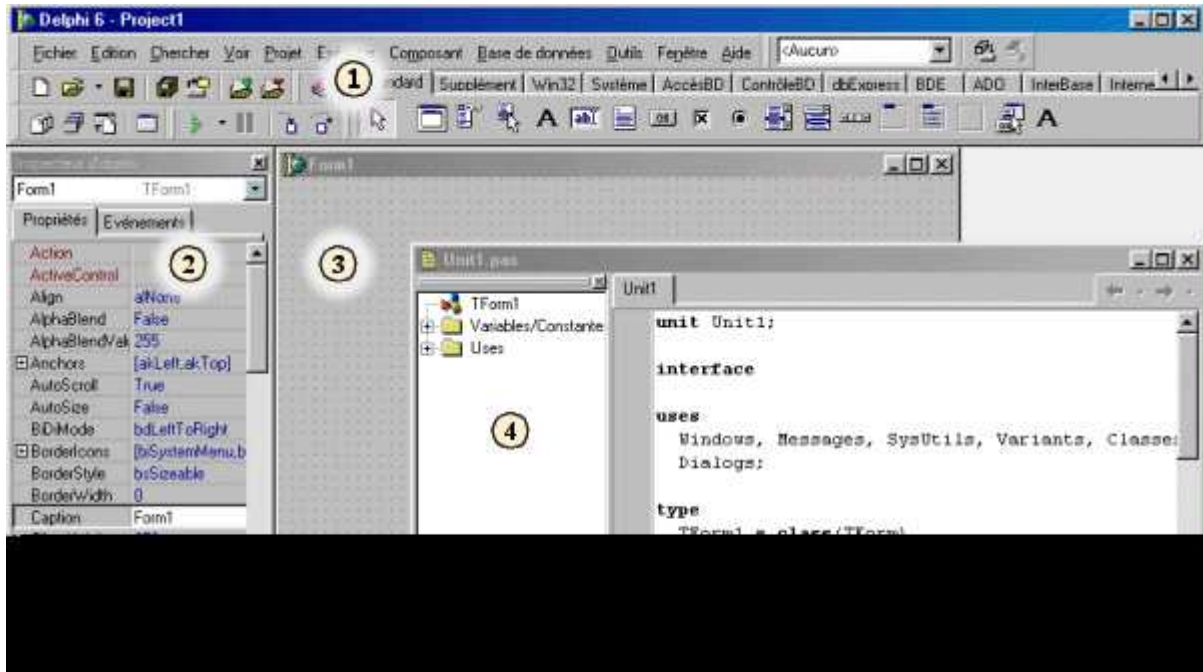




Fig.III-4 : Interface du logiciel Delphi

III-12.Fonctionnement de Delphi :

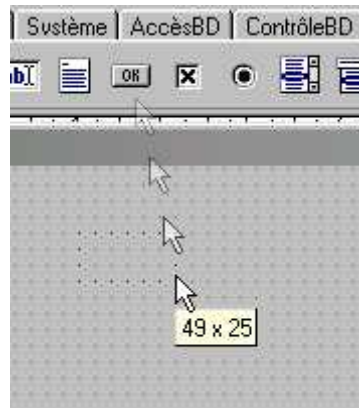
Après ce bref aperçu de l'interface, voyons maintenant comment il fonctionne. Le mieux est de vous donner un exemple en créant un premier programme. Restons dans le simple au début : un **bouton** doit reprendre le texte entré dans une boîte de saisie et afficher un message contenant ce texte.

Tout d'abord, mettons en place les deux composants :



-  Un bouton
-  Une boîte de saisie

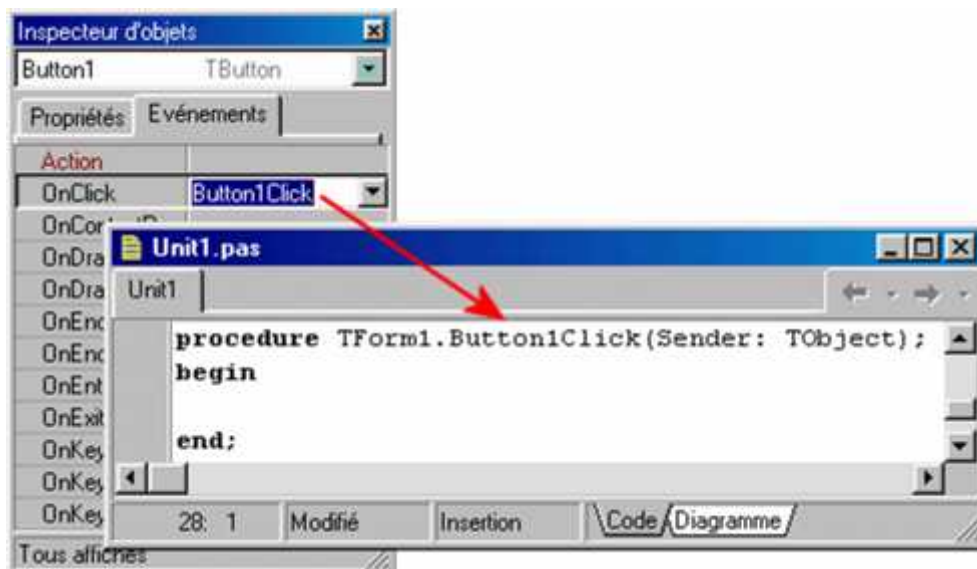
Pour les placer sur la fiche : sélectionner le composant puis le déposer :



Ensuite, il faut écrire le code qui sera exécuté par ces composants

Ici, seul le bouton nécessite d'écrire du code : nous voulons par exemple qu'en cliquant dessus un message indique quel texte a été tapé dans la boîte de saisie. Sélectionnez le bouton dans le concepteur de fiche. Vous voyez que l'inspecteur d'objet affiche les propriétés de ce composant, sélectionnez l'onglet Evènements et double-cliquez dans **OnClick** ce qui donne ceci :

En double-cliquant sur **OnClick**, la procédure s'affiche dans l'éditeur de code. Tout le code entré dans cette procédure sera exécuté lors d'un clic sur le bouton.




Plusieurs évènements peuvent être gérés mais nous ne nous intéressons ici qu'à l'évènement OnClick, qui vous l'aurez compris exécutera du code lorsque l'utilisateur cliquera sur le bouton. Il ne vous reste plus qu'à insérer le code entre **begin** et **end** soit :

begin

```
showmessage('le texte du composant Tedit est: ' + TEdit1.text);
```

end;

III-13. Compilation du code :

Le code source doit maintenant être compilé pour constituer un programme. Ça pourrait l'être mais là encore Delphi fait tout le travail pour vous. Cliquez simplement sur le bouton Compiler  dans le menu de Delphi et l'application est compilée et lancée.

III-14. APPLICATION COC :(calcul onde de choc)

Notre **APPLICATION « COC »** fait le calcul des paramètres de la sortie pour l'entrée d'air et représenter les résultats sur des graphes pour les trois cas :

- a-Onde de choc droite.
- b- Onde de choc oblique +droite.
- c-Deux ondes de choc oblique +droite.

Dans le premier page de l'application on trouve la page principale qui contient les 3 boutons d'entrée pour choisir notre cas de calcul soit :

- calcul les paramètres de sortie pour l'onde de choc droite.
- calcul les paramètres de sortie pour l'onde de choc oblique +droite.
- calcul les paramètres de sortie pour deux ondes de choc oblique +droite.

Comme la figure ci en dessous.

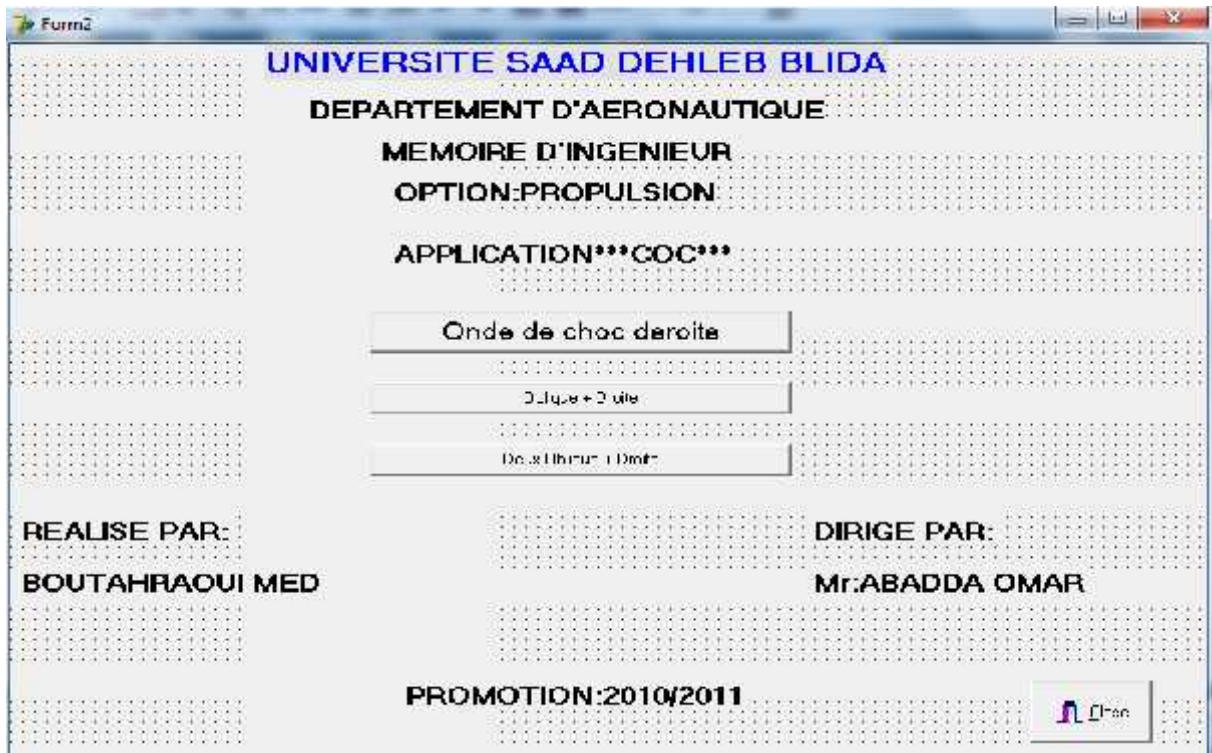


FIG.III-5 : La page principal de l'application Delphi « COC »

III-15.Calcul les paramètres de sortie pour l'onde de choc droite :

Pour faire ce calcul on clique sur le bouton « onde de choc droite » dans la page principale, qui donne la page de calcul des paramètres de sortie.

Donc fait entrer le nombre de Mach M_1 et cliquer sur calculer et vous trouvez les résultats comme la figure ci en dessous :



FIG.III-6 : La page de calcul pour l'onde de choc droite

Pour tracer les graphes cliquer sur le bouton « graphe »,et vous trouvez les graphes des rapports comme la figure ci en dessous ;

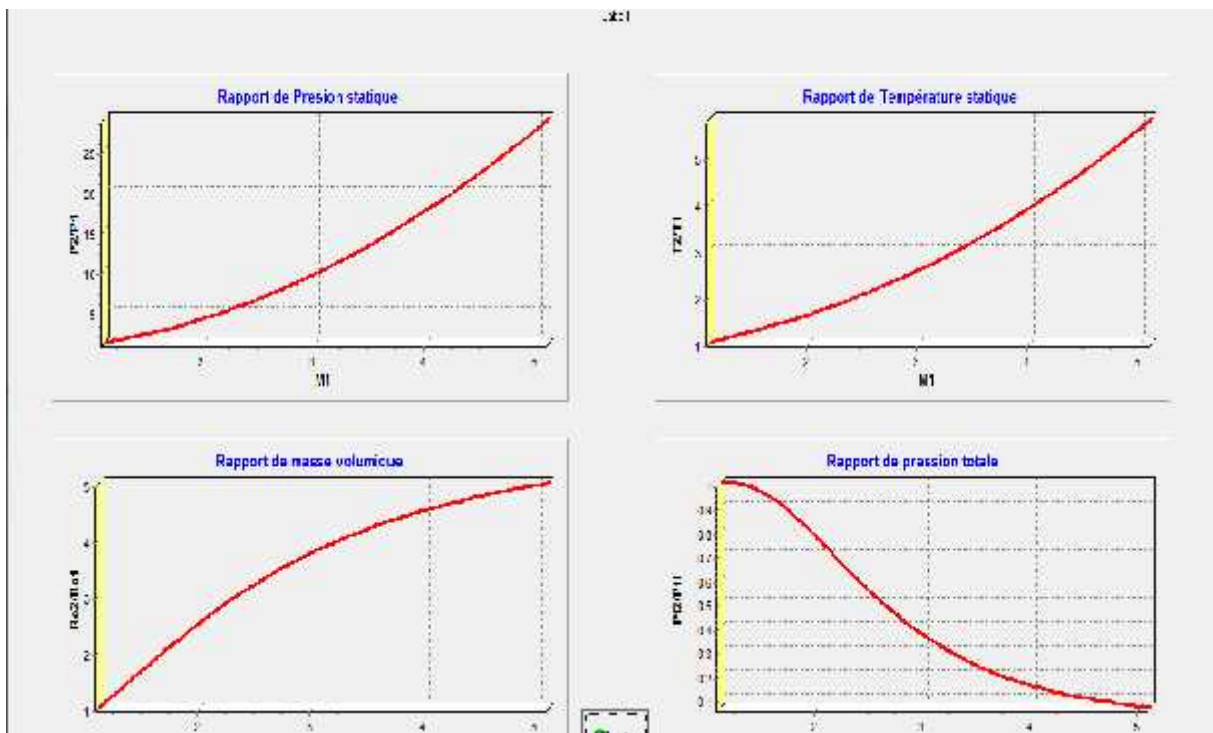


FIG.III-7 : La page des graphes pour l'onde de choc droite

III-16.Le Calcul des paramètres de sortie pour onde de choc oblique+ droite :

Pour faire ce calcul on clique sur le bouton « onde de choc oblique+ droite » dans la page principale, qui donne la page de calcul des paramètres de sortie.

Donc fait entrer le nombre de Mach M_1 et l'angle delta et cliquer sur calculer et vous trouvez les résultats comme la figure ci en dessous :

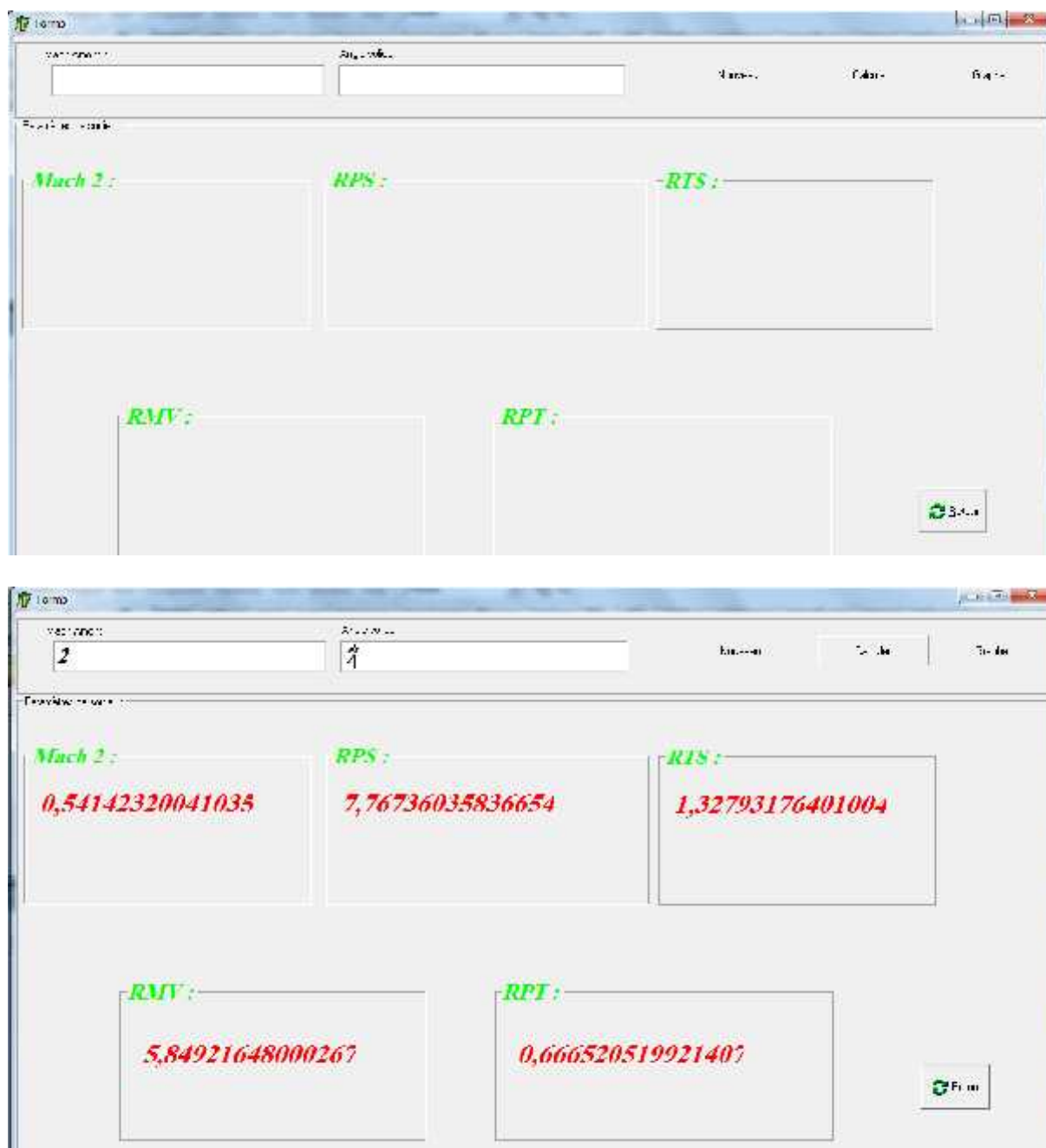


FIG.III-8 : La page de calcul pour l'onde de choc oblique+ droite

Pour tracer les graphes cliquer sur le bouton « graphe »,et vous trouvez une autre page pour sélectionner le graphe voulu, comme la figure ci en dessous ;

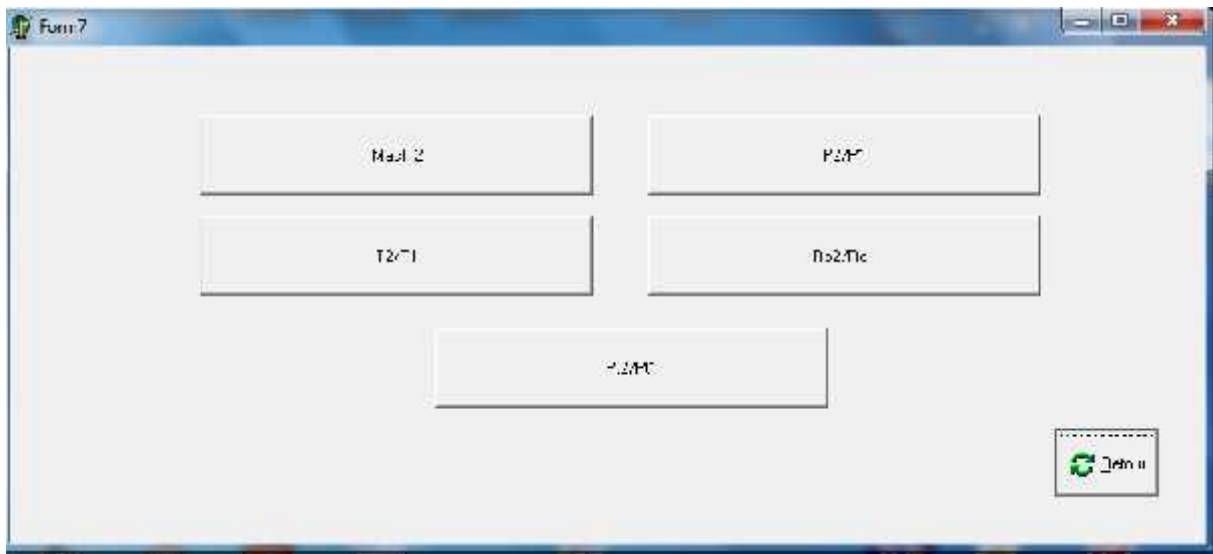


FIG.III-9 : La page du choix des rapports

Après la sélection du graphe voulu vous trouvez la page du graphe.

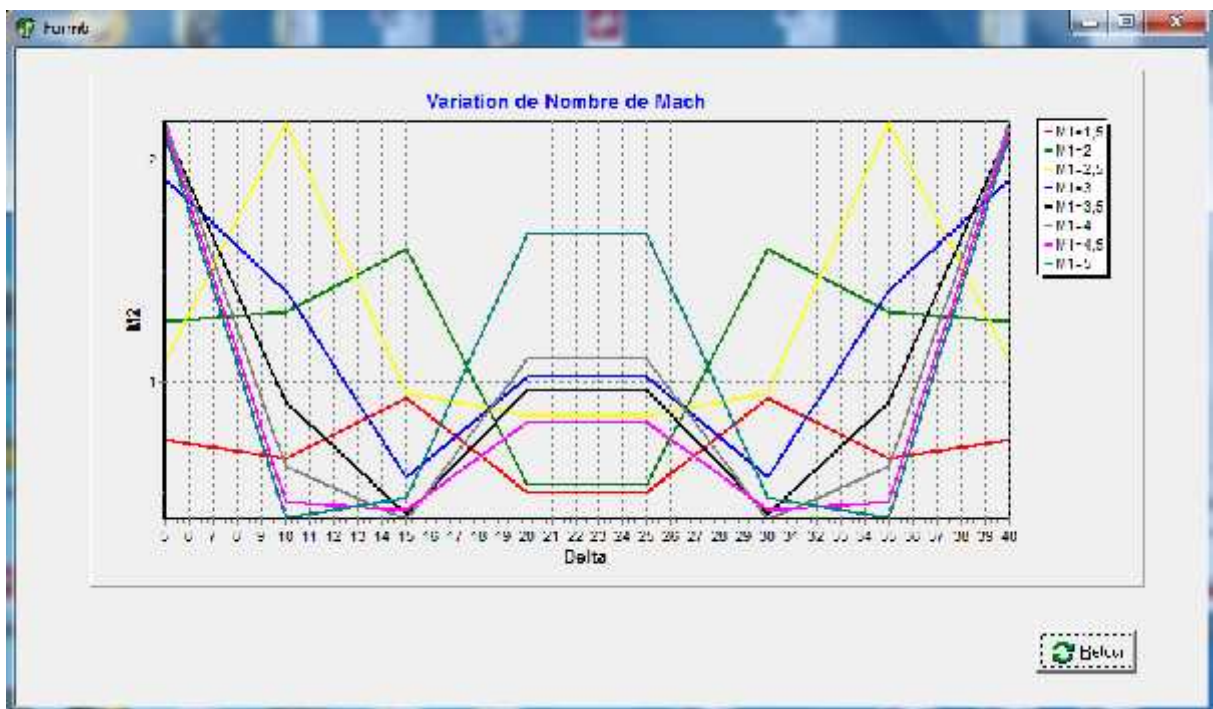


FIG.III-10 : La page des Graphes pour l'onde de choc oblique+ droite

IV-1.Introduction :

Dans ce chapitre on présente tous les résultats obtenus après l'exécution de nos programmes, tel qu'en rappelant trois configurations différentes :

- Entrée d'air type Pitot (reconnus dans les moteurs JT8-D, CF6-80, CFM56).
- Entrée d'air oblique.
- Entrée d'air à compression supersonique externe (mono cône : un seul angle de déflexion), (exp : entrée d'air du MIG21).
- Entrée d'air à cône double déviation (deux angles de déflexion).

Nous sommes intéressés aux des paramètres suivants :

- ❖ Nombre de Mach aval ;
- ❖ Pression statique ;
- ❖ Température statique ;
- ❖ Pression totale ;

Ce sont en générale les paramètres les plus significatifs pour caractériser l'entrée d'air. Pour cela, on a utilisé comme données pour l'exécution de nos programmes les valeurs suivantes : $M_{inlet} = 1.4$; Mach limite : $M_{lim} = 5$; altitude Z 11000m.

IV-2.Résultats du cas N 1 :

On a trouvé les résultats suivants :

IV-2-1.Prise d'air avec une onde de choc droite(Pitot) :

La figure (4-1) montre l'évolution du rapport de pression statique en fonction des différents Mach amont (M_1).

D'après cette figure, on constate une augmentation progressive du rapport de pression statique. Alors, lorsqu'on augmente le nombre de Mach amont, la pression statique aval augmente par rapport à celle amont et vis versa, telle qu'elle atteint des rapports importants d'ordre 30 pour $M_1=5$ par exemple.

La figure (4-2) illustre l'évolution du rapport de température statique en fonction du nombre de Mach amont(M_1).

On remarque une augmentation progressive de ce rapport avec l'évolution de (M_1).ce qui nous montre que la température statique augmente, avec une allure comparable au rapport précédent (P_5). Ceci est dû au fait que les relations mathématiques obtenues (chapitre II) sont similaires dans leurs formes.

La figure (4-3) indique l'évolution du rapport de masse volumique en fonction de différentes valeurs traitées du nombre de Mach amont(M_1).

Cette figure représente une augmentation lente du rapport de masse volumique avec l'évolution de (M_1).On constate que la masse volumique augmente lentement, et ceci est vrais en comparant avec les références.

La figure (4-4) montre la variation du rapport de pression totale avec le nombre de Mach amont(M_1).Dont il représente un paramètre primordial dans notre étude.

Remarquant que ce rapport de pression totale diminue avec l'augmentation du nombre de Mach amont, tel qu'il atteint environ de 0.7 pour $M_1=2$, tandis qu'il atteint moins que 0.1 pour un Mach d'ordre 5, où il diminue rapidement après quelques premières valeurs du Mach amont(M_1).

Alors, l'efficacité de la prise d'air type Pitot est très faible, donc on conclue que l'utilisation de ces prises d'air sont limitées au régime subsonique et sont déconseillées pour les vols (au régime) supersonique.

A partir du tableau N°1 de l'annexe C, on trace les graphes suivants :

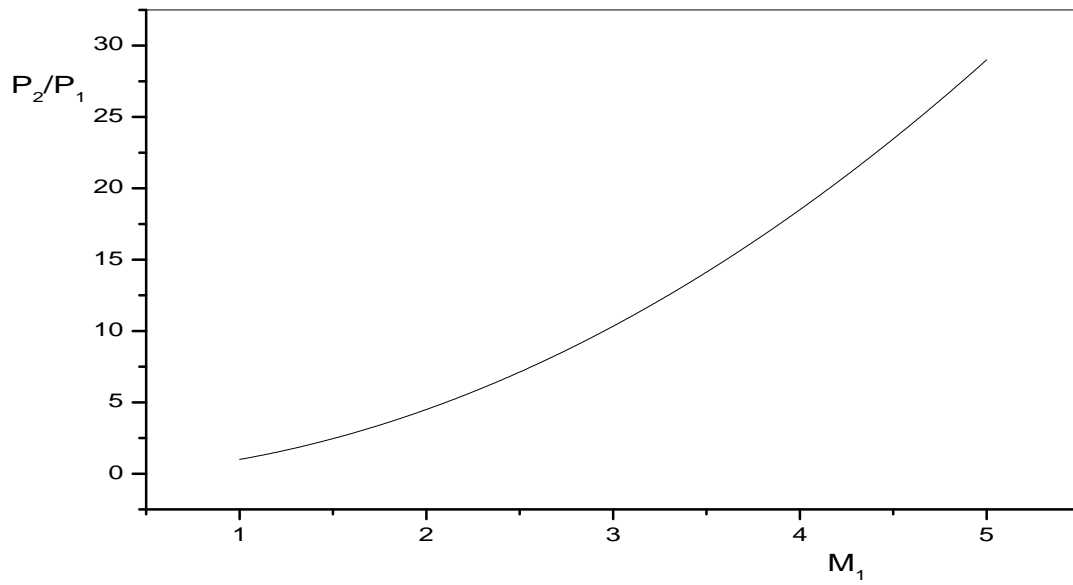


FIG IV-1 : Variation du rapport de pression statique en fonction du nombre de Mach amont

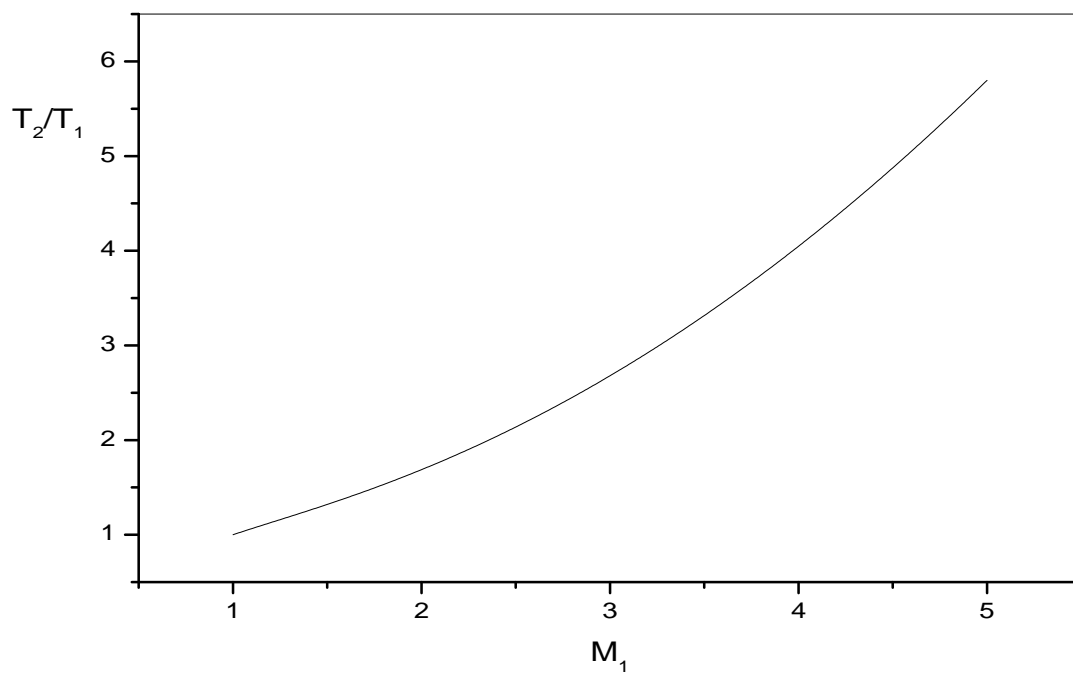


FIG IV-2 : variation du rapport de température statique en fonction du nombre de Mach amont

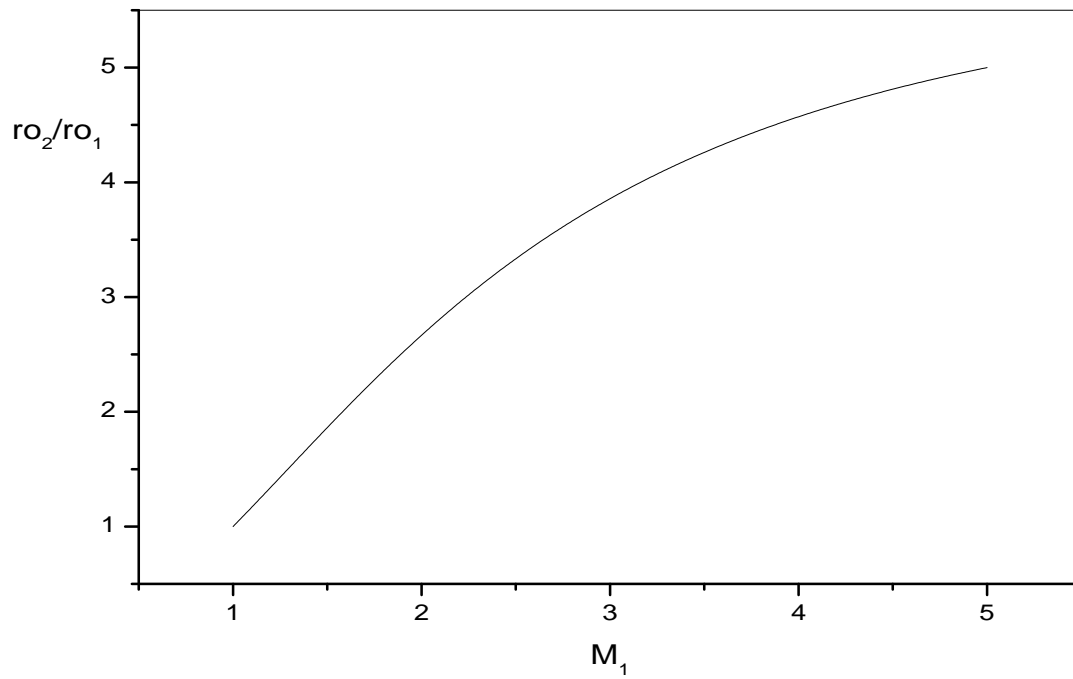


FIG IV-3 : variation du rapport de masse volumique en fonction du nombre de Mach amont

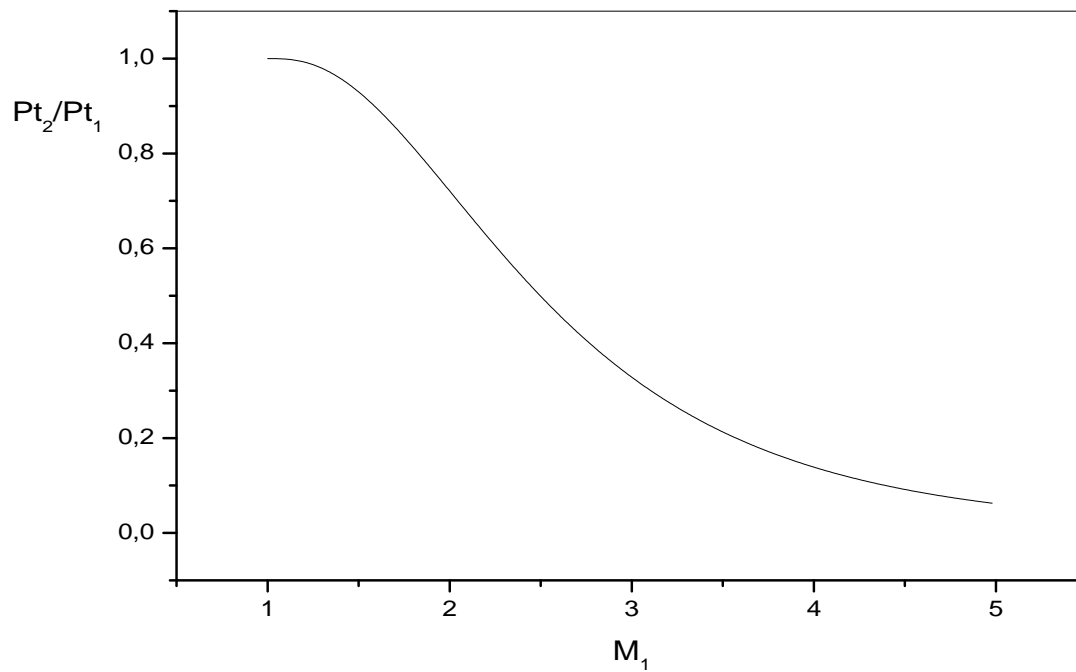


FIG IV 4 : variation du rapport de pression totale en fonction du nombre de Mach amont

IV-2-2.Remarques :

- L'évolution du nombre de Mach aval (M_2) est déjà présentés au (chapitre II) avec son graphe illustratif ;(voir la figure.II-9)
- A travers une onde de choc droite on constate que :
 - ❖ La pression statique augmente.
 - ❖ La température statique augmente.
 - ❖ La pression totale diminue, $P_{t2} < P_{t1}$.
 - ❖ Le nombre de Mach diminue à travers une onde de choc

droite, avec $M_2 < 1$; c.à.d. l'écoulement aval est toujours subsonique.

Plus le nombre de Mach amont est grand, le nombre de Mach aval est petit (voir la figure.II-6).

- ❖ La température totale se conserve à travers une onde de choc droite.

IV-2-3Exemple d'application :

Pour mieux comprendre et utiliser les résultats précédents ($M_2, P_2/P_1, T_2/T_1, \rho_2/\rho_1$ e P_{t2}/P_{t1}), On va prendre pour une même valeur de Mach amont (M_1) les différents résultats.

Soit cet exemple :

Comme le nombre de Mach idéal pour le fonctionnement du compresseur est de l'ordre de 0.5 ; il est recommandé de prendre une valeur du nombre de Mach amont qui permet d'avoir cette valeur de $M_2(0.5)$.

Dans notre cas $M_1=3$.

Pour cette valeur de M_1 on a d'après les résultats du tableau N°1 :

- $M_2=0.475$;
- $P_2/P_1=10.403$;
- $T_2/T_1=2.690$;
- $\rho_2/\rho_1=3.866$;
- $P_{t2}/P_{t1}=0.328$.

On remarque que l'efficacité est très faible, (Mauvaise).

IV-3.RESULTATS DU CAS N°2 :

IV-3-1.Prise d'air avec un seul angle de déflexion :

Dans ce cas on va traiter le type de prise d'air avec une onde de choc droite et une autre oblique, tel qu'on présente en fonction de la variation de l'angle de déflexion du demi-cône() les paramètres suivants :($M_2, P_2/P_1, T_2/T_1, \rho_2/\rho_1, P_{t2}/P_{t1}$), en procédant à l'augmentation du nombre de Mach amont (M_1), pour tirer et conclure l'efficacité de cette prise d'air.

La figure (VI-5) représente la variation du nombre de Mach aval (M_2) en fonction de l'angle de déflexion() pour différentes valeurs de (M_1) .

On constate par cette figure que l'augmentation de l'angle de déflexion (cône plus ouvert) entraîne une augmentation du nombre de Mach aval, tel que l'augmentation devient très rapide dès que $\theta < 20^\circ$.

On peut aussi constater, qu'avec l'augmentation de M_1 et pour même valeur de θ on a une diminution du nombre de Mach aval (M_2), ce qui est logique puisque le choc devient plus fort. Remarquons aussi, que chaque nombre de Mach amont (M_1) correspond à un angle de déflexion max (θ_{max}) avant que le choc devient détaché.

Comme le nombre de Mach idéal pour le fonctionnement du compresseur est de l'ordre de 0.5, il est préférable de choisir un angle de déflexion bien déterminé ($\theta < \theta_{max}$).

La figure (VI-6) montre l'évolution du rapport de pression statique en fonction de l'angle de déflexion () pour différentes valeurs de (M_1).

De cette figure on remarque que plus on augmente l'angle de déflexion , le rapport de pression statique augmente, jusqu'à atteindre une valeur maximale qui correspond à l'angle() ou dans la plupart des cas est de l'ordre de 22.5° (entre 20° et 25°), puis une diminution jusqu'à limite.

Exemple dans le graphe : pour un nombre de Mach amont constant ($M_1=4.5$).

Première partie ($0 < \theta < 22.5^\circ$) : le rapport de pression statique atteint la valeur de 32 pour $\theta = 5^\circ$, tandis qu'il atteint environs de 55 pour un angle $\theta = 55^\circ$, donc la pression augmente avec une croissance de ().

Deuxième partie ($22.5^\circ < \theta < 45^\circ$) : le rapport de pression atteint une valeur de 50 pour $\theta = 30^\circ$, tandis qu'il atteint la valeur de 20 pour $\theta = 40^\circ$; alors, dans cette développement de l'angle engendre une diminution de (P_2/P_1).

Plus on augmente le nombre de Mach amont le rapport de pression statique augmente. Ce qui concorde avec le résultat précédent (fig. IV-1)

Donc pour obtenir une grande pression statique, il est recommandé de prendre un angle de déflexion correspondant.

La figure (VI-7) indique la variation du rapport de température statique en fonction de l'angle de déflexion () pour différentes valeurs de (M_1).

On remarque que cette variation est une diminution très lente de ce rapport Avec l'augmentation de l'angle de déflexion, ainsi qu'on voit l'effet de la variation du Mach amont sur ce rapport pour une même valeur de déflexion .

La figure (VI-8) illustre la variation du rapport de masse volumique en fonction de l'angle de déflexion () pour différentes valeurs de (M_1).

On constate que les allures de ces courbes sont similaires à celle du rapport de pression statique, d'où l'augmentation de l'angle de déflexion entraîne une augmentation du rapport masse volumique jusqu'à atteindre une valeur maximale bien déterminé (dans la plupart des cas : $\theta = 22.5^\circ$), puis rechuter pour des valeurs de θ supérieures.

De même plus le nombre de Mach amont augmente, le rapport de masse volumique agrandit.

Comme on veut toujours avoir une masse volumique à l'entrée du diffuseur, il est recommandé de ne pas dépasser un certain angle de déflexion () bien déterminé selon le graphe.

La figure (VI-9) évoque la variation du rapport de pression totale en fonction de l'angle de déflexion() pour diverses valeurs de (M_1).

Remarquons que le rapport de pression totale augmente avec l'augmentation de l'angle de déflexion() et avec la diminution du nombre de Mach amont.

Alors, pour obtenir une meilleure efficacité de notre prise d'air, il est recommandé de choisir un angle de déflexion (), correspond à chaque Mach amont bien déterminé pour chaque valeur du rapport de pression totale.

On peut déduire aussi que les valeurs des Mach élevés induisent des efficacités plus faibles ; ce qui implique, de faire un compromis entre la vitesse et l'efficacité.

A partir du tableau N°2 de l'annexe C, on trace les graphes suivants :

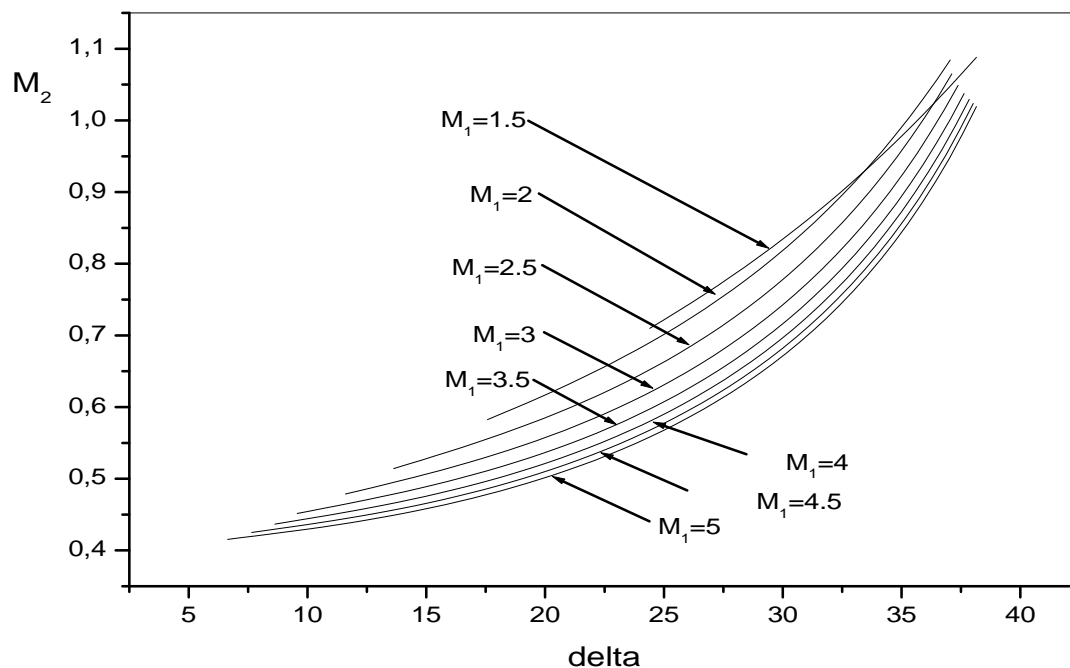


Figure IV-5 : variation du nombre de Mach aval après deux ondes de choc obliques et une droite en fonction de l'angle de déflexion pour différentes valeurs de M_1

Comme on peut le constater sur la figure ci-dessus, une augmentation de l'angle de déflexion entraîne une élévation du nombre de Mach aval.

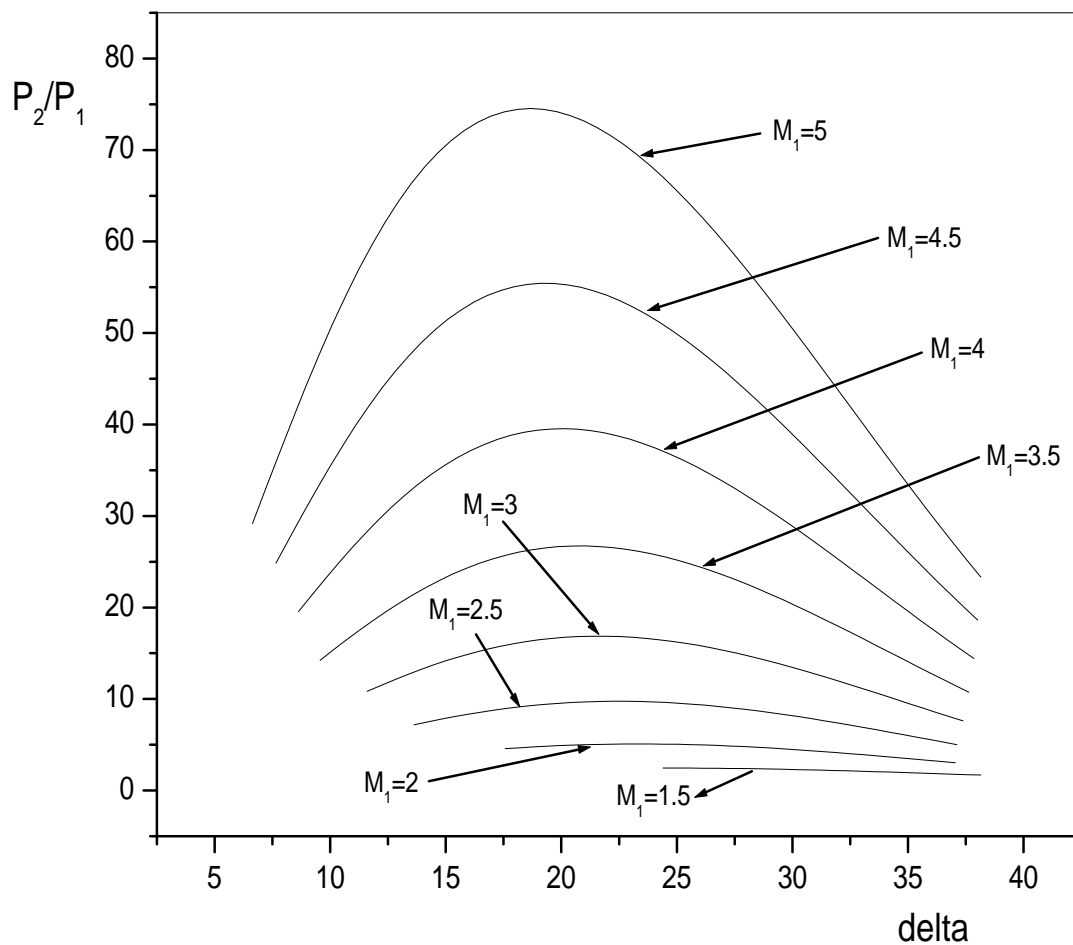


Figure IV-6 : variation du rapport de pression statique après deux ondes de choc obliques et une droite en fonction de l'angle de déflexion pour différentes valeurs de M_1

De la figure ci-dessus on peut déduire que l'élévation de l'angle de déflexion entraîne une augmentation du rapport de pression statique jusqu'à atteindre une valeur maximale bien déterminée, puis décroître pour des valeurs de δ supérieures.

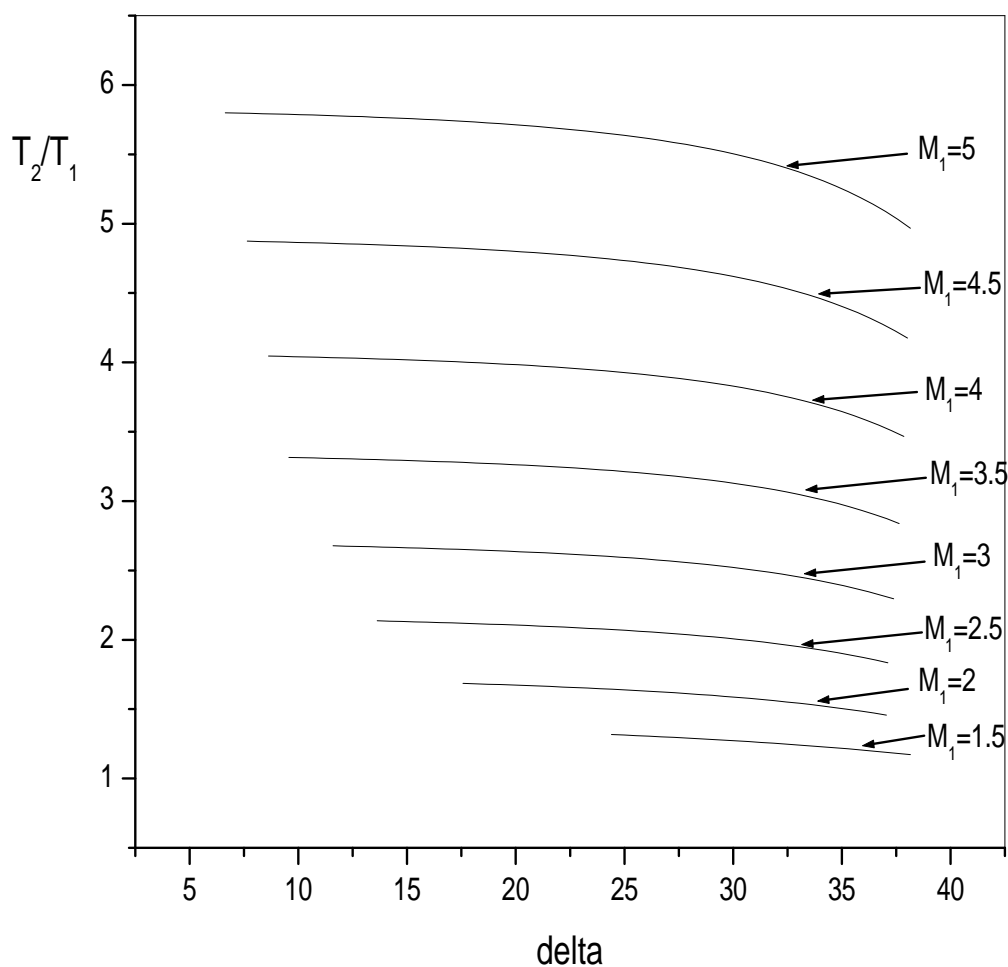


Figure IV-7 : variation du rapport de température statique après deux ondes de choc obliques et une droite en fonction de l'angle de déflexion pour différentes valeurs de M_1

Contrairement au rapport de pression statique, on constate qu'une augmentation de l'angle de déflexion entraîne une diminution du rapport de température statique.

La variation du rapport de température statique en fonction de l'angle de déflexion n'est pas très importante, d'après l'ordre des valeurs présentées dans ce graphe.

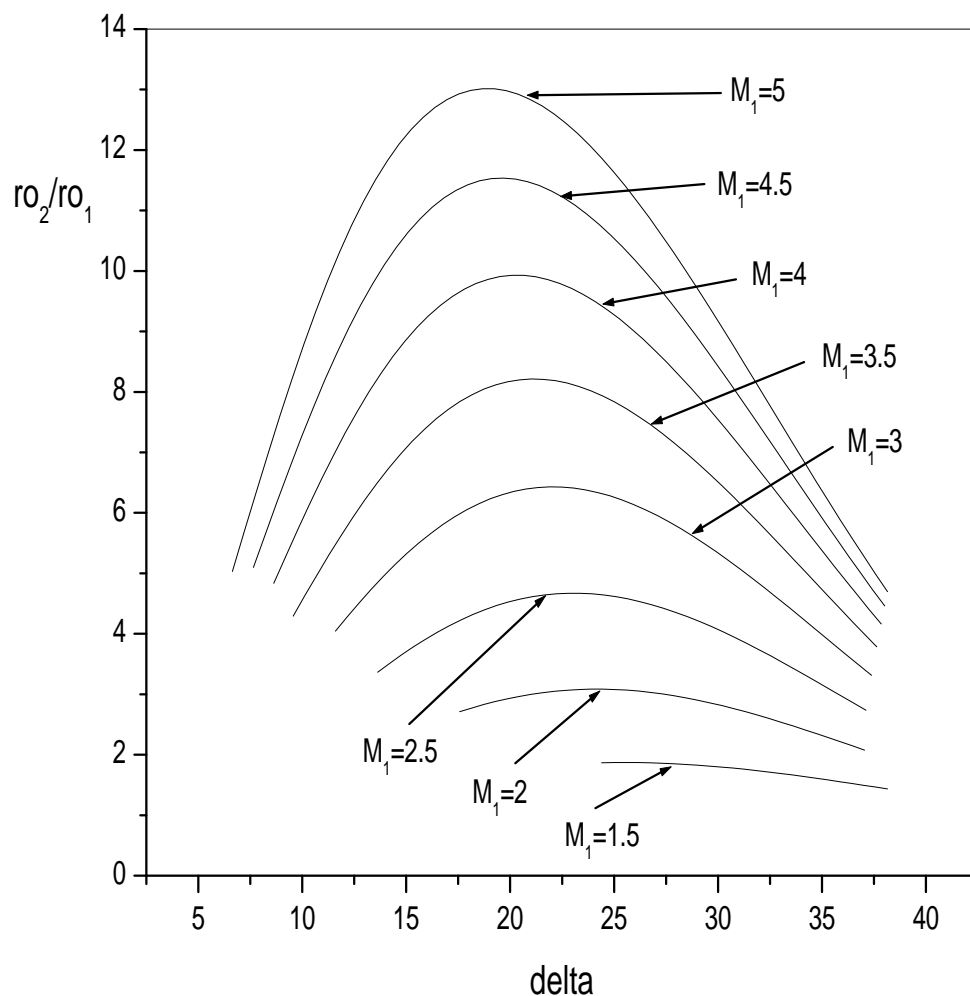


Figure IV-8 : variation du rapport de masse volumique après deux ondes de choc obliques et une droite en fonction de l'angle de déflexion pour différentes valeurs de M_1

Comme la figure précédente (VI-6), cette figure montre une augmentation du rapport de masse volumique avec l'élévation de l'angle de déflexion et le nombre de Mach amont en même temps jusqu'à max.

De même, l'augmentation du nombre de Mach amont entraîne une élévation du rapport de masse volumique.

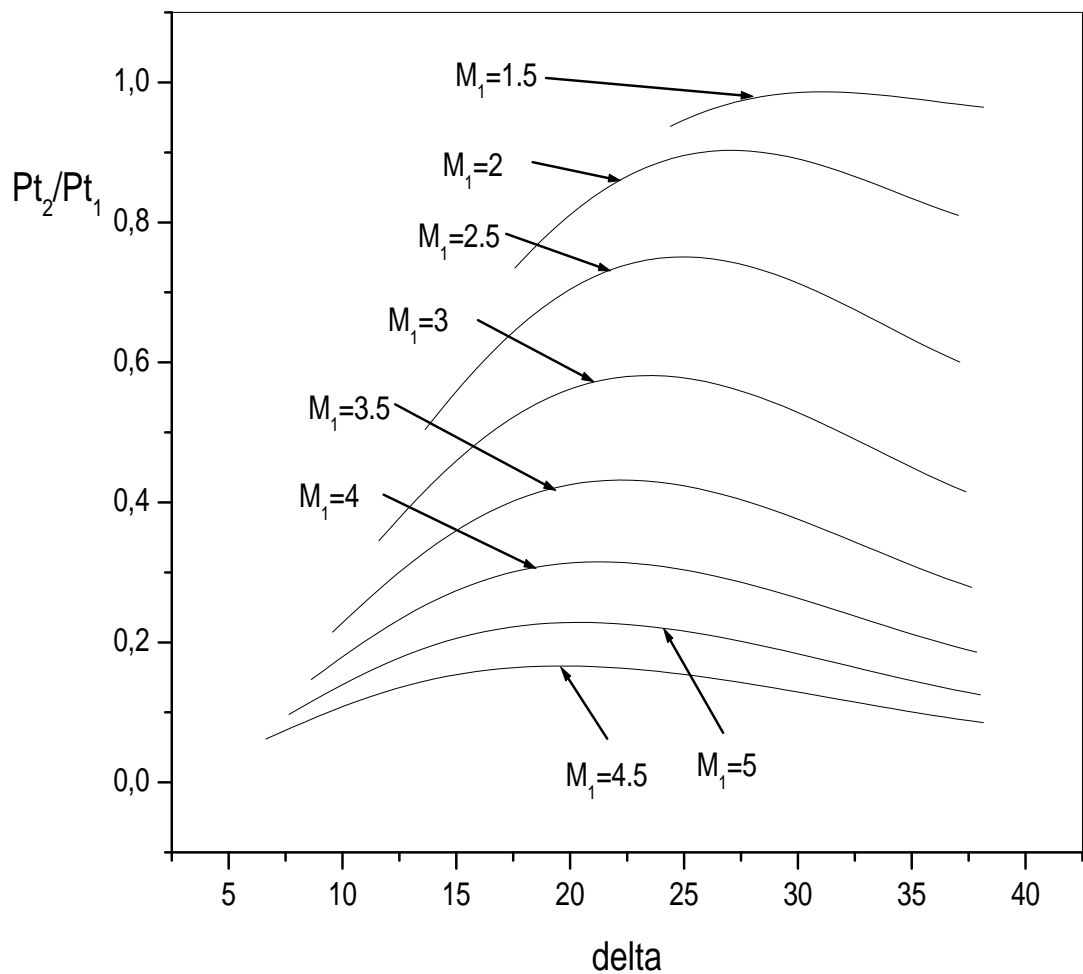


Figure IV-9 : variation du rapport de pression totale après deux ondes de choc obliques et une droite en fonction de l'angle de déflexion pour différentes valeurs de M_1

De cette figure on constate que l'augmentation de l'angle de déflexion entraîne une augmentation du rapport de pression totale jusqu'à atteindre une valeur maximale puis rechuter ensuite.

IV-3-2.Remarque :

Comme le nombre de Mach idéal pour le fonctionnement du compresseur est de l'ordre de 0.5 ; il est recommandé de prendre un angle de déflexion qui permet d'avoir une valeur pour le nombre de Mach aval est 0.5 pour un Mach d'entrée qui correspond à celui d'opération en palier.

Dans notre cas, l'angle de déflexion à chercher est situé dans l'intervalle de 7° à 12°.ce qui nous permet de prendre comme valeur optimale de l'angle de déflexion, (d'après les graphes) égale à 7.56°, parce qu'elle convient le mieux.

Avec $M_1=3$.

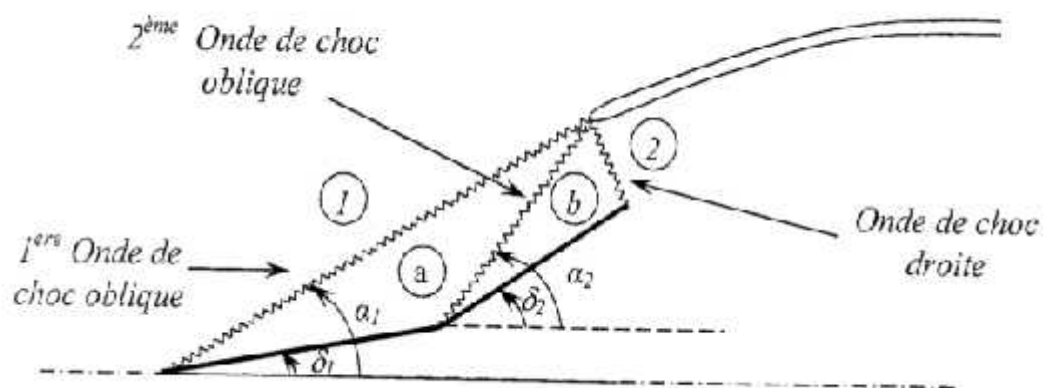
- $M_2=0.5018$;
- $P_2/P_1=13.710$;
- $T_2/T_1 =2.665$;
- $\rho_2/\rho_1=5.143$;
- $P_{t2}/P_{t1}=0.443$.

En comparant les valeurs des rapport obtenues, des pressions, de température et de masse volumique, pour le 1^{er} cas et le 2^{ème} cas, on déduit pour un régime supersonique, la prise d'air avec une onde de choc oblique plus une onde de choc droite convient mieux qu'une prise d'air avec une seule onde de choc droite (prise d'air Pitot).

Pour comparer et valider nos résultats, et à l'aide des références que nous avons à notre disposition telle que : ANDERSON, TECHNOLOGIE DU TURBOREACTEUR,...etc, on rajoute un exemple (voir l'annexe D).

IV-4.RESULTATS DU CAS N°3 :**IV-4-1.Prise d'air avec deux angles de déflexion :**

Dans ce cas, on va traiter le type de prise d'air avec deux ondes de choc obliques suivies d'une autre droite, tel qu'on présente la variation du deuxième angle de déflexion qui correspond au deuxième demi cône (2) avec les paramètres suivants ($M_2, P_2/P_1, T_2/T_1, \alpha_1, P_{t2}/P_{t1}$), en procédant à l'augmentation des deux angles de déflexion en même temps, afin d'attirer et conclure l'efficacité de cette prise d'air .

**FIG IV-10.deux ondes de choc oblique et une droite**

La figure (VI-10) représente la variation du nombre de Mach aval (M_2) en fonction de l'angle de déflexion (α_2) pour différentes valeurs de (α_1) et à $M_1=5$.

Comme on peut le constater sur la figure, une augmentation des deux angles de déflexion entraîne une croissance du nombre de Mach aval.

Comme le nombre de Mach idéal pour le fonctionnement du compresseur est de l'ordre de 0.5 ; il est recommandé de combiner entre les deux angles de déflexion en fonction du nombre de Mach amont afin d'obtenir le Mach aval convenable et un rapport de pression ou une efficacité optimale, ceci amène à construire un système automatique qui commande le mouvement des deux cônes à travers leur axe, selon une ligne optimale basée sur nos courbes (résultats).

La figure (VI-11) montre l'évolution du rapport de pression statique en fonction du deuxième angle de déflexion (α_2) pour diverses valeurs de (α_1) .

De cette figure, on remarque que plus on augmente le deuxième angle de déflexion ou les deux à la fois, le rapport de pression statique augmente, jusqu'à atteindre une valeur (de ce rapport) maximale qui correspond à un angle (α_2) bien déterminé (dans la plupart des cas est de l'ordre de 22.5°), puis rechantant par la suite.

Donc pour obtenir un grand taux de pression statique, il est recommandé de prendre l'angle de déflexion correspondant selon (α_2) et M_1 .

La figure (VI-12) évoque la variation du rapport de température statique en fonction du deuxième angle de déflexion (α_2) pour différentes valeurs de (α_1) et M_1 fixe.

Plus on augmente le deuxième angle de déflexion ou les deux angles à la fois, le rapport de température statique diminue.

La figure (VI-13) expose la variation du rapport de masse volumique en fonction du deuxième angle de déflexion (α_2) pour différentes valeurs de (α_1).

L'augmentation des deux angles de déflexion entraîne une élévation du rapport de masse volumique jusqu'à atteindre une valeur maximale puis il décroît par la suite.

Comme on veut avoir une grande masse volumique à l'entrée du compresseur, il est recommandé de ne pas dépasser une marge d'angle de déflexion (α_2) bien déterminé (optimale).

La figure (VI-14) indique la variation du rapport de pression totale en fonction du deuxième angle de déflexion (α_2) pour diverses valeurs de (α_1), à M_1 fixe.

Remarquons que le rapport de pression totale augmente avec l'évolution des deux angles de déflexion à la fois, passant par un maximum, en rechantant par la suite.

Alors, pour obtenir une meilleur efficacité de notre prise d'air, il est recommandé d'augmenter le deuxième (α_2) pour (α_1) fixe, à un angle maximum bien déterminé pour chaque valeur du Mach du vol (dans la plupart des cas : $20^\circ > \alpha_2 > 25^\circ$).

A partir du tableau N°3, on trace les graphes suivants :

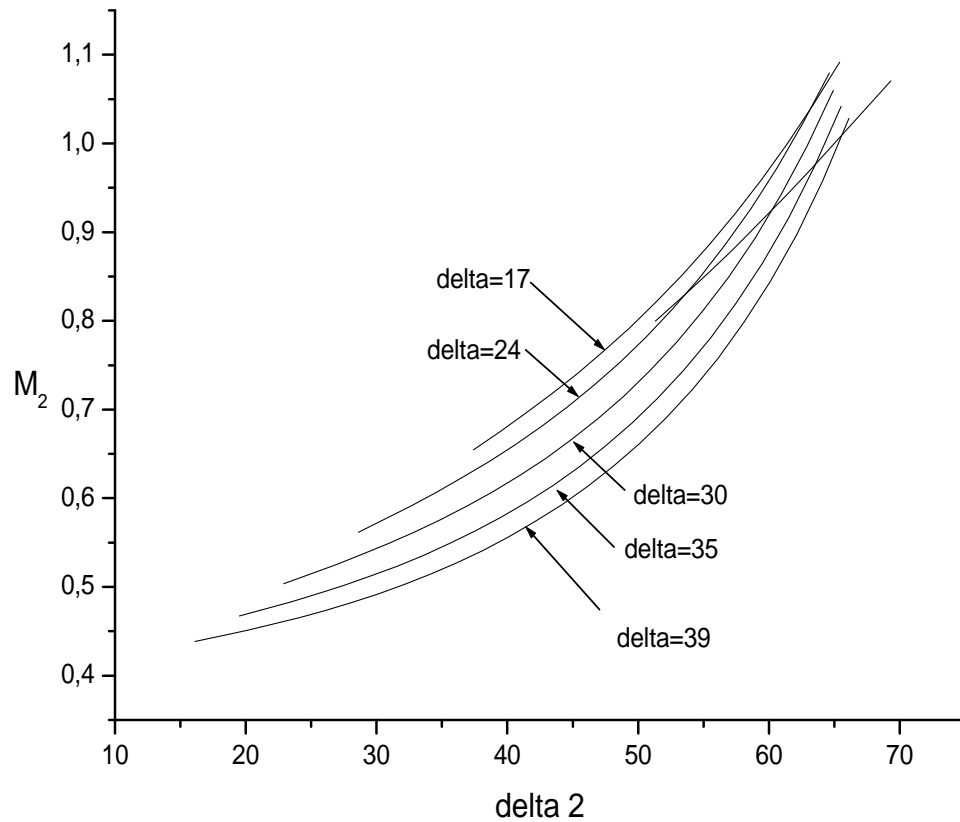


Figure IV-11 : variation du nombre de Mach aval après deux ondes de choc obliques et une droite en fonction du deuxième angle de déflexion δ_2 pour différentes valeurs de δ_1 .

L'augmentation des deux angles de déflexion entraîne une augmentation du nombre de Mach M_2 comme on le constate sur la figure ci-dessus.

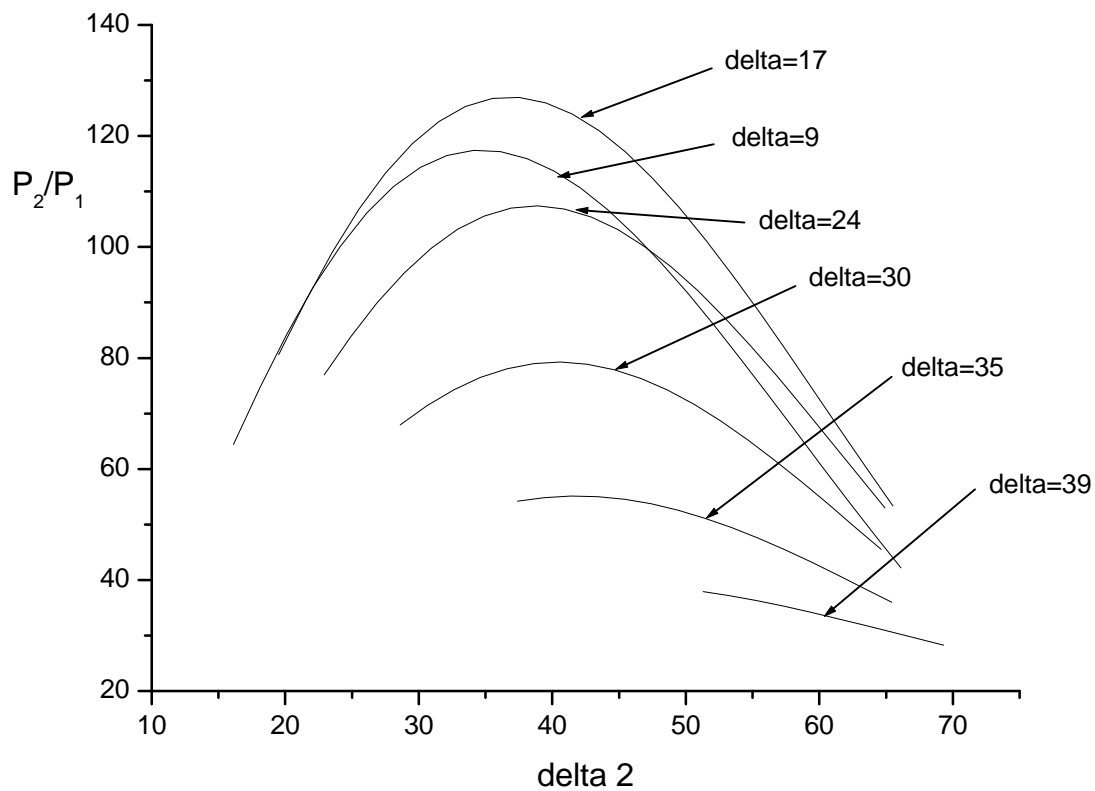


Figure IV-12 : variation du rapport de pression statique après deux ondes de choc obliques et une droite en fonction du deuxième angle de déflexion δ_2 pour différentes valeurs de δ_1

Lorsqu'on augmente les deux angles de déflexion, le rapport de pression statique augmente jusqu'à atteindre une valeur maximale puis il décroît par la suite.

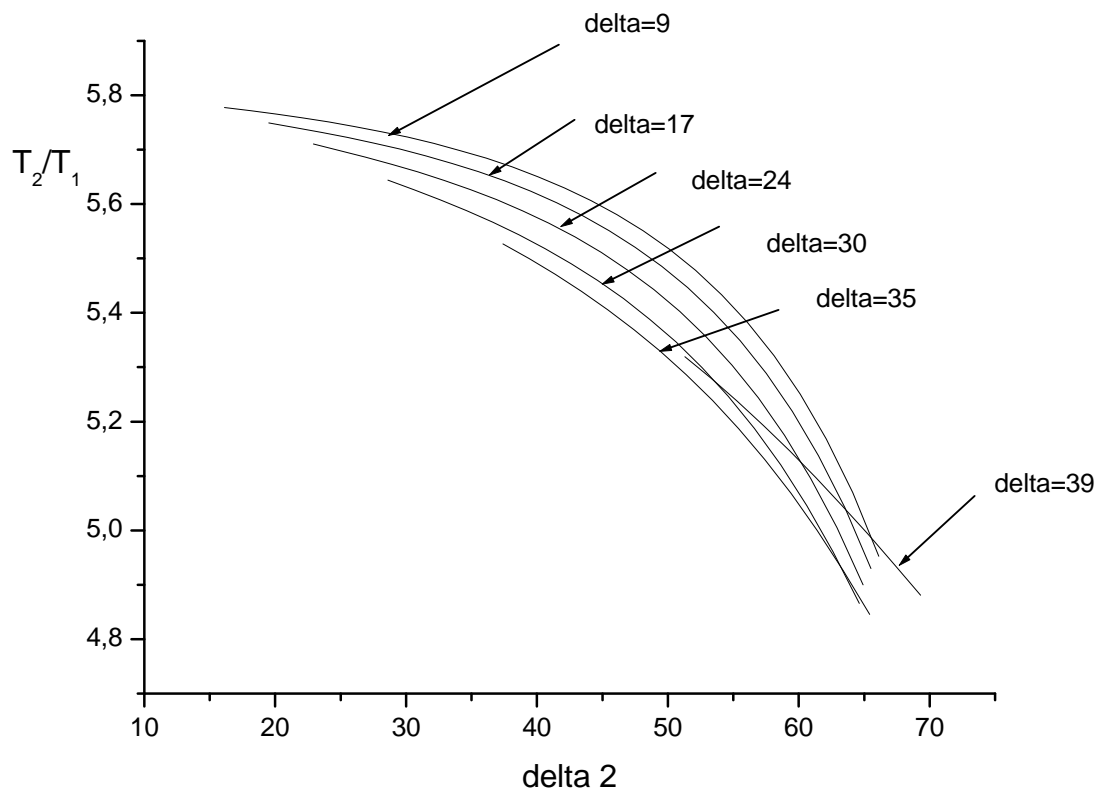


Figure IV-13 : variation du rapport de température statique après deux ondes de choc obliques et une droite en fonction du deuxième angle de déflexion δ_2 pour différentes valeurs de δ_1

Comme on constate sur cette figure, l'augmentation des deux angles de déflexion entraîne une diminution du rapport de température statique, ce rapport est toujours supérieur à 1.

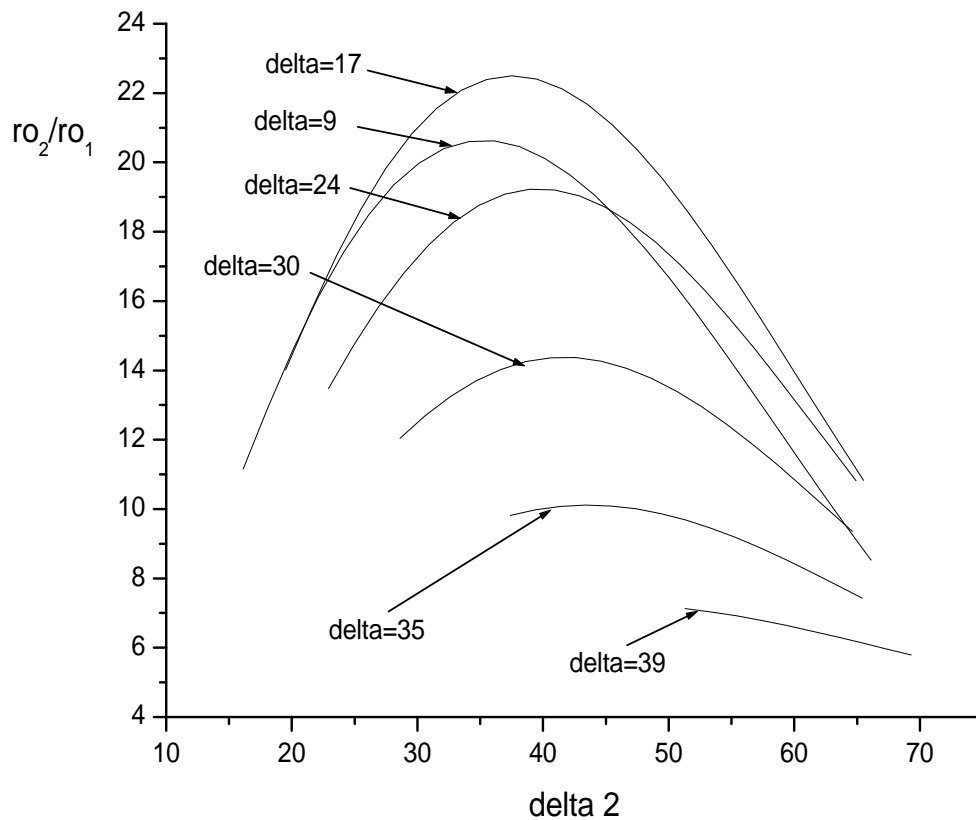


Figure IV-14 : variation du rapport de masse volumique après deux ondes de choc obliques et une droite en fonction du deuxième angle de déflexion δ_2 pour différentes valeurs de δ_1

Plus on développe l'un des angles de déflexion ou les deux à la fois, le rapport de masse volumique augmente jusqu'à une limite pour rechuter en suite, comme le montre la figure ci-dessus.

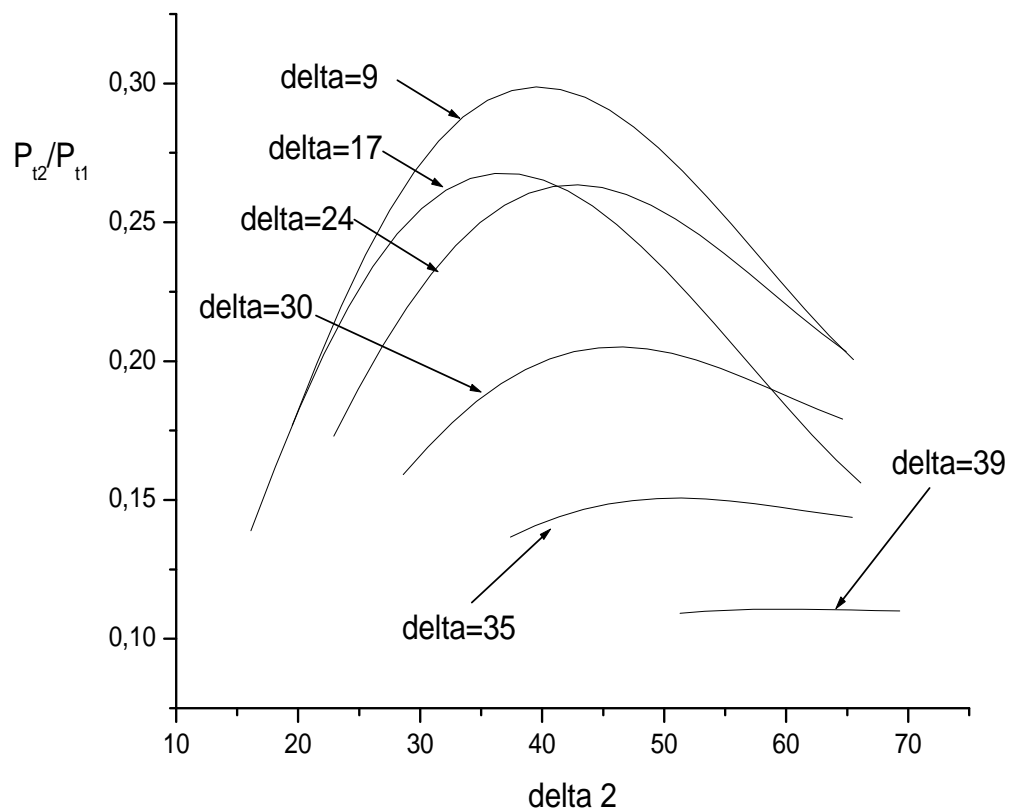


Figure IV-15 : variation du rapport de pression totale après deux ondes de choc obliques et une droite en fonction du deuxième angle de déflexion δ_2 pour différentes valeurs de δ_1

L'augmentation des angles de déflexion entraîne une augmentation du rapport de pression totale jusqu'à atteindre une valeur maximale puis elle décroît ensuite, mais toujours ce rapport est inférieur à 1.

En ce rapportant aux représentations graphiques qui donnent le rapport de pression statique, de température, de masse volumique, de pression totale et de nombre Mach aval en fonction de β pour différentes valeurs de M_1 , on remarque que plus on augmente le deuxième angle de déflexion ou les deux à la fois, on s'approche des valeurs optimales du fonctionnement du compresseur, donc on peut avoir une grande et meilleure valeur du rapport de pression pour un nombre de Mach donné.

En se référant aux graphiques, on constate que les meilleures valeurs pour le premier et le deuxième angle de déflexion (dans notre cas) sont respectivement : $\beta_1=7.56$ et $\beta_2=9.28$.

Avec : $M_1=3$

On obtient pour ces valeurs :

- $M_2=0.54$;
- $P_2/P_1 = 17.83$;
- $T_2/T_1 = 2.64$;
- $\rho_2/\rho_1 = 6.74$;
- $P_{t2}/P_{t1}=0.59$.

En comparant les rapports de pressions, températures et de masse volumique obtenues pour une prise d'air avec une onde de choc oblique et une droite et ceux obtenus pour une prise d'air avec deux ondes de choc obliques et une droite, on déduit que pour un régime supersonique, la prise d'air avec deux ondes de choc oblique et une droite convient le mieux.

Et ceci grâce à l'amortissement et l'atténuation de l'effet du Mach élevé à l'entrée de la prise d'air par les ondes de choc obliques.

Donc, on a un rendement plus élevé pour ce type de diffuseur.

IV-5 -TABLEAUX DES RESULTATS :

On va donner une partie des tableaux 1,2 et 3 dans ce chapitre, et le reste dans l'annexe C.

TABLEAU 1 : RESULTATS OBTENUS POUR LES ONDES DE CHOC DROITES

POUR : GAMMA=1.4 ET M=1.05, 5.0, 0.01

m1	m2	rps	rts	rmv	rpt
1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000
1.01000	.99013	1.02345	1.00664	1.01669	1.00000
1.02000	.98052	1.04713	1.01325	1.03344	.99999
1.03000	.97115	1.07105	1.01981	1.05024	.99997
1.04000	.96203	1.09520	1.02634	1.06709	.99992
1.05000	.95313	1.11958	1.03284	1.08398	.99985
1.06000	.94445	1.14420	1.03931	1.10092	.99975
1.07000	.93598	1.16905	1.04575	1.11790	.99961
1.08000	.92771	1.19413	1.05217	1.13492	.99943
1.09000	.91965	1.21945	1.05856	1.15199	.99920
1.10000	.91177	1.24500	1.06494	1.16908	.99893
1.11000	.90408	1.27078	1.07129	1.18621	.99860
1.12000	.89656	1.29680	1.07763	1.20338	.99821
1.13000	.88922	1.32305	1.08396	1.22057	.99777
1.14000	.88204	1.34953	1.09027	1.23779	.99726
1.15000	.87502	1.37625	1.09658	1.25504	.99669
1.16000	.86816	1.40320	1.10287	1.27231	.99605
1.17000	.86145	1.43038	1.10916	1.28961	.99535
1.18000	.85488	1.45780	1.11544	1.30693	.99457
1.19000	.84846	1.48545	1.12172	1.32426	.99372
1.20000	.84217	1.51333	1.12799	1.34161	.99280
1.21000	.83601	1.54145	1.13427	1.35898	.99180
1.22000	.82999	1.56980	1.14054	1.37636	.99073
1.23000	.82408	1.59838	1.14682	1.39376	.98958
1.24000	.81830	1.62720	1.15309	1.41116	.98836
1.25000	.81264	1.65625	1.15937	1.42857	.98706
1.26000	.80709	1.68553	1.16566	1.44599	.98568
1.27000	.80164	1.71505	1.17195	1.46341	.98422
1.28000	.79631	1.74480	1.17825	1.48084	.98268
1.29000	.79108	1.77478	1.18456	1.49827	.98107
1.30000	.78596	1.80500	1.19087	1.51570	.97937

4.58000	.42205	24.30580	5.01657	4.84511	.08596
4.59000	.42186	24.41278	5.03443	4.84917	.08527
4.60000	.42168	24.52000	5.05232	4.85321	.08459
4.61000	.42150	24.62745	5.07026	4.85723	.08391
4.62000	.42132	24.73513	5.08824	4.86124	.08324
4.63000	.42114	24.84305	5.10625	4.86522	.08257
4.64000	.42096	24.95120	5.12430	4.86919	.08192
4.65000	.42079	25.05958	5.14240	4.87313	.08126
4.66000	.42061	25.16820	5.16053	4.87706	.08062
4.67000	.42044	25.27705	5.17870	4.88097	.07998
4.68000	.42026	25.38613	5.19690	4.88486	.07934
4.69000	.42009	25.49545	5.21515	4.88873	.07871
4.70000	.41992	25.60500	5.23343	4.89258	.07809
4.71000	.41975	25.71478	5.25176	4.89641	.07747
4.72000	.41958	25.82480	5.27012	4.90023	.07685
4.73000	.41941	25.93505	5.28852	4.90403	.07625
4.74000	.41925	26.04553	5.30696	4.90780	.07564
4.75000	.41908	26.15625	5.32544	4.91156	.07505
4.76000	.41891	26.26720	5.34396	4.91531	.07445
4.77000	.41875	26.37838	5.36251	4.91903	.07387
4.78000	.41859	26.48980	5.38111	4.92274	.07329
4.79000	.41842	26.60145	5.39974	4.92643	.07271
4.80000	.41826	26.71333	5.41842	4.93010	.07214
4.81000	.41810	26.82545	5.43713	4.93375	.07157
4.82000	.41794	26.93780	5.45588	4.93739	.07101
4.83000	.41778	27.05038	5.47467	4.94101	.07046
4.84000	.41763	27.16320	5.49349	4.94461	.06991
4.85000	.41747	27.27625	5.51236	4.94820	.06936
4.86000	.41731	27.38953	5.53126	4.95177	.06882
4.87000	.41716	27.50305	5.55021	4.95532	.06828
4.88000	.41701	27.61680	5.56919	4.95885	.06775
4.89000	.41685	27.73078	5.58821	4.96237	.06722
4.90000	.41670	27.84500	5.60727	4.96587	.06670
4.91000	.41655	27.95945	5.62637	4.96936	.06618
4.92000	.41640	28.07413	5.64551	4.97283	.06567
4.93000	.41625	28.18905	5.66468	4.97628	.06516
4.94000	.41610	28.30420	5.68390	4.97972	.06465
4.95000	.41595	28.41958	5.70315	4.98314	.06415
4.96000	.41581	28.53520	5.72244	4.98654	.06366
4.97000	.41566	28.65105	5.74177	4.98993	.06317
4.98000	.41552	28.76713	5.76114	4.99330	.06268
4.99000	.41537	28.88345	5.78055	4.99666	.06138

TABLEAU 2 : RESULTATS OBTENUS POUR UNE ONDE DE CHOC OBLIQUE
SUIVIE D'UNE AUTRE DROITE.

POUR : GAMMA=1.4 ET M1=1.05, 5.0, 0.05

m1	m2	delta	alpha	rps2	rts2	rmv2	rpt2
1.500	1.088	12.113	66.589	1.683	1.172	1.436	.965
1.500	1.077	12.107	66.089	1.707	1.177	1.451	.966
1.500	1.067	12.090	65.589	1.731	1.181	1.466	.967
1.500	1.056	12.061	65.089	1.755	1.185	1.480	.968
1.500	1.046	12.022	64.589	1.779	1.190	1.495	.969
1.500	1.036	11.971	64.089	1.803	1.194	1.510	.970
1.500	1.026	11.910	63.589	1.827	1.198	1.525	.971
1.500	1.016	11.837	63.089	1.850	1.202	1.540	.972
1.500	1.006	11.754	62.589	1.874	1.206	1.554	.974
1.500	.997	11.661	62.089	1.897	1.210	1.569	.975
1.500	.987	11.557	61.589	1.921	1.213	1.583	.976
1.500	.978	11.442	61.089	1.944	1.217	1.597	.977
1.500	.969	11.317	60.589	1.967	1.221	1.611	.978
1.500	.960	11.182	60.089	1.990	1.225	1.625	.979
1.500	.951	11.037	59.589	2.012	1.228	1.638	.980
1.500	.942	10.883	59.089	2.034	1.232	1.652	.981
1.500	.933	10.718	58.589	2.056	1.235	1.665	.982
1.500	.924	10.543	58.089	2.078	1.238	1.678	.983
1.500	.916	10.359	57.589	2.099	1.242	1.690	.984
1.500	.908	10.166	57.089	2.120	1.245	1.703	.985
1.500	.899	9.963	56.589	2.140	1.248	1.715	.985
1.500	.891	9.751	56.089	2.160	1.251	1.726	.986
1.500	.883	9.529	55.589	2.179	1.254	1.738	.986
1.500	.875	9.298	55.089	2.198	1.257	1.748	.986
1.500	.868	9.058	54.589	2.217	1.260	1.759	.986
1.500	.860	8.810	54.089	2.235	1.263	1.769	.986
1.500	.852	8.552	53.589	2.252	1.266	1.779	.986
1.500	.845	8.285	53.089	2.269	1.269	1.788	.986
1.500	.838	8.010	52.589	2.285	1.272	1.797	.986
1.500	.830	7.726	52.089	2.301	1.274	1.806	.985
1.500	.823	7.433	51.589	2.316	1.277	1.814	.984
1.500	.816	7.131	51.089	2.331	1.280	1.821	.983
1.500	.809	6.821	50.589	2.344	1.282	1.828	.982
1.500	.802	6.502	50.089	2.357	1.285	1.835	.981
1.500	.796	6.175	49.589	2.370	1.287	1.841	.980
1.500	.789	5.840	49.089	2.381	1.289	1.847	.978
1.500	.782	5.496	48.589	2.392	1.292	1.852	.976

1.500	.776	5.143	48.089	2.402	1.294	1.856	.974
1.500	.770	4.782	47.589	2.411	1.296	1.860	.972
1.500	.763	4.413	47.089	2.420	1.299	1.863	.969
1.500	.757	4.035	46.589	2.427	1.301	1.866	.967
1.500	.751	3.649	46.089	2.434	1.303	1.868	.964
1.500	.745	3.255	45.589	2.440	1.305	1.870	.961
1.500	.739	2.852	45.089	2.446	1.307	1.871	.957
1.500	.733	2.440	44.589	2.450	1.309	1.871	.954
1.500	.727	2.021	44.089	2.453	1.311	1.871	.950
1.500	.721	1.592	43.589	2.456	1.313	1.870	.946
1.500	.715	1.156	43.089	2.458	1.315	1.869	.942
1.500	.710	.710	42.589	2.459	1.317	1.867	.937
1.500	.704	.257	42.089	2.459	1.319	1.864	.933
2.000	1.084	22.974	64.669	3.026	1.457	2.076	.810
2.000	1.070	22.967	64.169	3.090	1.465	2.110	.813
2.000	1.056	22.946	63.669	3.155	1.472	2.144	.816
2.000	1.043	22.913	63.169	3.220	1.478	2.178	.820
2.000	1.030	22.866	62.669	3.284	1.485	2.212	.823
2.000	1.017	22.807	62.169	3.349	1.491	2.245	.826
2.000	1.005	22.735	61.669	3.413	1.498	2.279	.830
2.000	.992	22.652	61.169	3.477	1.504	2.312	.834
2.000	.980	22.556	60.669	3.541	1.510	2.345	.837
2.000	.969	22.450	60.169	3.604	1.516	2.378	.841
2.000	.957	22.331	59.669	3.666	1.521	2.410	.845
2.000	.946	22.202	59.169	3.729	1.527	2.443	.848
2.000	.935	22.063	58.669	3.790	1.532	2.474	.852
2.000	.925	21.912	58.169	3.851	1.537	2.506	.855
2.000	.915	21.752	57.669	3.911	1.542	2.537	.859
2.000	.905	21.581	57.169	3.971	1.547	2.567	.863
2.000	.895	21.400	56.669	4.029	1.552	2.597	.866
2.000	.885	21.210	56.169	4.087	1.556	2.626	.869
2.000	.876	21.010	55.669	4.144	1.561	2.655	.873
2.000	.866	20.801	55.169	4.199	1.565	2.683	.876
2.000	.857	20.583	54.669	4.254	1.569	2.711	.879
2.000	.849	20.355	54.169	4.307	1.573	2.737	.882
2.000	.840	20.119	53.669	4.359	1.577	2.763	.884
2.000	.832	19.875	53.169	4.409	1.581	2.789	.887
2.000	.823	19.621	52.669	4.459	1.585	2.813	.889
2.000	.815	19.360	52.169	4.507	1.589	2.837	.892
2.000	.808	19.090	51.669	4.553	1.592	2.859	.894
2.000	.800	18.811	51.169	4.598	1.596	2.881	.896
2.000	.792	18.525	50.669	4.641	1.599	2.902	.897
2.000	.785	18.231	50.169	4.682	1.603	2.922	.899
2.000	.778	17.929	49.669	4.722	1.606	2.941	.900
2.000	.771	17.619	49.169	4.760	1.609	2.959	.901

TABLEAU 3 : RESULTATS OBTENUS POUR DEUX ONDES DE CHOC OBLIQUES

SUIVIE D'UNE AUTRE DROITE

POUR : GAMMA=1.4 ET M1=1.05, 5.0, 0.05

Conclusion

L'objectif de ce travail était de procéder à la programmation des équations de gazodynamique, tout en déterminant l'efficacité d'une prise d'air supersonique à une configuration donnée, ainsi que les paramètres de l'écoulement à la sortie.

Nous avons effectué la programmation par un langage plus technique, c'est le **pascal**, permettant de calculer les rapports de pressions, de température, de masse volumique et le nombre de Mach de la sortie.

Nous avons utilisé l'application **Delphi** pour calculer les paramètres de sortie et représenter les résultats sur des graphes.

L'étude présentée nous a permis de constater qu'en régime supersonique avec un intervalle du nombre de Mach entre 1.05 et 5 : la prise d'air qui crée deux ondes de choc obliques suivies d'une onde de choc droite convient mieux qu'une prise d'air Pitot ou une prise d'air avec une onde de choc oblique suivie d'une onde de choc droite.

On constatant aussi que l'onde de choc droite fait toujours passer la vitesse de l'écoulement du supersonique au subsonique, mais avec une chute de pression totale très importante. Par contre l'onde de choc oblique fait diminuer le nombre de Mach mais il résulte un écoulement toujours supersonique, ce qui nous permet de conclure que la succession des ondes de choc obliques est la meilleure méthode pour amortir l'écoulement et élever l'efficacité de la prise d'air.

Nous espérons que d'autres études suivront et auront la chance de trouver des sources de documentation, et espérons que ce travail pourra servir comme référence pour les recherches ultérieures.

BIBLIOGRAPHIE

- 1- RABAH HAOUL. Dynamique des gaz (écoulements compressibles).Dar Essabil
- 2- JOHN D.ANDERSON, JR. Fundamentals of aerodynamics. McGraw-Hill Book Company 1984
- 3- R.COMOLET. Mécanique expérimentale des fluides. Tome 1 : Statique et dynamique des fluides non visqueux. 1986
- 4- P.CARRIERE.Aérodynamique interne des réacteurs 1^{er} partie Prise d'air .1977
- 5- LEHMANN et POURRY.Technologie du turboréacteur ENAC TOULOUSE 1986
- 6- Auld & Srinivas .Aerodynamics for students: Compressible Flow in 1, 2 and 3 dimensions 2006
- 7-LARBI.F-BEKKALM, (thèse d'ingénieur d'états: ÉTUDE ENERGETIQUE D'UN TURBOREACTEUR, 1990), centre universitaire de chef, Institut de mécanique

ANNEXE A :**DECLARATION DES PARAMETRE :**

paramètres	Désignation
AM1	Le nombre de Mach amont.
AMA	Le nombre de Mach après la première onde de choc oblique.
AMB	Le nombre de Mach après la deuxième onde de choc oblique.
AM2	Le nombre de Mach aval.
CRD1	Convertisseur des radians aux degrés.
CRD2	Convertisseur des degrés aux radians.
GAMMA	Rapport des chaleurs massiques.
RPSA	Rapport de pression statique après la première onde de choc oblique.
RPSB	Rapport de pression statique après la deuxième onde de choc oblique.
RPS2	Rapport de pression statique après l'onde de choc droite.
RPS3	Rapport de pression statique après les trois ondes de choc.
RTSA	Rapport de température statique après la première onde de choc oblique.
RTSB	Rapport de température statique après la deuxième onde de choc oblique.
RTS2	Rapport de température statique après l'onde de choc droite.
RTS3	Rapport de température statique après les trois ondes de choc.
RMVA	Rapport de masse volumique après la première onde de choc oblique.
RMVB	Rapport de masse volumique après la deuxième onde de choc oblique.
RMV2	Rapport de masse volumique après l'onde de choc droite.
RMV3	Rapport de masse volumique après les trois ondes de choc.

RPTA	Rapport de pression totale après la première onde de choc oblique.
RPTB	Rapport de pression totale après la deuxième onde de choc oblique.
RPT2	Rapport de pression totale après l'onde de choc droite.
RPT3	Rapport de pression totale après les trois ondes de choc.
ALPHA	Angle d'inclinaison du premier choc.
ALPHA1	Angle d'inclinaison du deuxième choc.
DELTA	Angle de déflexion du premier demis cône.
DELTA1	Angle de déflexion du deuxième demis cône.
ALPHA(I)	Angle d'inclinaison maximum en fonction du nombre de Mach.
DELTA(I)	Angle de déflexion maximum en fonction du nombre de Mach.

ANNEXE B :

```
c*****
c          Ce programme calcul les paramètres de l'onde de choc normale en
c          fonction du nombre de mach amont M1
c*****
c
c          *****
c
c          *** programme 1 ***
c          *****
program ocdroite
var am1,x,y,gamma,am2,rps,t2,t1,rts,rmv,p2,p1,rpt:real;
begin
am1:=strtoreal(edit1);
x:=2+(gamma-1)*am1*am1;
y:=2*gamma*am1*am1-(gamma-1);
am2:=sqrt(x/y);
rps:=(2*gamma*am1*am1/(gamma+1))-((gamma-1)/(gamma+1));
t2:=2*(1+((gamma-1)/2)*am1*am1)*(2*gamma*am1*am1-(gamma-1));
t1:=(gamma+1)*(gamma+1)*am1*am1;
rts:=t2/t1;
rmv:=rps/rts;
p2:=(((gamma+1)*am1*am1)/(2+(gamma-1)*am1*am1))**(gamma/(gamma-1));
p1:=((2*gamma*am1*am1-(gamma-1))/(gamma+1))**(-1/(gamma-1));
rpt:=p2/p1;
edit2:=am2;
edit2:=reeltostr(am2);
edit3:=reeltostr(rps);
```



```

edit4:=reeltostr(rts);
edit5:=reeltostr(rmv);
edit6:=reeltostr(rpt);
end

```

```

C *****
C *****
c      Ce programme calcul des paramètres après deux onde de choc la première oblique
c
c              et la deuxième droite
c *****
c
c              *****
c
c              *** programme 2 ***
c
c              *****

```

```

program ocn+ocoblique
var am1,x1,y1,a,b,d,x,alpham,x2,y2,deltam,alphad,alphar:real
x3,y3,delta,x4,y4,ama,rpsa,t2,t1,rtsa,rmva,p2,p1,rpta:real
x7,y7,am2,rps2,tt2,tt1,rts2,rmv2,pp2,pp1,rpt2,rmv3:real
rts3,rpt3,rps3:real
const gamma=1.4;
      crd1=1.80/3.14159265357;
      crd2=1/crd1;
begin
am1=strtoreal(edit1);
x1=((gamma+1)*am1*am1)+2;
y1=((gamma-1)*am1*am1)+2;
a=(x1/y1)+(3/(am1*am1-1));
b=x1/(y1*(am1*am1-1));
d=a*a+4*b;

```

```

x=sqrt((a+sqrt(d))/2.);
alphan=datan(x)*crd1;
x2=2*(am1*dsin(alphan*crd2)**2-1);
y2=dtan(alphan*crd2)*((am1*am1*(gamma+dcos(2.*alphan*crd2)))+2);
deltam=datan(x2/y2)*crd1;
alphad=strtoreel(edit2);
alphan=alphad*crd2;
x3=2*(((am1*dsin(alphan))**2)-1);
y3=dtan(alphan)*((am1*am1*(gamma+dcos(2*alphan)))+2);
delta=datan(x3/y3)*crd1;
x4=2+((gamma-1)*(am1*dsin(alphan))**2);
y4=(2*gamma*(am1*dsin(alphan))**2)-(gamma-1);
ama=dsqrt((x4/y4)*(1/(dsin(alphan-delta*crd2)**2)));
rpsa=(2*gamma*(am1*dsin(alphan))**2/(gamma+1))-((gamma-1)/(gamma+1));
t2=2*(1+((gamma-1)*(am1*dsin(alphan))**2)/2)*((2*gamma*(am1*dsin(alphan))**2)-(gamma-1));
t1=(gamma+1)**2*(am1*dsin(alphan))**2;
rtsa=t2/t1;
rmva=rpsa/rtsa
p2=(((gamma+1)*(am1*dsin(alphan))**2)/(2+(gamma-1)*(am1*dsin(alphan))**2))**gamma/(gamma-1);
p1=((2*gamma*(am1*dsin(alphan))**2-(gamma-1))/(gamma+1))**(-1/(gamma-1));
rpta=p2*p1;
x7=2+(gamma-1)*ama*ama;
y7=2*gamma*ama*ama-(gamma-1);
am2=dsqrt(x7/y7);
rps2=(2*gamma*ama*ama/(gamma+1))-((gamma-1)/(gamma+1));
tt2=2*(1+((gamma-1)/2)*ama*ama)*(2*gamma*ama*ama-(gamma-1));
tt1=(gamma+1)*(gamma+1)*ama*ama;

```

```
rts2=tt2/tt1;
rmv2=rps2/rts2;
pp2=(((gamma+1)*ama*ama)/(2+(gamma-1)*ama*ama))**(gamma/(gamma
+1));
pp1=((2*gamma*ama*ama-(gamma-1))/(gamma+1))**(-1/(gamma-1));
rpt2=pp2*pp1;
rps3=rpsa*rps2;
rts3=rtsa*rts2;
rmv3=rmva*rmv2;
rpt3=rpta*rpt2;
end
edit3=realtostr(am1)
edit4=realtostr(am2)
edit5=realtostr(rts3)
edit6=realtostr(rps3)
edit7=realtostr(rmv3)
edit8=realtostr(rpt3)
end
```

```

C      *****
c      programme qui calcul les paramètres de l'écoulement après deux ondes de choc
c
c      obliques et une droite
c      *****
c      *****programme 3 *****

```

```

var gamma,crd1,crd2,am1,x1,y1a,b,d,x,alpha,x2,y2:real
    deltam,alphan,alphar,x3,y3,delta,x4,y4,ama,rpsa:real
t2,t1,rtsa,rmva,p2,p1,rpta,x9,y9,a9,b9,d9,x10,y10:real
alphan1,alphan1,alphar1,delta1,x11,y11,x12,y12:real
amb,rpsb,tb2,tb1,rmvb,rtsb,pb2,pb1,rptb,x7,y7,am2,rps2:real
tt2,tt1,rt2,rmv2,pp2,pp1,rps2,rps3,rmv3,rpt3,rts3:real

begin
gamma=1.40;
crd1=180.00/3.14159265357;
crd2=1/crd1;
am1=strtoreal(edit1);
x1=((gamma+1)*am1*am1)+2;
y1=((gamma-1)*am1*am1)+2;
a=(x1/y1)+(3/(am1*am1-1));
b=x1/(y1*(am1*am1-1));
d=a*a+4*b;
x=dsqrt((a+dsqrt(d))/2);
alphan=datan(x)*crd1;
x2=2*(am1*dsin(alphan*crd2)**2-1);
y2=dtan(alphan*crd2)*((am1*am1*(gamma+dcos(2 *alphan*crd2)))
    +2)
deltam=datan(x2/y2)*crd1;

```

```

alphad=strtoreal(edit2);
alphar=alphad*crd2;
x3=2*(((am1*dsin(alphar))**2)-1);
y3=dtan(alphar)*((am1*am1*(gamma+dcos(2*alphar)))+2);
delta=datan(x3/y3)*crd1;
x4=2+((gamma-1)*(am1*dsin(alphar))**2);
y4=(2*gamma*(am1*dsin(alphar))**2)-(gamma-1);
ama=dsqrt((x4/y4)*(1/(dsin(alphar-delta*crd2)**2)));
rpsa=(2*gamma*(am1*dsin(alphar))**2/(gamma+1))-((gamma-1)/(gamma+1));
t2=2*(1+((gamma-1)*(am1*dsin(alphar))**2)/2)*((2*gamma*(am1*dsin(alphar))**2)-(gamma-1));
t1=(gamma+1)**2*(am1*dsin(alphar))**2;
rtsa=t2/t1;
rmva=rpsa/rtsa;
p2=(((gamma+1)*(am1*dsin(alphar))**2)/(2+(gamma-1)*(am1*dsin(alphar))**2))**gamma/(gamma-1);
p1=((2*gamma*(am1*dsin(alphar))**2-(gamma-1))/(gamma+1))**(-1/(gamma-1));
rpta=p2*p1;
x9=((gamma+1)*ama*ama)+2;
y9=((gamma-1)*ama*ama)+2;
a9=(x9/y9)+(3/(ama*ama-1));
b9=x9/(y9*dabs(ama*ama-1));
d9=a9*a9+4*b9;
x=dsqrt((a9+dsqrt(d9))/2);
alpham1=datan(x)*crd1;
x10=2*(ama*dsin(alpham1*crd2)**2-1);
y10=dtan(alpham1*crd2)*((ama*ama*(gamma+dcos(2*alpham1*crd2)))+2);
deltam1=datan(x10/y10)*crd1;
alphad1=strtorea(ledit3);

```

```

alphar1=alphan1*crd2;
x11=2*(((ama*dsin(alphar1))**2)-1);
y11=dtan(alphar1)*((ama*ama*(gamma+dcos(2*alphar1)))+2);
delta1=datan(x11/y11)*crd1;
x12=2+((gamma-1)*(ama*dsin(alphar1))**2);
y12=(2*gamma*(ama*dsin(alphar1))**2)-(gamma-1);
amb=dsqrt((x12/y12)*(1/(dsin(alphar1-delta1*crd2)**2)));
rpsb=(2*gamma*(ama*dsin(alphar1))**2/(gamma+1))-((gamma-1)/(gamma+1));
tb2=2*(1+((gamma-1)*(ama*dsin(alphar1))**2)/2)*((2*gamma*(ama*dsin(alphar1))**2)-(gamma-1));
tb1=(gamma+1)**2*(ama*dsin(alphar1))**2;
rtsb=tb2/tb1;
rmvb=rpsb/rtsb;
pb2=(((gamma+1)*(ama*dsin(alphar1))**2)/(2+(gamma-1)*(ama*dsin(alphar1))**2))**(gamma/(gamma-1));
pb1=((2*gamma*(ama*dsin(alphar1))**2-(gamma-1))/(gamma+1))**(-1/(gamma-1));
rptb=pb2*pb1;
x7=2+(gamma-1)*amb*amb;
y7=2*gamma*amb*amb-(gamma-1);
am2=dsqrt(x7/y7);
rps2=(2*gamma*amb*amb/(gamma+1))-((gamma-1)/(gamma+1));
tt2=2*(1+((gamma-1)/2)*amb*amb)*(2*gamma*amb*amb-(gamma-1));
tt1=(gamma+1)*(gamma+1)*amb*amb;
rts2=tt2/tt1;
rmv2=rps2/rts2;
pp2=(((gamma+1)*amb*amb)/(2+(gamma-1)*amb*amb))**(gamma/(gamma-1));
pp1=((2*gamma*amb*amb-(gamma-1))/(gamma+1))**(-1/(gamma-1));
rpt2=pp2/pp1;

```

```
rps3=rpsa*rpsb*rps2;  
rts3=rtsa*rtsb*rts2;  
rmv3=rmva*rmvb*rmv2;  
rpt3=rpta*rptb*rpt2;  
edit4=realtostr(am1);  
edit5=realtostr(rps3);  
edit6=realtostr(rpt3);  
edit7=realtostr(rts3);  
edit8=realtostr(rmv3);  
end
```

ANNEXE D :

EXEMPLE DE COMPARAISON

4,00	0,435	18,500	4,047	4,571	0,139
4,10	0,432	19,445	4,205	4,624	0,128
4,20	0,430	20,413	4,367	4,675	0,117
4,30	0,428	21,405	4,532	4,723	0,108
4,40	0,426	22,420	4,702	4,768	0,099
4,50	0,424	23,458	4,875	4,812	0,092
4,60	0,422	24,520	5,052	4,853	0,085
4,70	0,420	25,605	5,233	4,893	0,078
4,80	0,418	26,713	5,418	4,930	0,072
4,90	0,417	27,845	5,607	4,966	0,067
5,00	0,415	29,000	5,800	5,000	0,062

**Partie du tableau de la référence du livre "DYNAMIQUE DES GAZ" par
HAOUI RABAH.**

4.89000	.41685	27.73078	5.58821	4.96237	.06722
4.90000	.41670	27.84500	5.60727	4.96587	.06670
4.91000	.41655	27.95945	5.62637	4.96936	.06618
4.92000	.41640	28.07413	5.64551	4.97283	.06567
4.93000	.41625	28.18905	5.66468	4.97628	.06516
4.94000	.41610	28.30420	5.68390	4.97972	.06465
4.95000	.41595	28.41958	5.70315	4.98314	.06415
4.96000	.41581	28.53520	5.72244	4.98654	.06366
4.97000	.41566	28.65105	5.74177	4.98993	.06317
4.98000	.41552	28.76713	5.76114	4.99330	.06268

Partie du notre tableau n°1

On remarque que les résultats obtenu par l'exécution de notre programme sont comparable avec les résultats de la référence.

θ	2	4	8	12	16	20	24	28	32
β	20,87	22,32	25,62	29,27	33,31	37,98	42,93	48,83	56,33
M_2	0,481	0,487	0,503	0,522	0,547	0,583	0,623	0,695	0,814
P_2/P_1	11,224	12,173	13,882	15,352	16,463	16,523	14,321	14,571	11,684
T_2/T_1	2,675	2,684	2,663	2,652	2,638	2,593	2,594	2,542	2,469
P_2/P_1	4,495	4,499	5,213	5,804	6,230	6,352	6,292	5,732	4,733
P_2/P_1	0,358	0,386	0,450	0,507	0,551	0,584	0,580	0,556	0,494

Partie du tableau de la référence de la thèse LARBI.F-BEKKALM

Voir la référence

3.000	.517	10.932	28.241	15.045	2.658	5.660	.491
3.000	.514	10.392	27.741	14.846	2.659	5.583	.484
3.000	.512	9.844	27.241	14.638	2.661	5.502	.476
3.000	.509	9.288	26.741	14.420	2.662	5.417	.469
3.000	.507	8.723	26.241	14.193	2.663	5.329	.460
3.000	.504	8.150	25.741	13.956	2.665	5.238	.452
3.000	.502	7.567	25.241	13.711	2.666	5.143	.443
3.000	.499	6.975	24.741	13.456	2.667	5.046	.434
3.000	.497	6.373	24.241	13.194	2.668	4.945	.425
3.000	.495	5.760	23.741	12.923	2.669	4.841	.416

Partie du tableau N°2 obtenu par notre programme

On remarque que les résultats obtenu par l'exécution de notre programme sont comparable avec les résultats de la référence.

M_0	3, 00					
θ_0	8					
β_0	25, 62					
θ_2	10	12	16	20	24	28
P_2	30, 80	32, 73	36, 52	41, 66	47, 16	54, 20
M_2	0, 551	0, 564	0, 594	0, 636	0, 687	0, 802
P_2/P_0	18, 130	18, 808	19, 573	19, 490	18, 289	15, 431
T_2/T_0	2, 634	2, 627	2, 609	2, 574	2, 546	2, 475
L_2/P_1	6, 938	7, 158	7, 500	7, 539	7, 178	6, 232
P_{T_2}/P_{T_0}	0, 612	0, 639	0, 689	0, 701	0, 683	0, 646

Partie du tableau de la référence de la thèse LARBI.F-BEKKAIM

Voir la référence

3.00	.64172	8.03421	25.64084	20.52067	42.26684	19.52781	2.58694	7.54861	0.70010
3.00	.63974	8.03421	25.64084	20.36456	42.06684	19.55504	2.58815	7.55560	0.70104
3.00	.63777	8.03421	25.64084	20.20753	41.86684	19.58068	2.58935	7.56199	0.70137
3.00	.63583	8.03421	25.64084	20.04959	41.66684	19.60471	2.59054	7.56780	0.70163
3.00	.63390	8.03421	25.64084	19.89075	41.46684	19.62712	2.59172	7.57302	0.69957
3.00	.63199	8.03421	25.64084	19.73098	41.26684	19.64790	2.59288	7.57765	0.69779
3.00	.63009	8.03421	25.64084	19.57031	41.06684	19.66704	2.59403	7.58167	0.69542
3.00	.62821	8.03421	25.64084	19.40873	40.86684	19.68454	2.59516	7.58509	0.68675
3.00	.62635	8.03421	25.64084	19.24623	40.66684	19.70037	2.59629	7.58790	0.68461
3.00	.62450	8.03421	25.64084	19.08282	40.46684	19.71452	2.59740	7.59010	0.68234

Partie du tableau N°2 obtenu par notre programme

On remarque que les résultats obtenu par l'exécution de notre programme sont comparable avec les résultats de la référence.

m1	m2	rps	rts	rmv	rpt
1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000
1.01000	.99013	1.02345	1.00664	1.01669	1.00000
1.02000	.98052	1.04713	1.01325	1.03344	.99999
1.03000	.97115	1.07105	1.01981	1.05024	.99997
1.04000	.96203	1.09520	1.02634	1.06709	.99992
1.05000	.95313	1.11958	1.03284	1.08398	.99985
1.06000	.94445	1.14420	1.03931	1.10092	.99975
1.07000	.93598	1.16905	1.04575	1.11790	.99961
1.08000	.92771	1.19413	1.05217	1.13492	.99943
1.09000	.91965	1.21945	1.05856	1.15199	.99920
1.10000	.91177	1.24500	1.06494	1.16908	.99893
1.11000	.90408	1.27078	1.07129	1.18621	.99860
1.12000	.89656	1.29680	1.07763	1.20338	.99821
1.13000	.88922	1.32305	1.08396	1.22057	.99777
1.14000	.88204	1.34953	1.09027	1.23779	.99726
1.15000	.87502	1.37625	1.09658	1.25504	.99669
1.16000	.86816	1.40320	1.10287	1.27231	.99605
1.17000	.86145	1.43038	1.10916	1.28961	.99535
1.18000	.85488	1.45780	1.11544	1.30693	.99457
1.19000	.84846	1.48545	1.12172	1.32426	.99372
1.20000	.84217	1.51333	1.12799	1.34161	.99280
1.21000	.83601	1.54145	1.13427	1.35898	.99180
1.22000	.82999	1.56980	1.14054	1.37636	.99073
1.23000	.82408	1.59838	1.14682	1.39376	.98958
1.24000	.81830	1.62720	1.15309	1.41116	.98836
1.25000	.81264	1.65625	1.15937	1.42857	.98706
1.26000	.80709	1.68553	1.16566	1.44599	.98568
1.27000	.80164	1.71505	1.17195	1.46341	.98422
1.28000	.79631	1.74480	1.17825	1.48084	.98268
1.29000	.79108	1.77478	1.18456	1.49827	.98107
1.30000	.78596	1.80500	1.19087	1.51570	.97937
1.31000	.78093	1.83545	1.19720	1.53312	.97760
1.32000	.77600	1.86613	1.20353	1.55055	.97575
1.33000	.77116	1.89705	1.20988	1.56797	.97382
1.34000	.76641	1.92820	1.21624	1.58538	.97182
1.35000	.76175	1.95958	1.22261	1.60278	.96974
1.36000	.75718	1.99120	1.22900	1.62018	.96758
1.37000	.75269	2.02305	1.23540	1.63757	.96534
1.38000	.74829	2.05513	1.24181	1.65494	.96304
1.39000	.74396	2.08745	1.24825	1.67231	.96065
1.40000	.73971	2.12000	1.25469	1.68966	.95819
1.41000	.73554	2.15278	1.26116	1.70699	.95566
1.42000	.73144	2.18580	1.26764	1.72430	.95306

1.43000	.72741	2.21905	1.27414	1.74160	.95039
1.44000	.72345	2.25253	1.28066	1.75888	.94765
1.45000	.71956	2.28625	1.28720	1.77614	.94484
1.46000	.71574	2.32020	1.29377	1.79337	.94196
1.47000	.71198	2.35438	1.30035	1.81058	.93901
1.48000	.70829	2.38880	1.30695	1.82777	.93600
1.49000	.70466	2.42345	1.31357	1.84493	.93293
1.50000	.70109	2.45833	1.32022	1.86207	.92979
1.51000	.69758	2.49345	1.32688	1.87918	.92659
1.52000	.69413	2.52880	1.33357	1.89626	.92332
1.53000	.69073	2.56438	1.34029	1.91331	.92000
1.54000	.68739	2.60020	1.34703	1.93033	.91662
1.55000	.68410	2.63625	1.35379	1.94732	.91319
1.56000	.68087	2.67253	1.36057	1.96427	.90970
1.57000	.67768	2.70905	1.36738	1.98119	.90615
1.58000	.67455	2.74580	1.37422	1.99808	.90255
1.59000	.67147	2.78278	1.38108	2.01493	.89890
1.60000	.66844	2.82000	1.38797	2.03175	.89520
1.61000	.66545	2.85745	1.39488	2.04852	.89145
1.62000	.66251	2.89513	1.40182	2.06526	.88765
1.63000	.65962	2.93305	1.40879	2.08197	.88381
1.64000	.65677	2.97120	1.41578	2.09863	.87992
1.65000	.65396	3.00958	1.42280	2.11525	.87599
1.66000	.65119	3.04820	1.42985	2.13183	.87201
1.67000	.64847	3.08705	1.43693	2.14836	.86800
1.68000	.64579	3.12613	1.44403	2.16486	.86394
1.69000	.64315	3.16545	1.45117	2.18131	.85985
1.70000	.64054	3.20500	1.45833	2.19772	.85572
1.71000	.63798	3.24478	1.46552	2.21408	.85156
1.72000	.63545	3.28480	1.47274	2.23040	.84736
1.73000	.63296	3.32505	1.47999	2.24667	.84312
1.74000	.63051	3.36553	1.48727	2.26289	.83886
1.75000	.62809	3.40625	1.49458	2.27907	.83457
1.76000	.62570	3.44720	1.50192	2.29520	.83024
1.77000	.62335	3.48838	1.50929	2.31128	.82589
1.78000	.62104	3.52980	1.51669	2.32731	.82151
1.79000	.61875	3.57145	1.52412	2.34329	.81711
1.80000	.61650	3.61333	1.53158	2.35922	.81268
1.81000	.61428	3.65545	1.53907	2.37510	.80823
1.82000	.61209	3.69780	1.54659	2.39093	.80376
1.83000	.60993	3.74038	1.55415	2.40671	.79927
1.84000	.60780	3.78320	1.56173	2.42244	.79476
1.85000	.60570	3.82625	1.56935	2.43811	.79023
1.86000	.60363	3.86953	1.57700	2.45373	.78569
1.87000	.60158	3.91305	1.58468	2.46930	.78112

1.88000	.59957	3.95680	1.59239	2.48481	.77655
1.89000	.59758	4.00078	1.60014	2.50027	.77196
1.90000	.59562	4.04500	1.60792	2.51568	.76736
1.91000	.59368	4.08945	1.61573	2.53103	.76274
1.92000	.59177	4.13413	1.62357	2.54633	.75812
1.93000	.58988	4.17905	1.63144	2.56157	.75349
1.94000	.58802	4.22420	1.63935	2.57675	.74884
1.95000	.58618	4.26958	1.64729	2.59188	.74420
1.96000	.58437	4.31520	1.65527	2.60695	.73954
1.97000	.58258	4.36105	1.66328	2.62196	.73488
1.98000	.58082	4.40713	1.67132	2.63692	.73021
1.99000	.57907	4.45345	1.67939	2.65182	.72555
2.00000	.57735	4.50000	1.68750	2.66667	.72087
2.01000	.57565	4.54678	1.69564	2.68145	.71620
2.02000	.57397	4.59380	1.70382	2.69618	.71153
2.03000	.57231	4.64105	1.71203	2.71085	.70685
2.04000	.57068	4.68853	1.72027	2.72546	.70218
2.05000	.56906	4.73625	1.72855	2.74002	.69751
2.06000	.56747	4.78420	1.73686	2.75451	.69284
2.07000	.56589	4.83238	1.74521	2.76895	.68817
2.08000	.56433	4.88080	1.75359	2.78332	.68351
2.09000	.56280	4.92945	1.76200	2.79764	.67885
2.10000	.56128	4.97833	1.77045	2.81190	.67420
2.11000	.55978	5.02745	1.77893	2.82610	.66956
2.12000	.55829	5.07680	1.78745	2.84024	.66492
2.13000	.55683	5.12638	1.79601	2.85432	.66029
2.14000	.55538	5.17620	1.80459	2.86835	.65567
2.15000	.55395	5.22625	1.81322	2.88231	.65105
2.16000	.55254	5.27653	1.82188	2.89621	.64645
2.17000	.55115	5.32705	1.83057	2.91005	.64185
2.18000	.54977	5.37780	1.83930	2.92383	.63727
2.19000	.54840	5.42878	1.84806	2.93756	.63270
2.20000	.54706	5.48000	1.85686	2.95122	.62814
2.21000	.54572	5.53145	1.86569	2.96482	.62359
2.22000	.54441	5.58313	1.87456	2.97837	.61905
2.23000	.54311	5.63505	1.88347	2.99185	.61453
2.24000	.54182	5.68720	1.89241	3.00527	.61002
2.25000	.54055	5.73958	1.90138	3.01863	.60553
2.26000	.53930	5.79220	1.91040	3.03194	.60105
2.27000	.53805	5.84505	1.91944	3.04518	.59659
2.28000	.53683	5.89813	1.92853	3.05836	.59214
2.29000	.53561	5.95145	1.93765	3.07149	.58771
2.30000	.53441	6.00500	1.94680	3.08455	.58329
2.31000	.53322	6.05878	1.95599	3.09755	.57890
2.32000	.53205	6.11280	1.96522	3.11049	.57452

2.33000	.53089	6.16705	1.97448	3.12338	.57015
2.34000	.52974	6.22153	1.98378	3.13620	.56581
2.35000	.52861	6.27625	1.99311	3.14897	.56148
2.36000	.52749	6.33120	2.00249	3.16167	.55718
2.37000	.52638	6.38638	2.01189	3.17432	.55289
2.38000	.52528	6.44180	2.02134	3.18690	.54862
2.39000	.52419	6.49745	2.03082	3.19943	.54437
2.40000	.52312	6.55333	2.04033	3.21190	.54014
2.41000	.52206	6.60945	2.04988	3.22430	.53594
2.42000	.52100	6.66580	2.05947	3.23665	.53175
2.43000	.51996	6.72238	2.06910	3.24894	.52758
2.44000	.51894	6.77920	2.07876	3.26117	.52344
2.45000	.51792	6.83625	2.08846	3.27335	.51931
2.46000	.51691	6.89353	2.09819	3.28546	.51521
2.47000	.51592	6.95105	2.10797	3.29752	.51113
2.48000	.51493	7.00880	2.11777	3.30951	.50707
2.49000	.51395	7.06678	2.12762	3.32145	.50303
2.50000	.51299	7.12500	2.13750	3.33333	.49901
2.51000	.51203	7.18345	2.14742	3.34516	.49502
2.52000	.51109	7.24213	2.15737	3.35692	.49105
2.53000	.51015	7.30105	2.16737	3.36863	.48711
2.54000	.50923	7.36020	2.17739	3.38028	.48318
2.55000	.50831	7.41958	2.18746	3.39187	.47928
2.56000	.50741	7.47920	2.19756	3.40341	.47540
2.57000	.50651	7.53905	2.20770	3.41489	.47155
2.58000	.50562	7.59913	2.21788	3.42631	.46772
2.59000	.50474	7.65945	2.22809	3.43767	.46391
2.60000	.50387	7.72000	2.23834	3.44898	.46012
2.61000	.50301	7.78078	2.24863	3.46023	.45636
2.62000	.50216	7.84180	2.25896	3.47143	.45263
2.63000	.50131	7.90305	2.26932	3.48257	.44891
2.64000	.50048	7.96453	2.27972	3.49365	.44522
2.65000	.49965	8.02625	2.29015	3.50468	.44156
2.66000	.49883	8.08820	2.30063	3.51565	.43792
2.67000	.49802	8.15038	2.31114	3.52657	.43430
2.68000	.49722	8.21280	2.32168	3.53743	.43070
2.69000	.49642	8.27545	2.33227	3.54824	.42714
2.70000	.49563	8.33833	2.34289	3.55899	.42359
2.71000	.49485	8.40145	2.35355	3.56969	.42007
2.72000	.49408	8.46480	2.36425	3.58033	.41657
2.73000	.49332	8.52838	2.37498	3.59092	.41310
2.74000	.49256	8.59220	2.38576	3.60146	.40965
2.75000	.49181	8.65625	2.39656	3.61194	.40623
2.76000	.49107	8.72053	2.40741	3.62237	.40283
2.77000	.49033	8.78505	2.41830	3.63274	.39945

2.78000	.48960	8.84980	2.42922	3.64307	.39610
2.79000	.48888	8.91478	2.44018	3.65334	.39277
2.80000	.48817	8.98000	2.45117	3.66355	.38946
2.81000	.48746	9.04545	2.46221	3.67372	.38618
2.82000	.48676	9.11113	2.47328	3.68383	.38293
2.83000	.48606	9.17705	2.48439	3.69389	.37969
2.84000	.48538	9.24320	2.49554	3.70389	.37649
2.85000	.48469	9.30958	2.50672	3.71385	.37330
2.86000	.48402	9.37620	2.51794	3.72375	.37014
2.87000	.48335	9.44305	2.52920	3.73361	.36700
2.88000	.48269	9.51013	2.54050	3.74341	.36389
2.89000	.48203	9.57745	2.55183	3.75316	.36080
2.90000	.48138	9.64500	2.56321	3.76286	.35773
2.91000	.48073	9.71278	2.57462	3.77251	.35469
2.92000	.48010	9.78080	2.58607	3.78212	.35167
2.93000	.47946	9.84905	2.59755	3.79167	.34867
2.94000	.47884	9.91753	2.60908	3.80117	.34570
2.95000	.47821	9.98625	2.62064	3.81062	.34275
2.96000	.47760	10.05520	2.63224	3.82002	.33982
2.97000	.47699	10.12438	2.64387	3.82937	.33692
2.98000	.47638	10.19380	2.65555	3.83868	.33404
2.99000	.47578	10.26345	2.66726	3.84794	.33118
3.00000	.47519	10.33333	2.67901	3.85714	.32834
3.01000	.47460	10.40345	2.69080	3.86630	.32553
3.02000	.47402	10.47380	2.70263	3.87541	.32274
3.03000	.47344	10.54438	2.71449	3.88448	.31997
3.04000	.47287	10.61520	2.72639	3.89350	.31723
3.05000	.47230	10.68625	2.73833	3.90246	.31450
3.06000	.47174	10.75753	2.75031	3.91139	.31180
3.07000	.47118	10.82905	2.76233	3.92026	.30912
3.08000	.47063	10.90080	2.77438	3.92909	.30646
3.09000	.47008	10.97278	2.78647	3.93788	.30383
3.10000	.46953	11.04500	2.79860	3.94661	.30121
3.11000	.46899	11.11745	2.81077	3.95530	.29862
3.12000	.46846	11.19013	2.82298	3.96395	.29605
3.13000	.46793	11.26305	2.83522	3.97255	.29350
3.14000	.46741	11.33620	2.84750	3.98110	.29097
3.15000	.46689	11.40958	2.85982	3.98961	.28846
3.16000	.46637	11.48320	2.87218	3.99808	.28597
3.17000	.46586	11.55705	2.88458	4.00650	.28350
3.18000	.46535	11.63113	2.89701	4.01488	.28106
3.19000	.46485	11.70545	2.90948	4.02321	.27863
3.20000	.46435	11.78000	2.92199	4.03150	.27623
3.21000	.46385	11.85478	2.93454	4.03974	.27384
3.22000	.46336	11.92980	2.94713	4.04794	.27148

3.23000	.46288	12.00505	2.95975	4.05610	.26914
3.24000	.46240	12.08053	2.97241	4.06422	.26681
3.25000	.46192	12.15625	2.98511	4.07229	.26451
3.26000	.46144	12.23220	2.99785	4.08032	.26222
3.27000	.46097	12.30838	3.01063	4.08831	.25996
3.28000	.46051	12.38480	3.02345	4.09625	.25771
3.29000	.46004	12.46145	3.03630	4.10416	.25548
3.30000	.45959	12.53833	3.04919	4.11202	.25328
3.31000	.45913	12.61545	3.06212	4.11984	.25109
3.32000	.45868	12.69280	3.07509	4.12762	.24892
3.33000	.45823	12.77038	3.08809	4.13536	.24677
3.34000	.45779	12.84820	3.10114	4.14306	.24463
3.35000	.45735	12.92625	3.11422	4.15072	.24252
3.36000	.45691	13.00453	3.12734	4.15833	.24043
3.37000	.45648	13.08305	3.14050	4.16591	.23835
3.38000	.45605	13.16180	3.15370	4.17345	.23629
3.39000	.45562	13.24078	3.16693	4.18095	.23425
3.40000	.45520	13.32000	3.18021	4.18841	.23223
3.41000	.45478	13.39945	3.19352	4.19583	.23022
3.42000	.45436	13.47913	3.20687	4.20321	.22823
3.43000	.45395	13.55905	3.22026	4.21055	.22626
3.44000	.45354	13.63920	3.23369	4.21785	.22431
3.45000	.45314	13.71958	3.24715	4.22511	.22237
3.46000	.45273	13.80020	3.26065	4.23234	.22045
3.47000	.45233	13.88105	3.27420	4.23953	.21855
3.48000	.45194	13.96213	3.28778	4.24668	.21667
3.49000	.45154	14.04345	3.30139	4.25379	.21480
3.50000	.45115	14.12500	3.31505	4.26087	.21295
3.51000	.45077	14.20678	3.32875	4.26791	.21111
3.52000	.45038	14.28880	3.34248	4.27491	.20929
3.53000	.45000	14.37105	3.35625	4.28188	.20749
3.54000	.44962	14.45353	3.37006	4.28880	.20570
3.55000	.44925	14.53625	3.38391	4.29570	.20393
3.56000	.44887	14.61920	3.39780	4.30255	.20218
3.57000	.44850	14.70238	3.41172	4.30937	.20044
3.58000	.44814	14.78580	3.42569	4.31616	.19871
3.59000	.44777	14.86945	3.43969	4.32291	.19701
3.60000	.44741	14.95333	3.45373	4.32962	.19531
3.61000	.44705	15.03745	3.46781	4.33630	.19363
3.62000	.44670	15.12180	3.48192	4.34294	.19197
3.63000	.44635	15.20638	3.49608	4.34955	.19032
3.64000	.44600	15.29120	3.51027	4.35613	.18869
3.65000	.44565	15.37625	3.52451	4.36267	.18707
3.66000	.44530	15.46153	3.53878	4.36918	.18547
3.67000	.44496	15.54705	3.55309	4.37565	.18388

3.68000	.44462	15.63280	3.56743	4.38209	.18230
3.69000	.44428	15.71878	3.58182	4.38849	.18074
3.70000	.44395	15.80500	3.59624	4.39486	.17919
3.71000	.44362	15.89145	3.61071	4.40120	.17766
3.72000	.44329	15.97813	3.62521	4.40751	.17614
3.73000	.44296	16.06505	3.63975	4.41378	.17464
3.74000	.44263	16.15220	3.65433	4.42002	.17314
3.75000	.44231	16.23958	3.66894	4.42623	.17166
3.76000	.44199	16.32720	3.68360	4.43241	.17020
3.77000	.44167	16.41505	3.69829	4.43855	.16875
3.78000	.44136	16.50313	3.71302	4.44466	.16731
3.79000	.44104	16.59145	3.72779	4.45074	.16588
3.80000	.44073	16.68000	3.74260	4.45679	.16447
3.81000	.44042	16.76878	3.75745	4.46281	.16307
3.82000	.44012	16.85780	3.77234	4.46879	.16168
3.83000	.43981	16.94705	3.78726	4.47475	.16031
3.84000	.43951	17.03653	3.80223	4.48067	.15895
3.85000	.43921	17.12625	3.81723	4.48657	.15760
3.86000	.43891	17.21620	3.83227	4.49243	.15626
3.87000	.43862	17.30638	3.84735	4.49827	.15493
3.88000	.43832	17.39680	3.86246	4.50407	.15362
3.89000	.43803	17.48745	3.87762	4.50984	.15232
3.90000	.43774	17.57833	3.89281	4.51559	.15103
3.91000	.43746	17.66945	3.90805	4.52130	.14975
3.92000	.43717	17.76080	3.92332	4.52699	.14848
3.93000	.43689	17.85238	3.93863	4.53264	.14723
3.94000	.43661	17.94420	3.95398	4.53827	.14598
3.95000	.43633	18.03625	3.96936	4.54387	.14475
3.96000	.43605	18.12853	3.98479	4.54944	.14353
3.97000	.43577	18.22105	4.00025	4.55498	.14232
3.98000	.43550	18.31380	4.01575	4.56049	.14112
3.99000	.43523	18.40678	4.03130	4.56597	.13993
4.00000	.43496	18.50000	4.04687	4.57143	.13876
4.01000	.43469	18.59345	4.06249	4.57686	.13759
4.02000	.43443	18.68713	4.07815	4.58226	.13643
4.03000	.43416	18.78105	4.09385	4.58763	.13529
4.04000	.43390	18.87520	4.10958	4.59298	.13415
4.05000	.43364	18.96958	4.12535	4.59829	.13303
4.06000	.43338	19.06420	4.14116	4.60359	.13191
4.07000	.43312	19.15905	4.15701	4.60885	.13081
4.08000	.43287	19.25413	4.17290	4.61409	.12972
4.09000	.43261	19.34945	4.18883	4.61930	.12863
4.10000	.43236	19.44500	4.20479	4.62448	.12756
4.11000	.43211	19.54078	4.22080	4.62964	.12649
4.12000	.43186	19.63680	4.23684	4.63478	.12544

4.13000	.43162	19.73305	4.25292	4.63988	.12439
4.14000	.43137	19.82953	4.26904	4.64496	.12335
4.15000	.43113	19.92625	4.28520	4.65002	.12233
4.16000	.43089	20.02320	4.30140	4.65505	.12131
4.17000	.43065	20.12038	4.31763	4.66005	.12030
4.18000	.43041	20.21780	4.33391	4.66503	.11930
4.19000	.43017	20.31545	4.35022	4.66998	.11831
4.20000	.42994	20.41333	4.36657	4.67491	.11733
4.21000	.42970	20.51145	4.38296	4.67982	.11636
4.22000	.42947	20.60980	4.39939	4.68470	.11540
4.23000	.42924	20.70838	4.41586	4.68955	.11444
4.24000	.42901	20.80720	4.43236	4.69438	.11350
4.25000	.42878	20.90625	4.44891	4.69919	.11256
4.26000	.42856	21.00553	4.46549	4.70397	.11163
4.27000	.42833	21.10505	4.48211	4.70873	.11071
4.28000	.42811	21.20480	4.49877	4.71346	.10980
4.29000	.42789	21.30478	4.51547	4.71817	.10890
4.30000	.42767	21.40500	4.53221	4.72286	.10800
4.31000	.42745	21.50545	4.54899	4.72753	.10711
4.32000	.42723	21.60613	4.56580	4.73217	.10623
4.33000	.42702	21.70705	4.58266	4.73678	.10536
4.34000	.42680	21.80820	4.59955	4.74138	.10450
4.35000	.42659	21.90958	4.61648	4.74595	.10364
4.36000	.42638	22.01120	4.63345	4.75050	.10280
4.37000	.42617	22.11305	4.65046	4.75503	.10196
4.38000	.42596	22.21513	4.66750	4.75953	.10112
4.39000	.42575	22.31745	4.68459	4.76401	.10030
4.40000	.42554	22.42000	4.70171	4.76847	.09948
4.41000	.42534	22.52278	4.71888	4.77291	.09867
4.42000	.42514	22.62580	4.73608	4.77733	.09787
4.43000	.42493	22.72905	4.75332	4.78172	.09707
4.44000	.42473	22.83253	4.77060	4.78609	.09628
4.45000	.42453	22.93625	4.78792	4.79044	.09550
4.46000	.42433	23.04020	4.80527	4.79477	.09473
4.47000	.42414	23.14438	4.82267	4.79908	.09396
4.48000	.42394	23.24880	4.84010	4.80337	.09320
4.49000	.42375	23.35345	4.85757	4.80764	.09244
4.50000	.42355	23.45833	4.87509	4.81188	.09170
4.51000	.42336	23.56345	4.89264	4.81611	.09096
4.52000	.42317	23.66880	4.91022	4.82031	.09022
4.53000	.42298	23.77438	4.92785	4.82449	.08950
4.54000	.42279	23.88020	4.94552	4.82866	.08878
4.55000	.42260	23.98625	4.96322	4.83280	.08806
4.56000	.42241	24.09253	4.98096	4.83692	.08735
4.57000	.42223	24.19905	4.99875	4.84102	.08665

4.58000	.42205	24.30580	5.01657	4.84511	.08596
4.59000	.42186	24.41278	5.03443	4.84917	.08527
4.60000	.42168	24.52000	5.05232	4.85321	.08459
4.61000	.42150	24.62745	5.07026	4.85723	.08391
4.62000	.42132	24.73513	5.08824	4.86124	.08324
4.63000	.42114	24.84305	5.10625	4.86522	.08257
4.64000	.42096	24.95120	5.12430	4.86919	.08192
4.65000	.42079	25.05958	5.14240	4.87313	.08126
4.66000	.42061	25.16820	5.16053	4.87706	.08062
4.67000	.42044	25.27705	5.17870	4.88097	.07998
4.68000	.42026	25.38613	5.19690	4.88486	.07934
4.69000	.42009	25.49545	5.21515	4.88873	.07871
4.70000	.41992	25.60500	5.23343	4.89258	.07809
4.71000	.41975	25.71478	5.25176	4.89641	.07747
4.72000	.41958	25.82480	5.27012	4.90023	.07685
4.73000	.41941	25.93505	5.28852	4.90403	.07625
4.74000	.41925	26.04553	5.30696	4.90780	.07564
4.75000	.41908	26.15625	5.32544	4.91156	.07505
4.76000	.41891	26.26720	5.34396	4.91531	.07445
4.77000	.41875	26.37838	5.36251	4.91903	.07387
4.78000	.41859	26.48980	5.38111	4.92274	.07329
4.79000	.41842	26.60145	5.39974	4.92643	.07271
4.80000	.41826	26.71333	5.41842	4.93010	.07214
4.81000	.41810	26.82545	5.43713	4.93375	.07157
4.82000	.41794	26.93780	5.45588	4.93739	.07101
4.83000	.41778	27.05038	5.47467	4.94101	.07046
4.84000	.41763	27.16320	5.49349	4.94461	.06991
4.85000	.41747	27.27625	5.51236	4.94820	.06936
4.86000	.41731	27.38953	5.53126	4.95177	.06882
4.87000	.41716	27.50305	5.55021	4.95532	.06828
4.88000	.41701	27.61680	5.56919	4.95885	.06775
4.89000	.41685	27.73078	5.58821	4.96237	.06722
4.90000	.41670	27.84500	5.60727	4.96587	.06670
4.91000	.41655	27.95945	5.62637	4.96936	.06618
4.92000	.41640	28.07413	5.64551	4.97283	.06567
4.93000	.41625	28.18905	5.66468	4.97628	.06516
4.94000	.41610	28.30420	5.68390	4.97972	.06465
4.95000	.41595	28.41958	5.70315	4.98314	.06415
4.96000	.41581	28.53520	5.72244	4.98654	.06366
4.97000	.41566	28.65105	5.74177	4.98993	.06317
4.98000	.41552	28.76713	5.76114	4.99330	.06268
4.99000	.41537	28.88345	5.78055	4.99666	

ANNEXES C :

LES TABLEAUX DES RESULTATS :

TABLEAU 01 :

RESULTATS OBTENUS POUR LES ONDES DE CHOC NORMALES

POUR : GAMMA=1.4

ET

M1=1.5, 5.0, 0.5

TABLEAU 02 :

RESULTATS OBTENUS POUR UNE ONDE DE CHOC OBLIQUE

SUIVIE D'UNE AUTRE DROITE.

POUR : GAMMA=1.4

ET

M1=1.5, 5.0, 0.5

TABLEAU 03 :

RESULTATS OBTENUS POUR DEUX ONDES DE CHOC OBLIQUES SUIVIE

D'UNE AUTRE DROITE

POUR : GAMMA=1.4

ET

M1=1.5, 5.0, 0.5

ANNEXAS

M1	M2	delta	alphad	delta1	alphad1	rps3	rts3	rmv3	rpt3
***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
1.50000	1.00107	11.66070	62.08887	.00953	87.34655	1.88790	1.20790	1.56296	.97470
1.50000	1.00019	11.66070	62.08887	.00899	86.84655	1.88986	1.20826	1.56412	.97470
1.50000	.99915	11.66070	62.08887	.00726	86.34655	1.89214	1.20867	1.56547	.97470
1.50000	.99797	11.66070	62.08887	.00413	85.84655	1.89476	1.20915	1.56701	.97470
1.50000	1.00426	11.55655	61.58887	.07570	84.73247	1.88316	1.20662	1.56070	.97588
1.50000	1.00256	11.55655	61.58887	.07466	84.23247	1.88691	1.20730	1.56292	.97588
1.50000	1.00071	11.55655	61.58887	.07141	83.73247	1.89098	1.20805	1.56532	.97588
1.50000	.99872	11.55655	61.58887	.06577	83.23247	1.89537	1.20885	1.56792	.97588
1.50000	.99660	11.55655	61.58887	.05756	82.73247	1.90008	1.20970	1.57070	.97588
1.50000	.99433	11.55655	61.58887	.04662	82.23247	1.90509	1.21061	1.57366	.97588
1.50000	.99193	11.55655	61.58887	.03277	81.73247	1.91041	1.21158	1.57679	.97588
1.50000	.98940	11.55655	61.58887	.01585	81.23247	1.91602	1.21260	1.58010	.97588
1.50000	1.00742	11.44204	61.08887	.17522	83.06690	1.87844	1.20534	1.55843	.97704
1.50000	1.00518	11.44204	61.08887	.17385	82.56690	1.88337	1.20624	1.56135	.97704
1.50000	1.00281	11.44204	61.08887	.16961	82.06690	1.88862	1.20720	1.56446	.97704
1.50000	1.00029	11.44204	61.08887	.16234	81.56690	1.89417	1.20822	1.56774	.97704
1.50000	.99765	11.44204	61.08887	.15186	81.06690	1.90003	1.20928	1.57120	.97704
1.50000	.99487	11.44204	61.08887	.13801	80.56690	1.90618	1.21040	1.57484	.97704
1.50000	.99196	11.44204	61.08887	.12063	80.06690	1.91262	1.21157	1.57864	.97704
1.50000	.98893	11.44204	61.08887	.09955	79.56690	1.91935	1.21278	1.58260	.97704
1.50000	.98578	11.44204	61.08887	.07464	79.06690	1.92635	1.21405	1.58672	.97704
1.50000	.98251	11.44204	61.08887	.04574	78.56690	1.93363	1.21536	1.59100	.97704
1.50000	.97913	11.44204	61.08887	.01270	78.06690	1.94116	1.21671	1.59542	.97703
1.50000	1.01055	11.31727	60.58887	.29930	81.75379	1.87375	1.20408	1.55617	.97819
1.50000	1.00788	11.31727	60.58887	.29766	81.25379	1.87963	1.20516	1.55966	.97819
1.50000	1.00507	11.31727	60.58887	.29263	80.75379	1.88583	1.20629	1.56333	.97819
1.50000	1.00213	11.31727	60.58887	.28404	80.25379	1.89233	1.20747	1.56718	.97819
1.50000	.99907	11.31727	60.58887	.27173	79.75379	1.89911	1.20871	1.57119	.97819
1.50000	.99588	11.31727	60.58887	.25554	79.25379	1.90619	1.20999	1.57537	.97820
1.50000	.99256	11.31727	60.58887	.23533	78.75379	1.91354	1.21133	1.57971	.97820
1.50000	.98913	11.31727	60.58887	.21093	78.25379	1.92117	1.21270	1.58420	.97820
1.50000	.98559	11.31727	60.58887	.18221	77.75379	1.92906	1.21412	1.58885	.97819
1.50000	.98194	11.31727	60.58887	.14903	77.25379	1.93720	1.21559	1.59363	.97819
1.50000	.97818	11.31727	60.58887	.11125	76.75379	1.94558	1.21709	1.59855	.97819
1.50000	.97432	11.31727	60.58887	.06874	76.25379	1.95421	1.21863	1.60361	.97818
1.50000	.97036	11.31727	60.58887	.02137	75.75379	1.96306	1.22021	1.60879	.97816
1.50000	1.01365	11.18236	60.08887	.44381	80.64370	1.86907	1.20282	1.55391	.97931
1.50000	1.01060	11.18236	60.08887	.44194	80.14370	1.87580	1.20406	1.55790	.97932
1.50000	1.00742	11.18236	60.08887	.43623	79.64370	1.88282	1.20534	1.56206	.97932
1.50000	1.00411	11.18236	60.08887	.42650	79.14370	1.89013	1.20668	1.56640	.97932
1.50000	1.00068	11.18236	60.08887	.41262	78.64370	1.89773	1.20806	1.57090	.97933
1.50000	.99713	11.18236	60.08887	.39442	78.14370	1.90561	1.20949	1.57555	.97933

ANNEXAS

1.50000	.99347	11.18236	60.08887	.37176	77.64370	1.91375	1.21096	1.58036	.97933
1.50000	.98969	11.18236	60.08887	.34451	77.14370	1.92215	1.21248	1.58531	.97933
1.50000	.98581	11.18236	60.08887	.31252	76.64370	1.93081	1.21403	1.59040	.97933
1.50000	.98183	11.18236	60.08887	.27566	76.14370	1.93970	1.21563	1.59563	.97933
1.50000	.97774	11.18236	60.08887	.23381	75.64370	1.94882	1.21726	1.60099	.97932
1.50000	.97357	11.18236	60.08887	.18685	75.14370	1.95816	1.21893	1.60646	.97931
1.50000	.96930	11.18236	60.08887	.13466	74.64370	1.96772	1.22063	1.61205	.97930
1.50000	.96495	11.18236	60.08887	.07713	74.14370	1.97747	1.22237	1.61774	.97928
1.50000	.96051	11.18236	60.08887	.01415	73.64370	1.98742	1.22413	1.62354	.97925
1.50000	1.01672	11.03741	59.58887	.60619	79.67108	1.86442	1.20158	1.55164	.98041
1.50000	1.01333	11.03741	59.58887	.60411	79.17108	1.87190	1.20295	1.55608	.98042
1.50000	1.00981	11.03741	59.58887	.59778	78.67108	1.87967	1.20438	1.56070	.98042
1.50000	1.00617	11.03741	59.58887	.58704	78.17108	1.88772	1.20585	1.56548	.98043
1.50000	1.00241	11.03741	59.58887	.57175	77.67108	1.89605	1.20736	1.57041	.98043
1.50000	.99854	11.03741	59.58887	.55175	77.17108	1.90465	1.20892	1.57549	.98044
1.50000	.99456	11.03741	59.58887	.52692	76.67108	1.91350	1.21052	1.58072	.98044
1.50000	.99047	11.03741	59.58887	.49712	76.17108	1.92260	1.21216	1.58609	.98045
1.50000	.98629	11.03741	59.58887	.46222	75.67108	1.93194	1.21384	1.59159	.98045
1.50000	.98201	11.03741	59.58887	.42209	75.17108	1.94150	1.21556	1.59721	.98045
1.50000	.97764	11.03741	59.58887	.37663	74.67108	1.95129	1.21731	1.60295	.98044
1.50000	.97318	11.03741	59.58887	.32571	74.17108	1.96127	1.21909	1.60881	.98043
1.50000	.96864	11.03741	59.58887	.26924	73.67108	1.97146	1.22090	1.61476	.98042
1.50000	.96402	11.03741	59.58887	.20710	73.17108	1.98182	1.22273	1.62081	.98040
1.50000	.95932	11.03741	59.58887	.13919	72.67108	1.99236	1.22460	1.62695	.98037
1.50000	.95456	11.03741	59.58887	.06544	72.17108	2.00307	1.22649	1.63317	.98033
1.50000	1.01976	10.88254	59.08887	.78459	78.80014	1.85978	1.20035	1.54937	.98149
1.50000	1.01604	10.88254	59.08887	.78233	78.30014	1.86796	1.20185	1.55423	.98149
1.50000	1.01221	10.88254	59.08887	.77544	77.80014	1.87642	1.20340	1.55926	.98150
1.50000	1.00826	10.88254	59.08887	.76377	77.30014	1.88516	1.20500	1.56445	.98151
1.50000	1.00421	10.88254	59.08887	.74719	76.80014	1.89416	1.20664	1.56979	.98152
1.50000	1.00004	10.88254	59.08887	.72556	76.30014	1.90342	1.20832	1.57527	.98153
1.50000	.99577	10.88254	59.08887	.69874	75.80014	1.91293	1.21004	1.58089	.98153
1.50000	.99140	10.88254	59.08887	.66662	75.30014	1.92267	1.21179	1.58664	.98154
1.50000	.98694	10.88254	59.08887	.62907	74.80014	1.93264	1.21358	1.59251	.98154
1.50000	.98239	10.88254	59.08887	.58597	74.30014	1.94282	1.21540	1.59850	.98155
1.50000	.97776	10.88254	59.08887	.53722	73.80014	1.95320	1.21726	1.60459	.98154
1.50000	.97304	10.88254	59.08887	.48271	73.30014	1.96378	1.21914	1.61079	.98153
1.50000	.96825	10.88254	59.08887	.42234	72.80014	1.97454	1.22105	1.61708	.98152
1.50000	.96339	10.88254	59.08887	.35602	72.30014	1.98547	1.22298	1.62346	.98150
1.50000	.95846	10.88254	59.08887	.28366	71.80014	1.99655	1.22494	1.62991	.98147
1.50000	.95347	10.88254	59.08887	.20516	71.30014	2.00778	1.22692	1.63644	.98143
1.50000	.94841	10.88254	59.08887	.12046	70.80014	2.01914	1.22892	1.64302	.98137
1.50000	.94331	10.88254	59.08887	.02947	70.30014	2.03062	1.23094	1.64966	.98131
1.50000	1.02275	10.71784	58.58887	.97763	78.00872	1.85517	1.19914	1.54708	.98252
1.50000	1.01874	10.71784	58.58887	.97519	77.50872	1.86400	1.20076	1.55235	.98253

ANNEXAS

1.50000	1.01462	10.71784	58.58887	.96778	77.00872	1.87311	1.20243	1.55777	.98254
1.50000	1.01038	10.71784	58.58887	.95525	76.50872	1.88249	1.20414	1.56334	.98256
1.50000	1.00604	10.71784	58.58887	.93748	76.00872	1.89212	1.20590	1.56906	.98257
1.50000	1.00160	10.71784	58.58887	.91433	75.50872	1.90200	1.20769	1.57491	.98258
1.50000	.99706	10.71784	58.58887	.88568	75.00872	1.91212	1.20952	1.58089	.98259
1.50000	.99243	10.71784	58.58887	.85141	74.50872	1.92246	1.21138	1.58700	.98260
1.50000	.98772	10.71784	58.58887	.81141	74.00872	1.93301	1.21327	1.59322	.98261
1.50000	.98292	10.71784	58.58887	.76557	73.50872	1.94376	1.21519	1.59955	.98262
1.50000	.97804	10.71784	58.58887	.71379	73.00872	1.95471	1.21714	1.60598	.98262
1.50000	.97309	10.71784	58.58887	.65596	72.50872	1.96584	1.21912	1.61250	.98261
1.50000	.96807	10.71784	58.58887	.59201	72.00872	1.97713	1.22112	1.61911	.98260
1.50000	.96298	10.71784	58.58887	.52184	71.50872	1.98857	1.22315	1.62579	.98258
1.50000	.95784	10.71784	58.58887	.44537	71.00872	2.00016	1.22519	1.63253	.98255
1.50000	.95263	10.71784	58.58887	.36252	70.50872	2.01188	1.22725	1.63934	.98250
1.50000	.94738	10.71784	58.58887	.27323	70.00872	2.02371	1.22933	1.64619	.98245
1.50000	.94207	10.71784	58.58887	.17741	69.50872	2.03565	1.23142	1.65309	.98238
1.50000	.93672	10.71784	58.58887	.07501	69.00872	2.04768	1.23353	1.66001	.98229
1.50000	1.02570	10.54343	58.08887	1.18416	77.28199	1.85057	1.19794	1.54479	.98352
1.50000	1.02141	10.54343	58.08887	1.18156	76.78199	1.86002	1.19968	1.55043	.98354
1.50000	1.01701	10.54343	58.08887	1.17366	76.28199	1.86974	1.20146	1.55623	.98355
1.50000	1.01251	10.54343	58.08887	1.16033	75.78199	1.87973	1.20328	1.56216	.98357
1.50000	1.00790	10.54343	58.08887	1.14144	75.28199	1.88996	1.20515	1.56824	.98359
1.50000	1.00320	10.54343	58.08887	1.11688	74.78199	1.90042	1.20704	1.57444	.98361
1.50000	.99841	10.54343	58.08887	1.08651	74.28199	1.91111	1.20897	1.58077	.98362
1.50000	.99354	10.54343	58.08887	1.05024	73.78199	1.92202	1.21093	1.58722	.98364
1.50000	.98858	10.54343	58.08887	1.00795	73.28199	1.93313	1.21292	1.59377	.98365
1.50000	.98354	10.54343	58.08887	.95955	72.78199	1.94442	1.21494	1.60042	.98366
1.50000	.97844	10.54343	58.08887	.90494	72.28199	1.95590	1.21699	1.60717	.98366
1.50000	.97327	10.54343	58.08887	.84403	71.78199	1.96754	1.21905	1.61399	.98366
1.50000	.96803	10.54343	58.08887	.77674	71.28199	1.97933	1.22114	1.62089	.98365
1.50000	.96274	10.54343	58.08887	.70299	70.78199	1.99127	1.22324	1.62786	.98363
1.50000	.95739	10.54343	58.08887	.62270	70.28199	2.00333	1.22537	1.63488	.98360
1.50000	.95199	10.54343	58.08887	.53580	69.78199	2.01550	1.22751	1.64195	.98356
1.50000	.94654	10.54343	58.08887	.44223	69.28199	2.02777	1.22966	1.64905	.98350
1.50000	.94106	10.54343	58.08887	.34193	68.78199	2.04013	1.23182	1.65619	.98342
1.50000	.93553	10.54343	58.08887	.23484	68.28199	2.05257	1.23400	1.66335	.98333
1.50000	.92997	10.54343	58.08887	.12091	67.78199	2.06506	1.23618	1.67052	.98321
1.50000	.92438	10.54343	58.08887	.00008	67.28199	2.07760	1.23837	1.67769	.98307
1.50000	1.02861	10.35939	57.58887	1.40325	76.60941	1.84598	1.19676	1.54249	.98448
1.50000	1.02405	10.35939	57.58887	1.40049	76.10941	1.85603	1.19861	1.54849	.98450
1.50000	1.01939	10.35939	57.58887	1.39213	75.60941	1.86634	1.20050	1.55464	.98452
1.50000	1.01463	10.35939	57.58887	1.37804	75.10941	1.87690	1.20243	1.56092	.98454
1.50000	1.00977	10.35939	57.58887	1.35810	74.60941	1.88770	1.20439	1.56734	.98457
1.50000	1.00483	10.35939	57.58887	1.33220	74.10941	1.89872	1.20639	1.57389	.98459
1.50000	.99979	10.35939	57.58887	1.30022	73.60941	1.90996	1.20842	1.58055	.98462

ANNEXAS

1.50000	.99468	10.35939	57.58887	1.26206	73.10941	1.92140	1.21047	1.58732	.98464
1.50000	.98950	10.35939	57.58887	1.21762	72.60941	1.93304	1.21256	1.59418	.98466
1.50000	.98424	10.35939	57.58887	1.16681	72.10941	1.94485	1.21466	1.60114	.98467
1.50000	.97892	10.35939	57.58887	1.10954	71.60941	1.95683	1.21679	1.60818	.98468
1.50000	.97354	10.35939	57.58887	1.04574	71.10941	1.96896	1.21894	1.61530	.98468
1.50000	.96810	10.35939	57.58887	.97532	70.60941	1.98122	1.22111	1.62248	.98468
1.50000	.96262	10.35939	57.58887	.89820	70.10941	1.99362	1.22329	1.62972	.98466
1.50000	.95708	10.35939	57.58887	.81433	69.60941	2.00613	1.22549	1.63700	.98463
1.50000	.95150	10.35939	57.58887	.72365	69.10941	2.01873	1.22770	1.64432	.98459
1.50000	.94587	10.35939	57.58887	.62608	68.60941	2.03142	1.22992	1.65167	.98453
1.50000	.94022	10.35939	57.58887	.52158	68.10941	2.04418	1.23215	1.65903	.98445
1.50000	.93453	10.35939	57.58887	.41010	67.60941	2.05700	1.23439	1.66641	.98435
1.50000	.92881	10.35939	57.58887	.29159	67.10941	2.06986	1.23663	1.67378	.98423
1.50000	.92306	10.35939	57.58887	.16602	66.60941	2.08275	1.23888	1.68115	.98408
1.50000	.91730	10.35939	57.58887	.03333	66.10941	2.09565	1.24113	1.68849	.98390
1.50000	1.03147	10.16584	57.08887	1.63408	75.98314	1.84141	1.19559	1.54017	.98539
1.50000	1.02666	10.16584	57.08887	1.63117	75.48314	1.85203	1.19755	1.54652	.98542
1.50000	1.02174	10.16584	57.08887	1.62238	74.98314	1.86290	1.19954	1.55301	.98544
1.50000	1.01673	10.16584	57.08887	1.60757	74.48314	1.87401	1.20157	1.55963	.98547
1.50000	1.01164	10.16584	57.08887	1.58663	73.98314	1.88536	1.20364	1.56638	.98550
1.50000	1.00646	10.16584	57.08887	1.55946	73.48314	1.89692	1.20573	1.57325	.98554
1.50000	1.00120	10.16584	57.08887	1.52594	72.98314	1.90868	1.20785	1.58023	.98557
1.50000	.99586	10.16584	57.08887	1.48600	72.48314	1.92064	1.21000	1.58731	.98560
1.50000	.99046	10.16584	57.08887	1.43952	71.98314	1.93278	1.21217	1.59448	.98562
1.50000	.98500	10.16584	57.08887	1.38644	71.48314	1.94508	1.21436	1.60173	.98564
1.50000	.97947	10.16584	57.08887	1.32666	70.98314	1.95754	1.21657	1.60906	.98566
1.50000	.97389	10.16584	57.08887	1.26012	70.48314	1.97014	1.21880	1.61645	.98567
1.50000	.96826	10.16584	57.08887	1.18674	69.98314	1.98286	1.22105	1.62390	.98567
1.50000	.96259	10.16584	57.08887	1.10646	69.48314	1.99569	1.22330	1.63140	.98566
1.50000	.95687	10.16584	57.08887	1.01921	68.98314	2.00863	1.22557	1.63893	.98563
1.50000	.95112	10.16584	57.08887	.92495	68.48314	2.02164	1.22785	1.64649	.98559
1.50000	.94533	10.16584	57.08887	.82362	67.98314	2.03473	1.23014	1.65407	.98553
1.50000	.93951	10.16584	57.08887	.71517	67.48314	2.04787	1.23243	1.66165	.98545
1.50000	.93367	10.16584	57.08887	.59956	66.98314	2.06105	1.23473	1.66923	.98535
1.50000	.92780	10.16584	57.08887	.47675	66.48314	2.07426	1.23703	1.67680	.98522
1.50000	.92191	10.16584	57.08887	.34670	65.98314	2.08747	1.23933	1.68435	.98506
1.50000	.91601	10.16584	57.08887	.20938	65.48314	2.10069	1.24164	1.69187	.98488
1.50000	.91009	10.16584	57.08887	.06477	64.98314	2.11388	1.24394	1.69935	.98466
1.50000	1.03429	9.96285	56.58887	1.87594	75.39718	1.83685	1.19445	1.53782	.98625
1.50000	1.02922	9.96285	56.58887	1.87289	74.89718	1.84802	1.19651	1.54451	.98628
1.50000	1.02406	9.96285	56.58887	1.86368	74.39718	1.85943	1.19860	1.55133	.98632
1.50000	1.01882	9.96285	56.58887	1.84818	73.89718	1.87108	1.20073	1.55829	.98636
1.50000	1.01349	9.96285	56.58887	1.82629	73.39718	1.88295	1.20289	1.56536	.98639
1.50000	1.00808	9.96285	56.58887	1.79791	72.89718	1.89503	1.20507	1.57254	.98643
1.50000	1.00260	9.96285	56.58887	1.76294	72.39718	1.90730	1.20728	1.57983	.98647

ANNEXAS

1.50000	.99706	9.96285	56.58887	1.72130	71.89718	1.91975	1.20952	1.58721	.98651
1.50000	.99145	9.96285	56.58887	1.67289	71.39718	1.93238	1.21177	1.59467	.98655
1.50000	.98578	9.96285	56.58887	1.61764	70.89718	1.94516	1.21405	1.60221	.98658
1.50000	.98006	9.96285	56.58887	1.55548	70.39718	1.95807	1.21634	1.60981	.98660
1.50000	.97430	9.96285	56.58887	1.48634	69.89718	1.97112	1.21864	1.61747	.98662
1.50000	.96849	9.96285	56.58887	1.41015	69.39718	1.98428	1.22096	1.62518	.98662
1.50000	.96264	9.96285	56.58887	1.32686	68.89718	1.99753	1.22328	1.63293	.98662
1.50000	.95675	9.96285	56.58887	1.23642	68.39718	2.01087	1.22562	1.64070	.98659
1.50000	.95083	9.96285	56.58887	1.13877	67.89718	2.02428	1.22796	1.64849	.98656
1.50000	.94489	9.96285	56.58887	1.03388	67.39718	2.03775	1.23031	1.65628	.98650
1.50000	.93892	9.96285	56.58887	.92169	66.89718	2.05125	1.23267	1.66408	.98642
1.50000	.93293	9.96285	56.58887	.80217	66.39718	2.06478	1.23502	1.67186	.98631
1.50000	.92692	9.96285	56.58887	.67530	65.89718	2.07831	1.23737	1.67962	.98618
1.50000	.92090	9.96285	56.58887	.54103	65.39718	2.09185	1.23973	1.68734	.98602
1.50000	.91486	9.96285	56.58887	.39935	64.89718	2.10535	1.24208	1.69502	.98583
1.50000	.90882	9.96285	56.58887	.25022	64.39718	2.11883	1.24443	1.70265	.98560
1.50000	.90278	9.96285	56.58887	.09362	63.89718	2.13225	1.24677	1.71021	.98533
1.50000	1.03705	9.75053	56.08887	2.12819	74.84680	1.83229	1.19332	1.53546	.98706
1.50000	1.03174	9.75053	56.08887	2.12501	74.34680	1.84400	1.19548	1.54247	.98709
1.50000	1.02635	9.75053	56.08887	2.11540	73.84680	1.85594	1.19767	1.54962	.98714
1.50000	1.02088	9.75053	56.08887	2.09924	73.34680	1.86811	1.19990	1.55689	.98718
1.50000	1.01532	9.75053	56.08887	2.07644	72.84680	1.88049	1.20215	1.56427	.98723
1.50000	1.00970	9.75053	56.08887	2.04691	72.34680	1.89306	1.20442	1.57176	.98728
1.50000	1.00401	9.75053	56.08887	2.01055	71.84680	1.90583	1.20672	1.57935	.98733
1.50000	.99826	9.75053	56.08887	1.96728	71.34680	1.91876	1.20903	1.58702	.98738
1.50000	.99245	9.75053	56.08887	1.91702	70.84680	1.93185	1.21137	1.59477	.98743
1.50000	.98659	9.75053	56.08887	1.85971	70.34680	1.94509	1.21372	1.60258	.98747
1.50000	.98069	9.75053	56.08887	1.79528	69.84680	1.95845	1.21609	1.61045	.98750
1.50000	.97474	9.75053	56.08887	1.72366	69.34680	1.97193	1.21846	1.61837	.98752
1.50000	.96875	9.75053	56.08887	1.64481	68.84680	1.98551	1.22085	1.62633	.98754
1.50000	.96274	9.75053	56.08887	1.55866	68.34680	1.99917	1.22324	1.63432	.98754
1.50000	.95669	9.75053	56.08887	1.46518	67.84680	2.01290	1.22564	1.64232	.98752
1.50000	.95062	9.75053	56.08887	1.36431	67.34680	2.02669	1.22805	1.65033	.98749
1.50000	.94452	9.75053	56.08887	1.25603	66.84680	2.04052	1.23046	1.65834	.98743
1.50000	.93841	9.75053	56.08887	1.14029	66.34680	2.05437	1.23287	1.66634	.98735
1.50000	.93228	9.75053	56.08887	1.01707	65.84680	2.06823	1.23527	1.67431	.98725
1.50000	.92614	9.75053	56.08887	.88634	65.34680	2.08208	1.23768	1.68225	.98712
1.50000	.91999	9.75053	56.08887	.74807	64.84680	2.09591	1.24008	1.69014	.98695
1.50000	.91384	9.75053	56.08887	.60224	64.34680	2.10971	1.24248	1.69798	.98675
1.50000	.90768	9.75053	56.08887	.44884	63.84680	2.12345	1.24487	1.70575	.98651
1.50000	.90152	9.75053	56.08887	.28784	63.34680	2.13712	1.24726	1.71345	.98623
1.50000	.89536	9.75053	56.08887	.11924	62.84680	2.15070	1.24964	1.72106	.98590
1.50000	1.03976	9.52896	55.58887	2.39027	74.32818	1.82774	1.19222	1.53306	.98780
1.50000	1.03422	9.52896	55.58887	2.38696	73.82818	1.83997	1.19448	1.54040	.98785
1.50000	1.02860	9.52896	55.58887	2.37696	73.32818	1.85242	1.19676	1.54786	.98790

ANNEXAS

1.50000	1.02290	9.52896	55.58887	2.36017	72.82818	1.86509	1.19908	1.55544	.98796
1.50000	1.01713	9.52896	55.58887	2.33650	72.32818	1.87797	1.20141	1.56313	.98802
1.50000	1.01130	9.52896	55.58887	2.30586	71.82818	1.89103	1.20377	1.57092	.98808
1.50000	1.00540	9.52896	55.58887	2.26816	71.32818	1.90427	1.20615	1.57879	.98814
1.50000	.99946	9.52896	55.58887	2.22334	70.82818	1.91767	1.20855	1.58675	.98820
1.50000	.99346	9.52896	55.58887	2.17132	70.32818	1.93121	1.21097	1.59477	.98826
1.50000	.98741	9.52896	55.58887	2.11203	69.82818	1.94489	1.21339	1.60286	.98831
1.50000	.98133	9.52896	55.58887	2.04543	69.32818	1.95869	1.21583	1.61099	.98835
1.50000	.97521	9.52896	55.58887	1.97145	68.82818	1.97259	1.21828	1.61916	.98839
1.50000	.96906	9.52896	55.58887	1.89004	68.32818	1.98657	1.22073	1.62737	.98841
1.50000	.96288	9.52896	55.58887	1.80117	67.82818	2.00063	1.22319	1.63559	.98842
1.50000	.95668	9.52896	55.58887	1.70478	67.32818	2.01474	1.22565	1.64381	.98841
1.50000	.95045	9.52896	55.58887	1.60085	66.82818	2.02889	1.22811	1.65204	.98838
1.50000	.94421	9.52896	55.58887	1.48934	66.32818	2.04307	1.23058	1.66025	.98833
1.50000	.93796	9.52896	55.58887	1.37022	65.82818	2.05726	1.23304	1.66845	.98826
1.50000	.93170	9.52896	55.58887	1.24347	65.32818	2.07144	1.23550	1.67660	.98815
1.50000	.92544	9.52896	55.58887	1.10907	64.82818	2.08560	1.23795	1.68471	.98802
1.50000	.91917	9.52896	55.58887	.96699	64.32818	2.09972	1.24040	1.69277	.98785
1.50000	.91290	9.52896	55.58887	.81723	63.82818	2.11378	1.24285	1.70076	.98764
1.50000	.90663	9.52896	55.58887	.65976	63.32818	2.12778	1.24528	1.70867	.98739
1.50000	.90037	9.52896	55.58887	.49458	62.82818	2.14169	1.24771	1.71650	.98710
1.50000	.89411	9.52896	55.58887	.32168	62.32818	2.15549	1.25012	1.72423	.98676
1.50000	.88786	9.52896	55.58887	.14105	61.82818	2.16918	1.25253	1.73185	.98638
1.50000	1.04241	9.29822	55.08887	2.66164	73.83818	1.82319	1.19114	1.53063	.98848
1.50000	1.03664	9.29822	55.08887	2.65820	73.33818	1.83592	1.19349	1.53828	.98853
1.50000	1.03080	9.29822	55.08887	2.64783	72.83818	1.84888	1.19587	1.54606	.98860
1.50000	1.02489	9.29822	55.08887	2.63044	72.33818	1.86204	1.19827	1.55394	.98867
1.50000	1.01891	9.29822	55.08887	2.60593	71.83818	1.87540	1.20069	1.56193	.98874
1.50000	1.01287	9.29822	55.08887	2.57422	71.33818	1.88893	1.20314	1.57001	.98881
1.50000	1.00678	9.29822	55.08887	2.53524	70.83818	1.90264	1.20560	1.57817	.98889
1.50000	1.00064	9.29822	55.08887	2.48893	70.33818	1.91649	1.20807	1.58640	.98896
1.50000	.99446	9.29822	55.08887	2.43521	69.83818	1.93048	1.21056	1.59469	.98903
1.50000	.98824	9.29822	55.08887	2.37404	69.33818	1.94459	1.21306	1.60304	.98909
1.50000	.98198	9.29822	55.08887	2.30535	68.83818	1.95880	1.21557	1.61143	.98915
1.50000	.97569	9.29822	55.08887	2.22911	68.33818	1.97311	1.21808	1.61985	.98920
1.50000	.96938	9.29822	55.08887	2.14526	67.83818	1.98749	1.22060	1.62829	.98923
1.50000	.96305	9.29822	55.08887	2.05378	67.33818	2.00193	1.22312	1.63674	.98925
1.50000	.95670	9.29822	55.08887	1.95462	66.83818	2.01641	1.22564	1.64519	.98925
1.50000	.95033	9.29822	55.08887	1.84775	66.33818	2.03092	1.22816	1.65362	.98923
1.50000	.94396	9.29822	55.08887	1.73316	65.83818	2.04543	1.23068	1.66204	.98919
1.50000	.93758	9.29822	55.08887	1.61082	65.33818	2.05995	1.23319	1.67042	.98912
1.50000	.93119	9.29822	55.08887	1.48070	64.83818	2.07444	1.23570	1.67875	.98901
1.50000	.92480	9.29822	55.08887	1.34280	64.33818	2.08889	1.23820	1.68703	.98888
1.50000	.91842	9.29822	55.08887	1.19709	63.83818	2.10329	1.24070	1.69525	.98871
1.50000	.91204	9.29822	55.08887	1.04358	63.33818	2.11761	1.24318	1.70338	.98850

ANNEXAS

1.50000	.90567	9.29822	55.08887	.88224	62.83818	2.13185	1.24565	1.71143	.98825
1.50000	.89930	9.29822	55.08887	.71308	62.33818	2.14599	1.24812	1.71938	.98795
1.50000	.89295	9.29822	55.08887	.53609	61.83818	2.16001	1.25057	1.72722	.98760
1.50000	.88662	9.29822	55.08887	.35126	61.33818	2.17389	1.25301	1.73494	.98719
1.50000	.88029	9.29822	55.08887	.15860	60.83818	2.18762	1.25543	1.74253	.98673
1.50000	1.04500	9.05840	54.58887	2.94182	73.37419	1.81864	1.19008	1.52817	.98908
1.50000	1.03902	9.05840	54.58887	2.93827	72.87419	1.83187	1.19252	1.53613	.98915
1.50000	1.03296	9.05840	54.58887	2.92754	72.37419	1.84531	1.19499	1.54420	.98923
1.50000	1.02684	9.05840	54.58887	2.90956	71.87419	1.85895	1.19748	1.55239	.98931
1.50000	1.02065	9.05840	54.58887	2.88424	71.37419	1.87278	1.19999	1.56067	.98939
1.50000	1.01442	9.05840	54.58887	2.85151	70.87419	1.88678	1.20251	1.56903	.98948
1.50000	1.00814	9.05840	54.58887	2.81130	70.37419	1.90093	1.20505	1.57747	.98957
1.50000	1.00181	9.05840	54.58887	2.76355	69.87419	1.91523	1.20760	1.58597	.98966
1.50000	.99545	9.05840	54.58887	2.70821	69.37419	1.92965	1.21016	1.59453	.98974
1.50000	.98905	9.05840	54.58887	2.64521	68.87419	1.94418	1.21273	1.60314	.98982
1.50000	.98263	9.05840	54.58887	2.57453	68.37419	1.95881	1.21531	1.61178	.98989
1.50000	.97618	9.05840	54.58887	2.49611	67.87419	1.97351	1.21789	1.62044	.98995
1.50000	.96972	9.05840	54.58887	2.40992	67.37419	1.98827	1.22047	1.62911	.99000
1.50000	.96323	9.05840	54.58887	2.31594	66.87419	2.00308	1.22305	1.63778	.99003
1.50000	.95674	9.05840	54.58887	2.21412	66.37419	2.01792	1.22562	1.64644	.99004
1.50000	.95024	9.05840	54.58887	2.10445	65.87419	2.03277	1.22820	1.65509	.99003
1.50000	.94373	9.05840	54.58887	1.98691	65.37419	2.04762	1.23077	1.66369	.99000
1.50000	.93723	9.05840	54.58887	1.86148	64.87419	2.06245	1.23333	1.67226	.98993
1.50000	.93072	9.05840	54.58887	1.72814	64.37419	2.07724	1.23589	1.68077	.98984
1.50000	.92422	9.05840	54.58887	1.58690	63.87419	2.09198	1.23843	1.68922	.98970
1.50000	.91773	9.05840	54.58887	1.43773	63.37419	2.10664	1.24097	1.69758	.98953
1.50000	.91124	9.05840	54.58887	1.28063	62.87419	2.12122	1.24349	1.70586	.98932
1.50000	.90477	9.05840	54.58887	1.11560	62.37419	2.13570	1.24600	1.71404	.98906
1.50000	.89831	9.05840	54.58887	.94264	61.87419	2.15006	1.24850	1.72211	.98876
1.50000	.89187	9.05840	54.58887	.76174	61.37419	2.16428	1.25098	1.73006	.98840
1.50000	.88545	9.05840	54.58887	.57291	60.87419	2.17835	1.25345	1.73788	.98798
1.50000	.87905	9.05840	54.58887	.37616	60.37419	2.19225	1.25591	1.74555	.98750
1.50000	.87266	9.05840	54.58887	.17148	59.87419	2.20596	1.25834	1.75307	.98696
1.50000	1.04754	8.80957	54.08887	3.23038	72.93398	1.81408	1.18904	1.52566	.98961
1.50000	1.04134	8.80957	54.08887	3.22671	72.43398	1.82779	1.19158	1.53392	.98969
1.50000	1.03507	8.80957	54.08887	3.21564	71.93398	1.84171	1.19413	1.54230	.98978
1.50000	1.02874	8.80957	54.08887	3.19709	71.43398	1.85582	1.19670	1.55078	.98988
1.50000	1.02236	8.80957	54.08887	3.17099	70.93398	1.87011	1.19930	1.55934	.98998
1.50000	1.01593	8.80957	54.08887	3.13727	70.43398	1.88456	1.20190	1.56799	.99008
1.50000	1.00946	8.80957	54.08887	3.09587	69.93398	1.89916	1.20452	1.57670	.99019
1.50000	1.00296	8.80957	54.08887	3.04674	69.43398	1.91389	1.20714	1.58547	.99029
1.50000	.99642	8.80957	54.08887	2.98982	68.93398	1.92873	1.20977	1.59429	.99039
1.50000	.98986	8.80957	54.08887	2.92508	68.43398	1.94368	1.21241	1.60315	.99049
1.50000	.98327	8.80957	54.08887	2.85248	67.93398	1.95870	1.21505	1.61203	.99058
1.50000	.97667	8.80957	54.08887	2.77197	67.43398	1.97379	1.21769	1.62093	.99065

ANNEXAS

1.50000	.97006	8.80957	54.08887	2.68353	66.93398	1.98893	1.22033	1.62983	.99071
1.50000	.96343	8.80957	54.08887	2.58714	66.43398	2.00410	1.22297	1.63872	.99076
1.50000	.95680	8.80957	54.08887	2.48278	65.93398	2.01929	1.22560	1.64759	.99078
1.50000	.95017	8.80957	54.08887	2.37042	65.43398	2.03448	1.22823	1.65644	.99078
1.50000	.94354	8.80957	54.08887	2.25005	64.93398	2.04965	1.23085	1.66524	.99076
1.50000	.93691	8.80957	54.08887	2.12166	64.43398	2.06478	1.23346	1.67398	.99070
1.50000	.93029	8.80957	54.08887	1.98524	63.93398	2.07987	1.23606	1.68266	.99061
1.50000	.92368	8.80957	54.08887	1.84079	63.43398	2.09488	1.23864	1.69127	.99048
1.50000	.91708	8.80957	54.08887	1.68831	62.93398	2.10981	1.24122	1.69979	.99032
1.50000	.91049	8.80957	54.08887	1.52779	62.43398	2.12464	1.24378	1.70821	.99010
1.50000	.90393	8.80957	54.08887	1.35923	61.93398	2.13934	1.24633	1.71651	.98984
1.50000	.89738	8.80957	54.08887	1.18263	61.43398	2.15391	1.24886	1.72470	.98953
1.50000	.89085	8.80957	54.08887	.99801	60.93398	2.16833	1.25138	1.73276	.98916
1.50000	.88435	8.80957	54.08887	.80537	60.43398	2.18258	1.25388	1.74067	.98873
1.50000	.87787	8.80957	54.08887	.60471	59.93398	2.19664	1.25636	1.74842	.98824
1.50000	.87141	8.80957	54.08887	.39603	59.43398	2.21050	1.25882	1.75601	.98768
1.50000	.86499	8.80957	54.08887	.17936	58.93398	2.22414	1.26126	1.76342	.98705
1.50000	1.05001	8.55180	53.58887	3.52689	72.51567	1.80950	1.18803	1.52311	.99006
1.50000	1.04360	8.55180	53.58887	3.52311	72.01567	1.82369	1.19065	1.53167	.99015
1.50000	1.03712	8.55180	53.58887	3.51170	71.51567	1.83808	1.19329	1.54034	.99026
1.50000	1.03059	8.55180	53.58887	3.49261	71.01567	1.85265	1.19595	1.54911	.99037
1.50000	1.02402	8.55180	53.58887	3.46575	70.51567	1.86740	1.19862	1.55795	.99049
1.50000	1.01741	8.55180	53.58887	3.43108	70.01567	1.88229	1.20130	1.56688	.99061
1.50000	1.01076	8.55180	53.58887	3.38853	69.51567	1.89732	1.20399	1.57586	.99073
1.50000	1.00408	8.55180	53.58887	3.33806	69.01567	1.91248	1.20669	1.58490	.99086
1.50000	.99737	8.55180	53.58887	3.27964	68.51567	1.92773	1.20939	1.59397	.99098
1.50000	.99065	8.55180	53.58887	3.21321	68.01567	1.94308	1.21209	1.60308	.99109
1.50000	.98391	8.55180	53.58887	3.13875	67.51567	1.95850	1.21480	1.61220	.99119
1.50000	.97715	8.55180	53.58887	3.05623	67.01567	1.97397	1.21750	1.62133	.99129
1.50000	.97039	8.55180	53.58887	2.96564	66.51567	1.98947	1.22020	1.63045	.99136
1.50000	.96363	8.55180	53.58887	2.86694	66.01567	2.00500	1.22289	1.63956	.99142
1.50000	.95687	8.55180	53.58887	2.76012	65.51567	2.02053	1.22557	1.64864	.99146
1.50000	.95011	8.55180	53.58887	2.64517	65.01567	2.03604	1.22825	1.65768	.99148
1.50000	.94335	8.55180	53.58887	2.52209	64.51567	2.05153	1.23092	1.66667	.99146
1.50000	.93661	8.55180	53.58887	2.39086	64.01567	2.06696	1.23357	1.67559	.99142
1.50000	.92988	8.55180	53.58887	2.25149	63.51567	2.08233	1.23622	1.68444	.99133
1.50000	.92316	8.55180	53.58887	2.10398	63.01567	2.09761	1.23884	1.69320	.99121
1.50000	.91646	8.55180	53.58887	1.94831	62.51567	2.11280	1.24146	1.70187	.99105
1.50000	.90978	8.55180	53.58887	1.78451	62.01567	2.12786	1.24406	1.71042	.99084
1.50000	.90313	8.55180	53.58887	1.61257	61.51567	2.14279	1.24664	1.71886	.99058
1.50000	.89649	8.55180	53.58887	1.43251	61.01567	2.15757	1.24920	1.72716	.99026
1.50000	.88989	8.55180	53.58887	1.24433	60.51567	2.17218	1.25175	1.73532	.98989
1.50000	.88330	8.55180	53.58887	1.04803	60.01567	2.18660	1.25428	1.74332	.98945
1.50000	.87675	8.55180	53.58887	.84364	59.51567	2.20082	1.25678	1.75115	.98894
1.50000	.87023	8.55180	53.58887	.63115	59.01567	2.21482	1.25927	1.75881	.98837

ANNEXAS

1.50000	.86373	8.55180	53.58887	.41059	58.51567	2.22858	1.26174	1.76628	.98772
1.50000	.85727	8.55180	53.58887	.18197	58.01567	2.24209	1.26419	1.77354	.98699
1.50000	1.05243	8.28517	53.08887	3.83097	72.11760	1.80490	1.18705	1.52050	.99042
1.50000	1.04580	8.28517	53.08887	3.82707	71.61760	1.81956	1.18975	1.52936	.99053
1.50000	1.03912	8.28517	53.08887	3.81535	71.11760	1.83442	1.19248	1.53832	.99065
1.50000	1.03240	8.28517	53.08887	3.79572	70.61760	1.84944	1.19522	1.54737	.99078
1.50000	1.02564	8.28517	53.08887	3.76813	70.11760	1.86463	1.19797	1.55650	.99092
1.50000	1.01884	8.28517	53.08887	3.73253	69.61760	1.87996	1.20072	1.56569	.99106
1.50000	1.01201	8.28517	53.08887	3.68888	69.11760	1.89542	1.20349	1.57494	.99120
1.50000	1.00516	8.28517	53.08887	3.63712	68.61760	1.91099	1.20625	1.58424	.99135
1.50000	.99829	8.28517	53.08887	3.57724	68.11760	1.92665	1.20902	1.59357	.99149
1.50000	.99141	8.28517	53.08887	3.50918	67.61760	1.94239	1.21179	1.60292	.99162
1.50000	.98452	8.28517	53.08887	3.43294	67.11760	1.95819	1.21455	1.61228	.99174
1.50000	.97762	8.28517	53.08887	3.34849	66.61760	1.97404	1.21731	1.62163	.99185
1.50000	.97072	8.28517	53.08887	3.25580	66.11760	1.98990	1.22007	1.63098	.99195
1.50000	.96383	8.28517	53.08887	3.15488	65.61760	2.00578	1.22281	1.64030	.99203
1.50000	.95693	8.28517	53.08887	3.04571	65.11760	2.02164	1.22555	1.64958	.99208
1.50000	.95005	8.28517	53.08887	2.92828	64.61760	2.03748	1.22827	1.65881	.99211
1.50000	.94318	8.28517	53.08887	2.80259	64.11760	2.05327	1.23099	1.66799	.99211
1.50000	.93633	8.28517	53.08887	2.66864	63.61760	2.06900	1.23368	1.67709	.99208
1.50000	.92949	8.28517	53.08887	2.52643	63.11760	2.08464	1.23637	1.68610	.99201
1.50000	.92267	8.28517	53.08887	2.37597	62.61760	2.10019	1.23904	1.69502	.99189
1.50000	.91588	8.28517	53.08887	2.21726	62.11760	2.11562	1.24169	1.70383	.99173
1.50000	.90911	8.28517	53.08887	2.05031	61.61760	2.13092	1.24432	1.71252	.99153
1.50000	.90236	8.28517	53.08887	1.87514	61.11760	2.14607	1.24694	1.72108	.99127
1.50000	.89565	8.28517	53.08887	1.69175	60.61760	2.16105	1.24953	1.72949	.99095
1.50000	.88896	8.28517	53.08887	1.50016	60.11760	2.17584	1.25211	1.73775	.99057
1.50000	.88230	8.28517	53.08887	1.30037	59.61760	2.19043	1.25466	1.74584	.99012
1.50000	.87568	8.28517	53.08887	1.09241	59.11760	2.20480	1.25719	1.75375	.98961
1.50000	.86909	8.28517	53.08887	.87628	58.61760	2.21893	1.25970	1.76147	.98902
1.50000	.86254	8.28517	53.08887	.65201	58.11760	2.23281	1.26219	1.76899	.98835
1.50000	.85602	8.28517	53.08887	.41960	57.61760	2.24642	1.26466	1.77631	.98761
1.50000	.84954	8.28517	53.08887	.17907	57.11760	2.25974	1.26710	1.78339	.98677
1.50000	1.05477	8.00973	52.58887	4.14225	71.73834	1.80029	1.18609	1.51784	.99069
1.50000	1.04794	8.00973	52.58887	4.13825	71.23834	1.81541	1.18888	1.52699	.99082
1.50000	1.04107	8.00973	52.58887	4.12620	70.73834	1.83071	1.19169	1.53624	.99096
1.50000	1.03415	8.00973	52.58887	4.10606	70.23834	1.84619	1.19450	1.54557	.99111
1.50000	1.02720	8.00973	52.58887	4.07777	69.73834	1.86181	1.19733	1.55497	.99126
1.50000	1.02023	8.00973	52.58887	4.04128	69.23834	1.87757	1.20016	1.56444	.99143
1.50000	1.01323	8.00973	52.58887	3.99655	68.73834	1.89345	1.20299	1.57395	.99159
1.50000	1.00621	8.00973	52.58887	3.94355	68.23834	1.90943	1.20583	1.58350	.99176
1.50000	.99919	8.00973	52.58887	3.88225	67.73834	1.92549	1.20866	1.59308	.99192
1.50000	.99215	8.00973	52.58887	3.81262	67.23834	1.94162	1.21149	1.60267	.99207
1.50000	.98511	8.00973	52.58887	3.73466	66.73834	1.95780	1.21432	1.61226	.99222
1.50000	.97807	8.00973	52.58887	3.64834	66.23834	1.97400	1.21713	1.62185	.99235

ANNEXAS

1.50000	.97104	8.00973	52.58887	3.55365	65.73834	1.99022	1.21994	1.63141	.99247
1.50000	.96401	8.00973	52.58887	3.45058	65.23834	2.00644	1.22274	1.64094	.99256
1.50000	.95699	8.00973	52.58887	3.33914	64.73834	2.02263	1.22552	1.65042	.99264
1.50000	.94999	8.00973	52.58887	3.21932	64.23834	2.03878	1.22830	1.65985	.99268
1.50000	.94301	8.00973	52.58887	3.09112	63.73834	2.05487	1.23105	1.66920	.99270
1.50000	.93605	8.00973	52.58887	2.95455	63.23834	2.07089	1.23379	1.67847	.99268
1.50000	.92911	8.00973	52.58887	2.80961	62.73834	2.08681	1.23652	1.68765	.99262
1.50000	.92219	8.00973	52.58887	2.65633	62.23834	2.10262	1.23922	1.69672	.99251
1.50000	.91531	8.00973	52.58887	2.49470	61.73834	2.11829	1.24191	1.70567	.99236
1.50000	.90845	8.00973	52.58887	2.32474	61.23834	2.13382	1.24458	1.71449	.99216
1.50000	.90162	8.00973	52.58887	2.14646	60.73834	2.14918	1.24722	1.72317	.99190
1.50000	.89483	8.00973	52.58887	1.95988	60.23834	2.16435	1.24985	1.73170	.99159
1.50000	.88807	8.00973	52.58887	1.76502	59.73834	2.17933	1.25245	1.74005	.99120
1.50000	.88134	8.00973	52.58887	1.56189	59.23834	2.19408	1.25503	1.74823	.99075
1.50000	.87465	8.00973	52.58887	1.35052	58.73834	2.20860	1.25758	1.75622	.99023
1.50000	.86800	8.00973	52.58887	1.13090	58.23834	2.22286	1.26012	1.76401	.98963
1.50000	.86139	8.00973	52.58887	.90308	57.73834	2.23685	1.26263	1.77159	.98895
1.50000	.85482	8.00973	52.58887	.66705	57.23834	2.25056	1.26511	1.77894	.98818
1.50000	.84828	8.00973	52.58887	.42285	56.73834	2.26396	1.26758	1.78606	.98733
1.50000	.84179	8.00973	52.58887	.17048	56.23834	2.27704	1.27001	1.79293	.98638
1.50000	1.05705	7.72555	52.08887	4.46038	71.37663	1.79564	1.18515	1.51512	.99086
1.50000	1.05002	7.72555	52.08887	4.45628	70.87663	1.81122	1.18803	1.52456	.99101
1.50000	1.04295	7.72555	52.08887	4.44393	70.37663	1.82697	1.19092	1.53409	.99117
1.50000	1.03585	7.72555	52.08887	4.42329	69.87663	1.84288	1.19381	1.54370	.99134
1.50000	1.02872	7.72555	52.08887	4.39431	69.37663	1.85894	1.19671	1.55337	.99152
1.50000	1.02157	7.72555	52.08887	4.35695	68.87663	1.87512	1.19962	1.56310	.99170
1.50000	1.01440	7.72555	52.08887	4.31118	68.37663	1.89141	1.20252	1.57287	.99189
1.50000	1.00723	7.72555	52.08887	4.25698	67.87663	1.90779	1.20542	1.58268	.99208
1.50000	1.00004	7.72555	52.08887	4.19431	67.37663	1.92425	1.20832	1.59250	.99227
1.50000	.99286	7.72555	52.08887	4.12317	66.87663	1.94076	1.21121	1.60233	.99244
1.50000	.98567	7.72555	52.08887	4.04355	66.37663	1.95730	1.21409	1.61216	.99261
1.50000	.97850	7.72555	52.08887	3.95542	65.87663	1.97387	1.21696	1.62197	.99277
1.50000	.97133	7.72555	52.08887	3.85879	65.37663	1.99044	1.21982	1.63174	.99291
1.50000	.96418	7.72555	52.08887	3.75366	64.87663	2.00699	1.22267	1.64148	.99303
1.50000	.95704	7.72555	52.08887	3.64003	64.37663	2.02350	1.22550	1.65116	.99312
1.50000	.94993	7.72555	52.08887	3.51791	63.87663	2.03996	1.22832	1.66077	.99319
1.50000	.94284	7.72555	52.08887	3.38729	63.37663	2.05635	1.23112	1.67031	.99322
1.50000	.93577	7.72555	52.08887	3.24820	62.87663	2.07265	1.23390	1.67975	.99321
1.50000	.92873	7.72555	52.08887	3.10065	62.37663	2.08884	1.23666	1.68909	.99317
1.50000	.92172	7.72555	52.08887	2.94465	61.87663	2.10490	1.23941	1.69831	.99308
1.50000	.91475	7.72555	52.08887	2.78021	61.37663	2.12081	1.24213	1.70740	.99294
1.50000	.90781	7.72555	52.08887	2.60736	60.87663	2.13656	1.24483	1.71636	.99274
1.50000	.90090	7.72555	52.08887	2.42610	60.37663	2.15213	1.24750	1.72515	.99249
1.50000	.89403	7.72555	52.08887	2.23647	59.87663	2.16750	1.25015	1.73379	.99217
1.50000	.88720	7.72555	52.08887	2.03848	59.37663	2.18265	1.25278	1.74224	.99179

ANNEXAS

1.50000	.88041	7.72555	52.08887	1.83215	58.87663	2.19756	1.25539	1.75051	.99134
1.50000	.87366	7.72555	52.08887	1.61750	58.37663	2.21222	1.25797	1.75857	.99081
1.50000	.86695	7.72555	52.08887	1.39456	57.87663	2.22661	1.26052	1.76642	.99020
1.50000	.86028	7.72555	52.08887	1.16333	57.37663	2.24072	1.26305	1.77405	.98950
1.50000	.85365	7.72555	52.08887	.92385	56.87663	2.25451	1.26555	1.78145	.98872
1.50000	.84707	7.72555	52.08887	.67613	56.37663	2.26799	1.26803	1.78859	.98784
1.50000	.84053	7.72555	52.08887	.42019	55.87663	2.28113	1.27048	1.79548	.98687
1.50000	.83403	7.72555	52.08887	.15605	55.37663	2.29392	1.27291	1.80210	.98579
1.50000	1.05927	7.43268	51.58887	4.78505	71.03135	1.79096	1.18424	1.51233	.99093
1.50000	1.05204	7.43268	51.58887	4.78085	70.53135	1.80699	1.18720	1.52205	.99110
1.50000	1.04478	7.43268	51.58887	4.76821	70.03135	1.82318	1.19017	1.53186	.99128
1.50000	1.03749	7.43268	51.58887	4.74708	69.53135	1.83952	1.19314	1.54175	.99147
1.50000	1.03018	7.43268	51.58887	4.71743	69.03135	1.85601	1.19612	1.55169	.99168
1.50000	1.02286	7.43268	51.58887	4.67924	68.53135	1.87260	1.19909	1.56169	.99189
1.50000	1.01553	7.43268	51.58887	4.63246	68.03135	1.88930	1.20206	1.57172	.99210
1.50000	1.00819	7.43268	51.58887	4.57709	67.53135	1.90608	1.20503	1.58177	.99232
1.50000	1.00086	7.43268	51.58887	4.51310	67.03135	1.92292	1.20799	1.59184	.99253
1.50000	.99353	7.43268	51.58887	4.44050	66.53135	1.93981	1.21094	1.60190	.99273
1.50000	.98621	7.43268	51.58887	4.35926	66.03135	1.95672	1.21388	1.61196	.99293
1.50000	.97890	7.43268	51.58887	4.26939	65.53135	1.97364	1.21680	1.62199	.99311
1.50000	.97160	7.43268	51.58887	4.17090	65.03135	1.99055	1.21972	1.63198	.99327
1.50000	.96433	7.43268	51.58887	4.06377	64.53135	2.00743	1.22261	1.64192	.99341
1.50000	.95708	7.43268	51.58887	3.94803	64.03135	2.02426	1.22549	1.65180	.99353
1.50000	.94985	7.43268	51.58887	3.82369	63.53135	2.04103	1.22835	1.66160	.99362
1.50000	.94265	7.43268	51.58887	3.69075	63.03135	2.05770	1.23119	1.67131	.99367
1.50000	.93549	7.43268	51.58887	3.54924	62.53135	2.07428	1.23401	1.68092	.99368
1.50000	.92835	7.43268	51.58887	3.39917	62.03135	2.09073	1.23681	1.69042	.99365
1.50000	.92126	7.43268	51.58887	3.24055	61.53135	2.10704	1.23959	1.69979	.99357
1.50000	.91419	7.43268	51.58887	3.07342	61.03135	2.12319	1.24234	1.70902	.99345
1.50000	.90717	7.43268	51.58887	2.89779	60.53135	2.13916	1.24507	1.71810	.99326
1.50000	.90019	7.43268	51.58887	2.71368	60.03135	2.15493	1.24778	1.72702	.99301
1.50000	.89325	7.43268	51.58887	2.52111	59.53135	2.17049	1.25045	1.73576	.99270
1.50000	.88635	7.43268	51.58887	2.32012	59.03135	2.18581	1.25311	1.74431	.99232
1.50000	.87949	7.43268	51.58887	2.11072	58.53135	2.20088	1.25574	1.75266	.99187
1.50000	.87268	7.43268	51.58887	1.89294	58.03135	2.21568	1.25834	1.76080	.99133
1.50000	.86592	7.43268	51.58887	1.66680	57.53135	2.23020	1.26091	1.76872	.99071
1.50000	.85920	7.43268	51.58887	1.43232	57.03135	2.24441	1.26346	1.77640	.99001
1.50000	.85252	7.43268	51.58887	1.18953	56.53135	2.25829	1.26598	1.78383	.98921
1.50000	.84589	7.43268	51.58887	.93845	56.03135	2.27184	1.26847	1.79101	.98832
1.50000	.83931	7.43268	51.58887	.67910	55.53135	2.28504	1.27094	1.79792	.98732
1.50000	.83278	7.43268	51.58887	.41150	55.03135	2.29786	1.27338	1.80454	.98622
1.50000	.82629	7.43268	51.58887	.13567	54.53135	2.31030	1.27579	1.81088	.98501
1.50000	1.06141	7.13118	51.08887	5.11596	70.70150	1.78624	1.18336	1.50946	.99089
1.50000	1.05399	7.13118	51.08887	5.11166	70.20150	1.80271	1.18641	1.51947	.99108
1.50000	1.04654	7.13118	51.08887	5.09873	69.70150	1.81934	1.18945	1.52956	.99129

ANNEXAS

1.50000	1.03907	7.13118	51.08887	5.07713	69.20150	1.83611	1.19250	1.53972	.99151
1.50000	1.03159	7.13118	51.08887	5.04684	68.70150	1.85301	1.19554	1.54993	.99174
1.50000	1.02410	7.13118	51.08887	5.00782	68.20150	1.87002	1.19859	1.56018	.99198
1.50000	1.01661	7.13118	51.08887	4.96007	67.70150	1.88711	1.20163	1.57047	.99222
1.50000	1.00912	7.13118	51.08887	4.90357	67.20150	1.90428	1.20466	1.58077	.99246
1.50000	1.00163	7.13118	51.08887	4.83831	66.70150	1.92151	1.20767	1.59108	.99270
1.50000	.99416	7.13118	51.08887	4.76428	66.20150	1.93876	1.21068	1.60138	.99293
1.50000	.98670	7.13118	51.08887	4.68149	65.70150	1.95604	1.21368	1.61166	.99315
1.50000	.97926	7.13118	51.08887	4.58994	65.20150	1.97331	1.21666	1.62191	.99336
1.50000	.97185	7.13118	51.08887	4.48963	64.70150	1.99055	1.21962	1.63211	.99355
1.50000	.96445	7.13118	51.08887	4.38059	64.20150	2.00776	1.22256	1.64225	.99372
1.50000	.95709	7.13118	51.08887	4.26282	63.70150	2.02490	1.22549	1.65233	.99386
1.50000	.94976	7.13118	51.08887	4.13633	63.20150	2.04197	1.22839	1.66231	.99397
1.50000	.94246	7.13118	51.08887	4.00116	62.70150	2.05893	1.23127	1.67220	.99404
1.50000	.93519	7.13118	51.08887	3.85731	62.20150	2.07578	1.23413	1.68198	.99408

ANNEXES

M1	M2	delta	alpha	rps2	rts2	rmv2	rpt2
1.500	1.088	12.113	66.589	1.683	1.172	1.436	.965
1.500	1.077	12.107	66.089	1.707	1.177	1.451	.966
1.500	1.067	12.090	65.589	1.731	1.181	1.466	.967
1.500	1.056	12.061	65.089	1.755	1.185	1.480	.968
1.500	1.046	12.022	64.589	1.779	1.190	1.495	.969
1.500	1.036	11.971	64.089	1.803	1.194	1.510	.970
1.500	1.026	11.910	63.589	1.827	1.198	1.525	.971
1.500	1.016	11.837	63.089	1.850	1.202	1.540	.972
1.500	1.006	11.754	62.589	1.874	1.206	1.554	.974
1.500	.997	11.661	62.089	1.897	1.210	1.569	.975
1.500	.987	11.557	61.589	1.921	1.213	1.583	.976
1.500	.978	11.442	61.089	1.944	1.217	1.597	.977
1.500	.969	11.317	60.589	1.967	1.221	1.611	.978
1.500	.960	11.182	60.089	1.990	1.225	1.625	.979
1.500	.951	11.037	59.589	2.012	1.228	1.638	.980
1.500	.942	10.883	59.089	2.034	1.232	1.652	.981
1.500	.933	10.718	58.589	2.056	1.235	1.665	.982
1.500	.924	10.543	58.089	2.078	1.238	1.678	.983
1.500	.916	10.359	57.589	2.099	1.242	1.690	.984
1.500	.908	10.166	57.089	2.120	1.245	1.703	.985
1.500	.899	9.963	56.589	2.140	1.248	1.715	.985
1.500	.891	9.751	56.089	2.160	1.251	1.726	.986
1.500	.883	9.529	55.589	2.179	1.254	1.738	.986
1.500	.875	9.298	55.089	2.198	1.257	1.748	.986
1.500	.868	9.058	54.589	2.217	1.260	1.759	.986
1.500	.860	8.810	54.089	2.235	1.263	1.769	.986
1.500	.852	8.552	53.589	2.252	1.266	1.779	.986
1.500	.845	8.285	53.089	2.269	1.269	1.788	.986
1.500	.838	8.010	52.589	2.285	1.272	1.797	.986
1.500	.830	7.726	52.089	2.301	1.274	1.806	.985
1.500	.823	7.433	51.589	2.316	1.277	1.814	.984
1.500	.816	7.131	51.089	2.331	1.280	1.821	.983
1.500	.809	6.821	50.589	2.344	1.282	1.828	.982
1.500	.802	6.502	50.089	2.357	1.285	1.835	.981
1.500	.796	6.175	49.589	2.370	1.287	1.841	.980
1.500	.789	5.840	49.089	2.381	1.289	1.847	.978
1.500	.782	5.496	48.589	2.392	1.292	1.852	.976
1.500	.776	5.143	48.089	2.402	1.294	1.856	.974
1.500	.770	4.782	47.589	2.411	1.296	1.860	.972
1.500	.763	4.413	47.089	2.420	1.299	1.863	.969
1.500	.757	4.035	46.589	2.427	1.301	1.866	.967
1.500	.751	3.649	46.089	2.434	1.303	1.868	.964
1.500	.745	3.255	45.589	2.440	1.305	1.870	.961

ANNEXES

1.500	.739	2.852	45.089	2.446	1.307	1.871	.957
1.500	.733	2.440	44.589	2.450	1.309	1.871	.954
1.500	.727	2.021	44.089	2.453	1.311	1.871	.950
1.500	.721	1.592	43.589	2.456	1.313	1.870	.946
1.500	.715	1.156	43.089	2.458	1.315	1.869	.942
1.500	.710	.710	42.589	2.459	1.317	1.867	.937
1.500	.704	.257	42.089	2.459	1.319	1.864	.933
2.000	1.084	22.974	64.669	3.026	1.457	2.076	.810
2.000	1.070	22.967	64.169	3.090	1.465	2.110	.813
2.000	1.056	22.946	63.669	3.155	1.472	2.144	.816
2.000	1.043	22.913	63.169	3.220	1.478	2.178	.820
2.000	1.030	22.866	62.669	3.284	1.485	2.212	.823
2.000	1.017	22.807	62.169	3.349	1.491	2.245	.826
2.000	1.005	22.735	61.669	3.413	1.498	2.279	.830
2.000	.992	22.652	61.169	3.477	1.504	2.312	.834
2.000	.980	22.556	60.669	3.541	1.510	2.345	.837
2.000	.969	22.450	60.169	3.604	1.516	2.378	.841
2.000	.957	22.331	59.669	3.666	1.521	2.410	.845
2.000	.946	22.202	59.169	3.729	1.527	2.443	.848
2.000	.935	22.063	58.669	3.790	1.532	2.474	.852
2.000	.925	21.912	58.169	3.851	1.537	2.506	.855
2.000	.915	21.752	57.669	3.911	1.542	2.537	.859
2.000	.905	21.581	57.169	3.971	1.547	2.567	.863
2.000	.895	21.400	56.669	4.029	1.552	2.597	.866
2.000	.885	21.210	56.169	4.087	1.556	2.626	.869
2.000	.876	21.010	55.669	4.144	1.561	2.655	.873
2.000	.866	20.801	55.169	4.199	1.565	2.683	.876
2.000	.857	20.583	54.669	4.254	1.569	2.711	.879
2.000	.849	20.355	54.169	4.307	1.573	2.737	.882
2.000	.840	20.119	53.669	4.359	1.577	2.763	.884
2.000	.832	19.875	53.169	4.409	1.581	2.789	.887
2.000	.823	19.621	52.669	4.459	1.585	2.813	.889
2.000	.815	19.360	52.169	4.507	1.589	2.837	.892
2.000	.808	19.090	51.669	4.553	1.592	2.859	.894
2.000	.800	18.811	51.169	4.598	1.596	2.881	.896
2.000	.792	18.525	50.669	4.641	1.599	2.902	.897
2.000	.785	18.231	50.169	4.682	1.603	2.922	.899
2.000	.778	17.929	49.669	4.722	1.606	2.941	.900
2.000	.771	17.619	49.169	4.760	1.609	2.959	.901
2.000	.764	17.302	48.669	4.796	1.612	2.975	.902
2.000	.757	16.977	48.169	4.830	1.615	2.991	.903
2.000	.750	16.644	47.669	4.863	1.618	3.006	.903
2.000	.744	16.304	47.169	4.893	1.621	3.019	.903
2.000	.737	15.957	46.669	4.921	1.623	3.031	.903

ANNEXES

2.000	.731	15.602	46.169	4.947	1.626	3.042	.902
2.000	.725	15.240	45.669	4.971	1.629	3.052	.902
2.000	.719	14.870	45.169	4.993	1.631	3.061	.901
2.000	.713	14.493	44.669	5.013	1.634	3.068	.899
2.000	.707	14.109	44.169	5.030	1.636	3.074	.898
2.000	.702	13.718	43.669	5.045	1.639	3.079	.896
2.000	.696	13.319	43.169	5.058	1.641	3.082	.894
2.000	.691	12.913	42.669	5.068	1.643	3.084	.891
2.000	.685	12.500	42.169	5.076	1.645	3.085	.888
2.000	.680	12.080	41.669	5.081	1.648	3.084	.885
2.000	.675	11.652	41.169	5.084	1.650	3.082	.882
2.000	.670	11.217	40.669	5.085	1.652	3.079	.878
2.000	.665	10.774	40.169	5.083	1.654	3.074	.874
2.000	.660	10.324	39.669	5.079	1.656	3.067	.870
2.000	.655	9.867	39.169	5.072	1.658	3.060	.865
2.000	.650	9.401	38.669	5.062	1.660	3.050	.860
2.000	.646	8.929	38.169	5.050	1.661	3.040	.854
2.000	.641	8.448	37.669	5.036	1.663	3.028	.849
2.000	.637	7.959	37.169	5.018	1.665	3.014	.843
2.000	.632	7.463	36.669	4.999	1.667	2.999	.836
2.000	.628	6.958	36.169	4.976	1.668	2.983	.829
2.000	.623	6.446	35.669	4.952	1.670	2.965	.822
2.000	.619	5.924	35.169	4.924	1.672	2.946	.815
2.000	.615	5.395	34.669	4.895	1.673	2.925	.807
2.000	.611	4.856	34.169	4.862	1.675	2.903	.799
2.000	.607	4.309	33.669	4.828	1.677	2.879	.791
2.000	.602	3.753	33.169	4.790	1.678	2.854	.782
2.000	.598	3.187	32.669	4.751	1.680	2.828	.773
2.000	.594	2.612	32.169	4.709	1.681	2.801	.764
2.000	.590	2.027	31.669	4.664	1.683	2.772	.755
2.000	.586	1.432	31.169	4.618	1.684	2.742	.745
2.000	.583	.826	30.669	4.569	1.686	2.711	.735
2.000	.579	.211	30.169	4.518	1.687	2.678	.724
2.500	1.065	29.797	64.782	5.016	1.834	2.735	.600
2.500	1.049	29.790	64.282	5.149	1.844	2.792	.605
2.500	1.033	29.768	63.782	5.282	1.854	2.849	.609
2.500	1.018	29.732	63.282	5.416	1.863	2.906	.613
2.500	1.004	29.683	62.782	5.550	1.873	2.964	.618
2.500	.990	29.621	62.282	5.684	1.881	3.021	.622
2.500	.976	29.546	61.782	5.817	1.890	3.078	.627
2.500	.963	29.458	61.282	5.951	1.898	3.135	.632
2.500	.950	29.359	60.782	6.084	1.906	3.192	.636
2.500	.937	29.248	60.282	6.217	1.914	3.249	.641
2.500	.925	29.125	59.782	6.350	1.921	3.305	.646

ANNEXES

2.500	.913	28.992	59.282	6.482	1.929	3.361	.651
2.500	.901	28.848	58.782	6.613	1.935	3.417	.656
2.500	.890	28.694	58.282	6.743	1.942	3.472	.660
2.500	.879	28.530	57.782	6.872	1.949	3.527	.665
2.500	.869	28.356	57.282	7.000	1.955	3.581	.670
2.500	.858	28.172	56.782	7.127	1.961	3.634	.675
2.500	.848	27.979	56.282	7.252	1.967	3.687	.679
2.500	.838	27.777	55.782	7.376	1.973	3.739	.684
2.500	.829	27.567	55.282	7.498	1.978	3.790	.689
2.500	.820	27.348	54.782	7.618	1.984	3.840	.693
2.500	.811	27.120	54.282	7.736	1.989	3.890	.697
2.500	.802	26.884	53.782	7.852	1.994	3.938	.702
2.500	.793	26.641	53.282	7.966	1.999	3.986	.706
2.500	.785	26.389	52.782	8.077	2.003	4.032	.710
2.500	.777	26.130	52.282	8.186	2.008	4.077	.714
2.500	.769	25.863	51.782	8.293	2.012	4.121	.718
2.500	.761	25.589	51.282	8.396	2.016	4.164	.721
2.500	.753	25.308	50.782	8.497	2.021	4.205	.725
2.500	.746	25.020	50.282	8.595	2.025	4.245	.728
2.500	.739	24.725	49.782	8.690	2.029	4.284	.731
2.500	.732	24.423	49.282	8.781	2.032	4.321	.734
2.500	.725	24.114	48.782	8.869	2.036	4.356	.736
2.500	.718	23.799	48.282	8.954	2.040	4.390	.739
2.500	.712	23.477	47.782	9.035	2.043	4.422	.741
2.500	.705	23.149	47.282	9.112	2.046	4.453	.743
2.500	.699	22.814	46.782	9.185	2.050	4.481	.745
2.500	.693	22.474	46.282	9.255	2.053	4.508	.747
2.500	.687	22.127	45.782	9.320	2.056	4.533	.748
2.500	.681	21.773	45.282	9.381	2.059	4.556	.749
2.500	.676	21.414	44.782	9.438	2.062	4.577	.750
2.500	.670	21.049	44.282	9.490	2.065	4.596	.750
2.500	.665	20.677	43.782	9.538	2.067	4.613	.751
2.500	.659	20.300	43.282	9.581	2.070	4.628	.751
2.500	.654	19.917	42.782	9.620	2.073	4.641	.750
2.500	.649	19.527	42.282	9.653	2.075	4.652	.750
2.500	.644	19.132	41.782	9.682	2.078	4.660	.749
2.500	.639	18.731	41.282	9.706	2.080	4.666	.748
2.500	.634	18.324	40.782	9.725	2.082	4.670	.746
2.500	.630	17.911	40.282	9.738	2.085	4.671	.744
2.500	.625	17.492	39.782	9.747	2.087	4.670	.742
2.500	.621	17.067	39.282	9.750	2.089	4.667	.740
2.500	.616	16.636	38.782	9.748	2.091	4.661	.737
2.500	.612	16.199	38.282	9.740	2.093	4.653	.734
2.500	.608	15.756	37.782	9.727	2.095	4.643	.731
2.500	.604	15.307	37.282	9.709	2.097	4.630	.727

ANNEXES

2.500	.600	14.851	36.782	9.685	2.099	4.614	.723
2.500	.596	14.389	36.282	9.656	2.101	4.596	.718
2.500	.592	13.921	35.782	9.621	2.103	4.575	.714
2.500	.588	13.446	35.282	9.580	2.105	4.552	.708
2.500	.584	12.964	34.782	9.534	2.106	4.526	.703
2.500	.580	12.476	34.282	9.482	2.108	4.498	.697
2.500	.577	11.981	33.782	9.425	2.110	4.467	.691
2.500	.573	11.478	33.282	9.362	2.111	4.434	.685
2.500	.570	10.969	32.782	9.293	2.113	4.398	.678
2.500	.566	10.452	32.282	9.219	2.114	4.360	.671
2.500	.563	9.928	31.782	9.140	2.116	4.320	.663
2.500	.560	9.396	31.282	9.055	2.117	4.276	.656
2.500	.556	8.856	30.782	8.964	2.119	4.231	.647
2.500	.553	8.307	30.282	8.869	2.120	4.183	.639
2.500	.550	7.751	29.782	8.768	2.122	4.133	.630
2.500	.547	7.185	29.282	8.662	2.123	4.080	.621
2.500	.544	6.610	28.782	8.551	2.124	4.025	.612
2.500	.541	6.027	28.282	8.435	2.126	3.968	.602
2.500	.538	5.433	27.782	8.314	2.127	3.909	.592
2.500	.535	4.829	27.282	8.188	2.128	3.847	.582
2.500	.532	4.215	26.782	8.058	2.130	3.784	.572
2.500	.529	3.590	26.282	7.923	2.131	3.718	.561
2.500	.526	2.954	25.782	7.784	2.132	3.651	.550
2.500	.523	2.306	25.282	7.641	2.133	3.582	.539
2.500	.520	1.645	24.782	7.494	2.135	3.511	.527
2.500	.517	.972	24.282	7.343	2.136	3.438	.516
2.500	.514	.284	23.782	7.189	2.137	3.364	.504
3.000	1.049	34.073	65.241	7.602	2.295	3.312	.415
3.000	1.032	34.066	64.741	7.831	2.308	3.392	.419
3.000	1.015	34.043	64.241	8.062	2.321	3.473	.423
3.000	.999	34.006	63.741	8.294	2.334	3.553	.427
3.000	.984	33.955	63.241	8.527	2.346	3.635	.431
3.000	.969	33.891	62.741	8.760	2.358	3.716	.435
3.000	.954	33.814	62.241	8.995	2.369	3.797	.440
3.000	.940	33.724	61.741	9.229	2.379	3.879	.444
3.000	.927	33.622	61.241	9.465	2.390	3.961	.449
3.000	.913	33.509	60.741	9.700	2.400	4.042	.453
3.000	.901	33.384	60.241	9.935	2.409	4.124	.458
3.000	.888	33.249	59.741	10.169	2.418	4.205	.462
3.000	.876	33.103	59.241	10.404	2.427	4.286	.467
3.000	.865	32.946	58.741	10.637	2.436	4.367	.472
3.000	.853	32.780	58.241	10.870	2.444	4.447	.476
3.000	.842	32.605	57.741	11.101	2.452	4.527	.481
3.000	.832	32.420	57.241	11.331	2.460	4.607	.486

ANNEXES

3.000	.822	32.227	56.741	11.559	2.467	4.686	.490
3.000	.812	32.024	56.241	11.786	2.474	4.764	.495
3.000	.802	31.814	55.741	12.010	2.481	4.841	.499
3.000	.792	31.595	55.241	12.232	2.488	4.917	.504
3.000	.783	31.368	54.741	12.452	2.494	4.993	.508
3.000	.774	31.133	54.241	12.669	2.500	5.067	.513
3.000	.765	30.891	53.741	12.884	2.506	5.141	.517
3.000	.757	30.642	53.241	13.095	2.512	5.213	.521
3.000	.749	30.385	52.741	13.302	2.518	5.284	.525
3.000	.741	30.122	52.241	13.507	2.523	5.353	.529
3.000	.733	29.852	51.741	13.707	2.528	5.421	.533
3.000	.725	29.575	51.241	13.903	2.533	5.488	.537
3.000	.718	29.291	50.741	14.095	2.538	5.553	.541
3.000	.711	29.002	50.241	14.283	2.543	5.616	.545
3.000	.704	28.706	49.741	14.465	2.548	5.678	.548
3.000	.697	28.404	49.241	14.643	2.552	5.738	.551
3.000	.690	28.096	48.741	14.816	2.556	5.796	.555
3.000	.684	27.783	48.241	14.983	2.561	5.852	.558
3.000	.677	27.463	47.741	15.145	2.565	5.905	.561
3.000	.671	27.139	47.241	15.301	2.569	5.957	.563
3.000	.665	26.808	46.741	15.450	2.572	6.006	.566
3.000	.659	26.472	46.241	15.594	2.576	6.053	.568
3.000	.654	26.131	45.741	15.731	2.580	6.098	.571
3.000	.648	25.784	45.241	15.861	2.583	6.140	.573
3.000	.643	25.433	44.741	15.984	2.586	6.180	.574
3.000	.637	25.076	44.241	16.100	2.590	6.217	.576
3.000	.632	24.713	43.741	16.209	2.593	6.251	.577
3.000	.627	24.346	43.241	16.310	2.596	6.283	.579
3.000	.622	23.974	42.741	16.403	2.599	6.312	.580
3.000	.617	23.597	42.241	16.489	2.602	6.337	.580
3.000	.612	23.215	41.741	16.566	2.605	6.360	.581
3.000	.608	22.828	41.241	16.635	2.607	6.380	.581
3.000	.603	22.436	40.741	16.695	2.610	6.396	.581
3.000	.599	22.039	40.241	16.746	2.613	6.410	.581
3.000	.595	21.637	39.741	16.789	2.615	6.420	.580
3.000	.590	21.231	39.241	16.823	2.618	6.427	.580
3.000	.586	20.819	38.741	16.847	2.620	6.430	.579
3.000	.582	20.402	38.241	16.862	2.622	6.430	.577
3.000	.578	19.981	37.741	16.868	2.625	6.427	.576
3.000	.574	19.554	37.241	16.863	2.627	6.420	.574
3.000	.571	19.122	36.741	16.849	2.629	6.409	.572
3.000	.567	18.686	36.241	16.826	2.631	6.395	.570
3.000	.563	18.244	35.741	16.792	2.633	6.378	.567
3.000	.560	17.797	35.241	16.748	2.635	6.356	.564
3.000	.556	17.345	34.741	16.694	2.637	6.331	.561

ANNEXES

3.000	.553	16.887	34.241	16.629	2.639	6.302	.557
3.000	.550	16.424	33.741	16.554	2.641	6.269	.553
3.000	.546	15.955	33.241	16.469	2.642	6.233	.549
3.000	.543	15.481	32.741	16.373	2.644	6.193	.545
3.000	.540	15.000	32.241	16.267	2.646	6.149	.540
3.000	.537	14.514	31.741	16.151	2.647	6.101	.535
3.000	.534	14.022	31.241	16.024	2.649	6.049	.530
3.000	.531	13.524	30.741	15.886	2.651	5.994	.524
3.000	.528	13.019	30.241	15.739	2.652	5.934	.518
3.000	.525	12.508	29.741	15.581	2.654	5.871	.512
3.000	.522	11.989	29.241	15.412	2.655	5.805	.505
3.000	.520	11.464	28.741	15.234	2.657	5.734	.499
3.000	.517	10.932	28.241	15.045	2.658	5.660	.491
3.000	.514	10.392	27.741	14.846	2.659	5.583	.484
3.000	.512	9.844	27.241	14.638	2.661	5.502	.476
3.000	.509	9.288	26.741	14.420	2.662	5.417	.469
3.000	.507	8.723	26.241	14.193	2.663	5.329	.460
3.000	.504	8.150	25.741	13.956	2.665	5.238	.452
3.000	.502	7.567	25.241	13.711	2.666	5.143	.443
3.000	.499	6.975	24.741	13.456	2.667	5.046	.434
3.000	.497	6.373	24.241	13.194	2.668	4.945	.425
3.000	.495	5.760	23.741	12.923	2.669	4.841	.416
3.000	.492	5.136	23.241	12.644	2.671	4.735	.406
3.000	.490	4.500	22.741	12.358	2.672	4.626	.396
3.000	.488	3.852	22.241	12.065	2.673	4.514	.386
3.000	.485	3.190	21.741	11.765	2.674	4.400	.376
3.000	.483	2.515	21.241	11.459	2.675	4.284	.366
3.000	.481	1.825	20.741	11.148	2.676	4.165	.356
3.000	.479	1.119	20.241	10.831	2.677	4.045	.345
3.000	.476	.397	19.741	10.509	2.678	3.923	.334
3.500	1.038	36.867	65.689	10.745	2.839	3.785	.279
3.500	1.020	36.859	65.189	11.098	2.856	3.885	.282
3.500	1.002	36.836	64.689	11.453	2.873	3.987	.285
3.500	.986	36.798	64.189	11.811	2.889	4.089	.288
3.500	.969	36.746	63.689	12.172	2.904	4.191	.292
3.500	.954	36.680	63.189	12.535	2.919	4.295	.295
3.500	.939	36.601	62.689	12.900	2.933	4.398	.299
3.500	.924	36.510	62.189	13.266	2.946	4.502	.302
3.500	.910	36.407	61.689	13.634	2.959	4.607	.306
3.500	.897	36.292	61.189	14.003	2.972	4.712	.309
3.500	.884	36.165	60.689	14.373	2.984	4.817	.313
3.500	.871	36.028	60.189	14.743	2.995	4.922	.317
3.500	.859	35.881	59.689	15.113	3.007	5.027	.321
3.500	.847	35.723	59.189	15.483	3.017	5.132	.325

ANNEXES

3.500	.835	35.556	58.689	15.853	3.027	5.237	.328
3.500	.824	35.379	58.189	16.223	3.037	5.341	.332
3.500	.813	35.194	57.689	16.591	3.047	5.445	.336
3.500	.803	34.999	57.189	16.958	3.056	5.549	.340
3.500	.793	34.797	56.689	17.323	3.065	5.652	.344
3.500	.783	34.586	56.189	17.687	3.073	5.755	.348
3.500	.773	34.367	55.689	18.048	3.081	5.857	.351
3.500	.764	34.140	55.189	18.406	3.089	5.958	.355
3.500	.755	33.906	54.689	18.762	3.097	6.058	.359
3.500	.746	33.665	54.189	19.115	3.104	6.158	.363
3.500	.738	33.417	53.689	19.464	3.111	6.256	.366
3.500	.729	33.162	53.189	19.809	3.118	6.353	.370
3.500	.721	32.900	52.689	20.150	3.125	6.448	.374
3.500	.714	32.632	52.189	20.486	3.131	6.543	.377
3.500	.706	32.358	51.689	20.817	3.137	6.635	.381
3.500	.698	32.077	51.189	21.144	3.143	6.727	.384
3.500	.691	31.791	50.689	21.464	3.149	6.816	.387
3.500	.684	31.499	50.189	21.779	3.155	6.904	.391
3.500	.677	31.202	49.689	22.087	3.160	6.990	.394
3.500	.671	30.898	49.189	22.389	3.165	7.073	.397
3.500	.664	30.590	48.689	22.683	3.170	7.155	.400
3.500	.658	30.276	48.189	22.971	3.175	7.235	.403
3.500	.652	29.957	47.689	23.250	3.180	7.312	.406
3.500	.646	29.633	47.189	23.521	3.184	7.387	.408
3.500	.640	29.304	46.689	23.784	3.189	7.459	.411
3.500	.634	28.970	46.189	24.039	3.193	7.528	.413
3.500	.629	28.632	45.689	24.284	3.197	7.595	.416
3.500	.623	28.289	45.189	24.519	3.201	7.659	.418
3.500	.618	27.941	44.689	24.745	3.205	7.720	.420
3.500	.613	27.588	44.189	24.960	3.209	7.778	.422
3.500	.608	27.231	43.689	25.165	3.213	7.833	.423
3.500	.603	26.870	43.189	25.358	3.216	7.885	.425
3.500	.598	26.504	42.689	25.541	3.220	7.933	.426
3.500	.593	26.134	42.189	25.712	3.223	7.978	.428
3.500	.589	25.760	41.689	25.871	3.226	8.019	.429
3.500	.584	25.381	41.189	26.017	3.229	8.056	.430
3.500	.580	24.998	40.689	26.151	3.232	8.090	.431
3.500	.576	24.611	40.189	26.272	3.235	8.120	.431
3.500	.572	24.220	39.689	26.379	3.238	8.146	.432
3.500	.568	23.824	39.189	26.473	3.241	8.168	.432
3.500	.564	23.425	38.689	26.552	3.244	8.185	.432
3.500	.560	23.021	38.189	26.618	3.247	8.199	.432
3.500	.556	22.613	37.689	26.669	3.249	8.208	.431
3.500	.552	22.200	37.189	26.705	3.252	8.213	.431
3.500	.549	21.784	36.689	26.725	3.254	8.213	.430

ANNEXES

3.500	.545	21.363	36.189	26.731	3.256	8.209	.429
3.500	.542	20.938	35.689	26.720	3.259	8.200	.428
3.500	.538	20.509	35.189	26.694	3.261	8.186	.426
3.500	.535	20.075	34.689	26.651	3.263	8.167	.425
3.500	.532	19.637	34.189	26.592	3.265	8.144	.423
3.500	.529	19.195	33.689	26.516	3.267	8.116	.421
3.500	.526	18.748	33.189	26.424	3.269	8.082	.418
3.500	.523	18.296	32.689	26.314	3.271	8.044	.416
3.500	.520	17.840	32.189	26.188	3.273	8.001	.413
3.500	.517	17.379	31.689	26.044	3.275	7.952	.410
3.500	.514	16.913	31.189	25.883	3.277	7.899	.406
3.500	.511	16.442	30.689	25.704	3.279	7.840	.403
3.500	.509	15.965	30.189	25.507	3.280	7.776	.399
3.500	.506	15.484	29.689	25.293	3.282	7.707	.395
3.500	.503	14.997	29.189	25.062	3.284	7.632	.391
3.500	.501	14.505	28.689	24.813	3.285	7.553	.386
3.500	.498	14.006	28.189	24.546	3.287	7.468	.381
3.500	.496	13.502	27.689	24.262	3.288	7.378	.376
3.500	.494	12.991	27.189	23.960	3.290	7.283	.371
3.500	.491	12.474	26.689	23.641	3.291	7.183	.366
3.500	.489	11.951	26.189	23.305	3.293	7.078	.360
3.500	.487	11.420	25.689	22.952	3.294	6.968	.354
3.500	.485	10.882	25.189	22.583	3.295	6.853	.348
3.500	.482	10.336	24.689	22.197	3.297	6.733	.341
3.500	.480	9.783	24.189	21.796	3.298	6.609	.335
3.500	.478	9.221	23.689	21.379	3.299	6.480	.328
3.500	.476	8.650	23.189	20.946	3.300	6.347	.321
3.500	.474	8.070	22.689	20.499	3.302	6.209	.313
3.500	.472	7.480	22.189	20.038	3.303	6.067	.306
3.500	.470	6.879	21.689	19.563	3.304	5.921	.298
3.500	.468	6.268	21.189	19.075	3.305	5.771	.291
3.500	.466	5.645	20.689	18.575	3.306	5.618	.283
3.500	.464	5.009	20.189	18.063	3.307	5.461	.275
3.500	.463	4.361	19.689	17.540	3.308	5.302	.266
3.500	.461	3.698	19.189	17.007	3.309	5.139	.258
3.500	.459	3.020	18.689	16.465	3.311	4.974	.249
3.500	.457	2.326	18.189	15.915	3.312	4.806	.241
3.500	.455	1.614	17.689	15.357	3.313	4.636	.232
3.500	.453	.884	17.189	14.794	3.314	4.464	.223
3.500	.451	.133	16.689	14.225	3.315	4.291	.214
4.000	1.029	38.774	66.059	14.422	3.466	4.162	.186
4.000	1.011	38.766	65.559	14.924	3.487	4.279	.188
4.000	.993	38.742	65.059	15.431	3.508	4.399	.191
4.000	.976	38.704	64.559	15.942	3.528	4.519	.193

ANNEXES

4.000	.959	38.651	64.059	16.458	3.547	4.640	.196
4.000	.943	38.584	63.559	16.978	3.565	4.762	.198
4.000	.928	38.504	63.059	17.502	3.583	4.885	.201
4.000	.913	38.411	62.559	18.029	3.600	5.009	.204
4.000	.899	38.307	62.059	18.559	3.616	5.133	.206
4.000	.885	38.190	61.559	19.091	3.631	5.258	.209
4.000	.872	38.063	61.059	19.626	3.646	5.383	.212
4.000	.859	37.924	60.559	20.163	3.660	5.509	.215
4.000	.846	37.776	60.059	20.701	3.674	5.635	.218
4.000	.834	37.617	59.559	21.240	3.687	5.761	.221
4.000	.823	37.449	59.059	21.780	3.699	5.888	.224
4.000	.811	37.271	58.559	22.321	3.711	6.014	.227
4.000	.800	37.085	58.059	22.861	3.723	6.140	.230
4.000	.790	36.890	57.559	23.401	3.734	6.267	.233
4.000	.779	36.686	57.059	23.939	3.745	6.393	.236
4.000	.770	36.475	56.559	24.477	3.755	6.518	.239
4.000	.760	36.256	56.059	25.012	3.765	6.643	.241
4.000	.751	36.029	55.559	25.546	3.775	6.768	.244
4.000	.741	35.795	55.059	26.077	3.784	6.891	.247
4.000	.733	35.555	54.559	26.605	3.793	7.014	.250
4.000	.724	35.307	54.059	27.129	3.801	7.136	.253
4.000	.716	35.053	53.559	27.649	3.810	7.257	.256
4.000	.708	34.792	53.059	28.165	3.818	7.377	.259
4.000	.700	34.525	52.559	28.676	3.825	7.496	.262
4.000	.692	34.253	52.059	29.181	3.833	7.613	.265
4.000	.685	33.974	51.559	29.681	3.840	7.729	.267
4.000	.677	33.690	51.059	30.174	3.847	7.844	.270
4.000	.670	33.400	50.559	30.661	3.854	7.956	.273
4.000	.664	33.105	50.059	31.140	3.860	8.067	.276
4.000	.657	32.805	49.559	31.611	3.866	8.176	.278
4.000	.650	32.499	49.059	32.074	3.872	8.283	.281
4.000	.644	32.189	48.559	32.528	3.878	8.387	.283
4.000	.638	31.874	48.059	32.973	3.884	8.490	.286
4.000	.632	31.554	47.559	33.408	3.889	8.590	.288
4.000	.626	31.229	47.059	33.833	3.895	8.687	.290
4.000	.620	30.900	46.559	34.247	3.900	8.782	.292
4.000	.615	30.567	46.059	34.649	3.905	8.874	.295
4.000	.610	30.229	45.559	35.040	3.909	8.963	.297
4.000	.604	29.887	45.059	35.418	3.914	9.049	.299
4.000	.599	29.540	44.559	35.783	3.919	9.131	.300
4.000	.594	29.190	44.059	36.134	3.923	9.211	.302
4.000	.589	28.835	43.559	36.472	3.927	9.287	.304
4.000	.585	28.477	43.059	36.795	3.931	9.359	.305
4.000	.580	28.115	42.559	37.103	3.935	9.428	.307
4.000	.575	27.748	42.059	37.395	3.939	9.493	.308

ANNEXES

4.000	.571	27.378	41.559	37.671	3.943	9.554	.309
4.000	.567	27.004	41.059	37.930	3.947	9.611	.311
4.000	.562	26.627	40.559	38.172	3.950	9.664	.312
4.000	.558	26.245	40.059	38.396	3.954	9.712	.312
4.000	.554	25.860	39.559	38.602	3.957	9.756	.313
4.000	.550	25.471	39.059	38.789	3.960	9.795	.314
4.000	.547	25.079	38.559	38.956	3.963	9.829	.314
4.000	.543	24.683	38.059	39.104	3.966	9.859	.315
4.000	.539	24.283	37.559	39.231	3.969	9.884	.315
4.000	.536	23.880	37.059	39.337	3.972	9.903	.315
4.000	.532	23.473	36.559	39.422	3.975	9.918	.315
4.000	.529	23.062	36.059	39.484	3.978	9.927	.315
4.000	.525	22.648	35.559	39.525	3.980	9.930	.314
4.000	.522	22.230	35.059	39.542	3.983	9.928	.314
4.000	.519	21.808	34.559	39.536	3.985	9.921	.313
4.000	.516	21.383	34.059	39.506	3.988	9.907	.312
4.000	.513	20.954	33.559	39.452	3.990	9.888	.311
4.000	.510	20.521	33.059	39.373	3.992	9.862	.310
4.000	.507	20.084	32.559	39.270	3.995	9.831	.308
4.000	.504	19.643	32.059	39.140	3.997	9.793	.307
4.000	.502	19.198	31.559	38.986	3.999	9.749	.305
4.000	.499	18.749	31.059	38.804	4.001	9.699	.303
4.000	.496	18.295	30.559	38.597	4.003	9.642	.301
4.000	.494	17.838	30.059	38.363	4.005	9.579	.298
4.000	.491	17.376	29.559	38.102	4.007	9.510	.296
4.000	.489	16.910	29.059	37.813	4.008	9.433	.293
4.000	.486	16.439	28.559	37.498	4.010	9.350	.290
4.000	.484	15.963	28.059	37.155	4.012	9.261	.287
4.000	.482	15.482	27.559	36.784	4.014	9.165	.284
4.000	.480	14.996	27.059	36.386	4.015	9.062	.280
4.000	.477	14.505	26.559	35.961	4.017	8.952	.277
4.000	.475	14.008	26.059	35.507	4.019	8.836	.273
4.000	.473	13.506	25.559	35.027	4.020	8.713	.269
4.000	.471	12.998	25.059	34.519	4.022	8.583	.265
4.000	.469	12.483	24.559	33.984	4.023	8.447	.260
4.000	.467	11.962	24.059	33.423	4.024	8.305	.256
4.000	.465	11.434	23.559	32.835	4.026	8.156	.251
4.000	.463	10.899	23.059	32.221	4.027	8.001	.246
4.000	.461	10.357	22.559	31.582	4.028	7.840	.241
4.000	.460	9.806	22.059	30.918	4.030	7.672	.235
4.000	.458	9.247	21.559	30.229	4.031	7.499	.230
4.000	.456	8.679	21.059	29.518	4.032	7.320	.224
4.000	.454	8.102	20.559	28.784	4.033	7.136	.218
4.000	.453	7.514	20.059	28.028	4.035	6.947	.212
4.000	.451	6.916	19.559	27.251	4.036	6.752	.206

ANNEXES

4.000	.449	6.306	19.059	26.455	4.037	6.553	.200
4.000	.448	5.684	18.559	25.641	4.038	6.350	.194
4.000	.446	5.048	18.059	24.810	4.039	6.142	.187
4.000	.445	4.399	17.559	23.963	4.040	5.931	.181
4.000	.443	3.734	17.059	23.102	4.041	5.716	.174
4.000	.441	3.052	16.559	22.229	4.042	5.499	.167
4.000	.440	2.352	16.059	21.345	4.043	5.279	.161
4.000	.438	1.632	15.559	20.452	4.045	5.057	.154
4.000	.437	.891	15.059	19.552	4.046	4.833	.147
4.000	.435	.127	14.559	18.648	4.047	4.608	.140
4.500	1.024	40.126	66.353	18.620	4.175	4.460	.125
4.500	1.005	40.118	65.853	19.296	4.202	4.592	.127
4.500	.986	40.094	65.353	19.979	4.227	4.726	.129
4.500	.969	40.055	64.853	20.670	4.252	4.862	.130
4.500	.952	40.002	64.353	21.367	4.275	4.998	.132
4.500	.936	39.934	63.853	22.071	4.297	5.136	.134
4.500	.920	39.853	63.353	22.781	4.319	5.275	.136
4.500	.905	39.760	62.853	23.496	4.339	5.415	.138
4.500	.891	39.654	62.353	24.216	4.359	5.556	.140
4.500	.877	39.537	61.853	24.941	4.377	5.698	.142
4.500	.863	39.408	61.353	25.670	4.395	5.840	.144
4.500	.850	39.269	60.853	26.403	4.412	5.984	.146
4.500	.837	39.119	60.353	27.139	4.429	6.128	.148
4.500	.825	38.960	59.853	27.878	4.445	6.272	.151
4.500	.813	38.790	59.353	28.619	4.460	6.417	.153
4.500	.802	38.612	58.853	29.362	4.474	6.562	.155
4.500	.791	38.425	58.353	30.106	4.488	6.708	.157
4.500	.780	38.229	57.853	30.851	4.502	6.853	.159
4.500	.770	38.025	57.353	31.597	4.515	6.998	.162
4.500	.760	37.813	56.853	32.341	4.527	7.144	.164
4.500	.750	37.594	56.353	33.086	4.539	7.289	.166
4.500	.741	37.367	55.853	33.828	4.551	7.434	.168
4.500	.732	37.133	55.353	34.569	4.562	7.578	.171
4.500	.723	36.893	54.853	35.307	4.572	7.722	.173
4.500	.714	36.645	54.353	36.042	4.583	7.865	.175
4.500	.706	36.391	53.853	36.774	4.593	8.007	.177
4.500	.698	36.131	53.353	37.501	4.602	8.149	.179
4.500	.690	35.865	52.853	38.223	4.611	8.289	.182
4.500	.682	35.593	52.353	38.940	4.620	8.428	.184
4.500	.675	35.316	51.853	39.651	4.629	8.566	.186
4.500	.667	35.033	51.353	40.356	4.637	8.703	.188
4.500	.660	34.745	50.853	41.053	4.645	8.838	.190
4.500	.653	34.451	50.353	41.742	4.653	8.972	.192
4.500	.647	34.153	49.853	42.422	4.660	9.103	.194

ANNEXES

4.500	.640	33.849	49.353	43.093	4.667	9.233	.196
4.500	.634	33.541	48.853	43.755	4.674	9.361	.198
4.500	.628	33.228	48.353	44.405	4.681	9.487	.200
4.500	.622	32.911	47.853	45.045	4.687	9.610	.202
4.500	.616	32.589	47.353	45.673	4.694	9.731	.204
4.500	.610	32.263	46.853	46.288	4.700	9.849	.206
4.500	.605	31.933	46.353	46.889	4.706	9.965	.207
4.500	.600	31.599	45.853	47.477	4.711	10.077	.209
4.500	.594	31.260	45.353	48.050	4.717	10.187	.211
4.500	.589	30.918	44.853	48.608	4.722	10.294	.212
4.500	.584	30.572	44.353	49.149	4.727	10.397	.214
4.500	.579	30.222	43.853	49.674	4.732	10.497	.215
4.500	.575	29.868	43.353	50.181	4.737	10.593	.217
4.500	.570	29.511	42.853	50.669	4.742	10.685	.218
4.500	.565	29.150	42.353	51.138	4.746	10.774	.220
4.500	.561	28.786	41.853	51.588	4.751	10.859	.221
4.500	.557	28.418	41.353	52.017	4.755	10.939	.222
4.500	.553	28.047	40.853	52.424	4.759	11.015	.223
4.500	.549	27.672	40.353	52.809	4.763	11.087	.224
4.500	.545	27.294	39.853	53.171	4.767	11.153	.225
4.500	.541	26.912	39.353	53.510	4.771	11.216	.226
4.500	.537	26.528	38.853	53.824	4.775	11.273	.226
4.500	.533	26.140	38.353	54.112	4.778	11.325	.227
4.500	.530	25.748	37.853	54.375	4.782	11.371	.227
4.500	.526	25.354	37.353	54.611	4.785	11.413	.228
4.500	.523	24.956	36.853	54.819	4.788	11.448	.228
4.500	.519	24.555	36.353	54.998	4.792	11.478	.228
4.500	.516	24.151	35.853	55.149	4.795	11.502	.228
4.500	.513	23.743	35.353	55.269	4.798	11.520	.228
4.500	.510	23.333	34.853	55.359	4.801	11.532	.228
4.500	.507	22.919	34.353	55.417	4.803	11.537	.228
4.500	.504	22.502	33.853	55.443	4.806	11.536	.228
4.500	.501	22.081	33.353	55.436	4.809	11.528	.227
4.500	.498	21.657	32.853	55.396	4.811	11.513	.227
4.500	.495	21.230	32.353	55.321	4.814	11.492	.226
4.500	.492	20.799	31.853	55.211	4.816	11.463	.225
4.500	.490	20.365	31.353	55.065	4.819	11.427	.224
4.500	.487	19.927	30.853	54.883	4.821	11.384	.223
4.500	.485	19.486	30.353	54.664	4.823	11.333	.222
4.500	.482	19.041	29.853	54.407	4.826	11.275	.220
4.500	.480	18.592	29.353	54.112	4.828	11.208	.219
4.500	.477	18.140	28.853	53.779	4.830	11.135	.217
4.500	.475	17.683	28.353	53.406	4.832	11.053	.215
4.500	.473	17.222	27.853	52.994	4.834	10.963	.213
4.500	.471	16.758	27.353	52.542	4.836	10.865	.211

ANNEXES

4.500	.468	16.289	26.853	52.050	4.838	10.759	.209
4.500	.466	15.815	26.353	51.517	4.839	10.645	.207
4.500	.464	15.337	25.853	50.943	4.841	10.523	.204
4.500	.462	14.854	25.353	50.329	4.843	10.392	.201
4.500	.460	14.366	24.853	49.674	4.845	10.253	.198
4.500	.459	13.873	24.353	48.978	4.846	10.106	.195
4.500	.457	13.374	23.853	48.241	4.848	9.951	.192
4.500	.455	12.869	23.353	47.463	4.849	9.788	.189
4.500	.453	12.359	22.853	46.646	4.851	9.616	.186
4.500	.451	11.842	22.353	45.788	4.852	9.436	.182
4.500	.450	11.319	21.853	44.891	4.854	9.249	.178
4.500	.448	10.788	21.353	43.956	4.855	9.053	.174
4.500	.446	10.250	20.853	42.982	4.856	8.850	.170
4.500	.445	9.704	20.353	41.972	4.858	8.640	.166
4.500	.443	9.150	19.853	40.925	4.859	8.422	.162
4.500	.442	8.586	19.353	39.844	4.860	8.198	.157
4.500	.440	8.013	18.853	38.730	4.862	7.967	.153
4.500	.439	7.429	18.353	37.584	4.863	7.729	.148
4.500	.437	6.835	17.853	36.408	4.864	7.485	.143
4.500	.436	6.228	17.353	35.203	4.865	7.236	.139
4.500	.434	5.609	16.853	33.973	4.866	6.981	.134
4.500	.433	4.975	16.353	32.718	4.867	6.722	.129
4.500	.432	4.326	15.853	31.442	4.869	6.458	.123
4.500	.430	3.661	15.353	30.147	4.870	6.191	.118
4.500	.429	2.977	14.853	28.836	4.871	5.920	.113
4.500	.428	2.273	14.353	27.512	4.872	5.647	.108
4.500	.426	1.548	13.853	26.178	4.873	5.372	.102
4.500	.425	.798	13.353	24.837	4.874	5.096	.097
4.500	.424	.021	12.853	23.494	4.875	4.819	.092
5.000	1.019	41.118	66.584	23.333	4.968	4.697	.085
5.000	1.000	41.109	66.084	24.206	5.000	4.841	.087
5.000	.981	41.085	65.584	25.090	5.031	4.987	.088
5.000	.964	41.046	65.084	25.984	5.060	5.135	.089
5.000	.947	40.991	64.584	26.888	5.088	5.284	.090
5.000	.930	40.923	64.084	27.801	5.115	5.435	.092
5.000	.914	40.842	63.584	28.723	5.141	5.588	.093
5.000	.899	40.748	63.084	29.653	5.165	5.741	.095
5.000	.884	40.641	62.584	30.591	5.188	5.896	.096
5.000	.870	40.523	62.084	31.536	5.211	6.052	.098
5.000	.857	40.394	61.584	32.487	5.232	6.209	.099
5.000	.843	40.254	61.084	33.445	5.253	6.367	.101
5.000	.831	40.103	60.584	34.408	5.272	6.526	.102
5.000	.818	39.943	60.084	35.376	5.291	6.686	.104
5.000	.806	39.773	59.584	36.348	5.309	6.846	.105

ANNEXES

5.000	.795	39.594	59.084	37.324	5.327	7.007	.107
5.000	.784	39.406	58.584	38.303	5.343	7.168	.109
5.000	.773	39.210	58.084	39.284	5.359	7.330	.110
5.000	.763	39.005	57.584	40.268	5.375	7.492	.112
5.000	.753	38.793	57.084	41.252	5.389	7.654	.114
5.000	.743	38.574	56.584	42.237	5.404	7.816	.115
5.000	.733	38.346	56.084	43.222	5.417	7.979	.117
5.000	.724	38.112	55.584	44.206	5.430	8.140	.118
5.000	.715	37.872	55.084	45.188	5.443	8.302	.120
5.000	.707	37.624	54.584	46.168	5.455	8.463	.122
5.000	.698	37.371	54.084	47.146	5.467	8.624	.123
5.000	.690	37.111	53.584	48.119	5.478	8.784	.125
5.000	.682	36.845	53.084	49.089	5.489	8.943	.127
5.000	.675	36.574	52.584	50.053	5.499	9.101	.128
5.000	.667	36.297	52.084	51.011	5.510	9.259	.130
5.000	.660	36.015	51.584	51.963	5.519	9.415	.132
5.000	.653	35.727	51.084	52.908	5.529	9.570	.133
5.000	.646	35.435	50.584	53.844	5.538	9.723	.135
5.000	.639	35.138	50.084	54.771	5.547	9.875	.136
5.000	.633	34.836	49.584	55.689	5.555	10.025	.138
5.000	.627	34.529	49.084	56.596	5.563	10.173	.139
5.000	.620	34.218	48.584	57.491	5.571	10.320	.141
5.000	.614	33.902	48.084	58.375	5.579	10.464	.142
5.000	.609	33.582	47.584	59.245	5.586	10.606	.144
5.000	.603	33.259	47.084	60.101	5.593	10.745	.145
5.000	.597	32.931	46.584	60.943	5.600	10.882	.147
5.000	.592	32.599	46.084	61.768	5.607	11.016	.148
5.000	.587	32.263	45.584	62.577	5.613	11.148	.149
5.000	.582	31.924	45.084	63.368	5.620	11.276	.151
5.000	.577	31.580	44.584	64.141	5.626	11.402	.152
5.000	.572	31.234	44.084	64.895	5.632	11.523	.153
5.000	.567	30.883	43.584	65.628	5.637	11.642	.154
5.000	.563	30.530	43.084	66.340	5.643	11.757	.155
5.000	.558	30.173	42.584	67.029	5.648	11.868	.157
5.000	.554	29.812	42.084	67.695	5.653	11.974	.158
5.000	.549	29.448	41.584	68.337	5.658	12.077	.159
5.000	.545	29.082	41.084	68.953	5.663	12.176	.160
5.000	.541	28.711	40.584	69.544	5.668	12.270	.160
5.000	.537	28.338	40.084	70.106	5.672	12.359	.161
5.000	.533	27.962	39.584	70.641	5.677	12.443	.162
5.000	.530	27.582	39.084	71.146	5.681	12.523	.163
5.000	.526	27.200	38.584	71.620	5.685	12.597	.163
5.000	.522	26.815	38.084	72.063	5.690	12.666	.164
5.000	.519	26.426	37.584	72.473	5.693	12.729	.165
5.000	.515	26.035	37.084	72.849	5.697	12.787	.165

ANNEXES

5.000	.512	25.641	36.584	73.191	5.701	12.838	.165
5.000	.509	25.244	36.084	73.496	5.705	12.884	.166
5.000	.506	24.843	35.584	73.765	5.708	12.923	.166
5.000	.503	24.440	35.084	73.995	5.712	12.955	.166
5.000	.500	24.034	34.584	74.186	5.715	12.981	.166
5.000	.497	23.626	34.084	74.337	5.718	13.000	.166
5.000	.494	23.214	33.584	74.446	5.721	13.012	.166
5.000	.491	22.799	33.084	74.513	5.724	13.017	.166
5.000	.488	22.381	32.584	74.536	5.727	13.014	.166
5.000	.485	21.961	32.084	74.514	5.730	13.004	.165
5.000	.483	21.537	31.584	74.446	5.733	12.986	.165
5.000	.480	21.110	31.084	74.331	5.735	12.960	.165
5.000	.478	20.680	30.584	74.169	5.738	12.926	.164
5.000	.475	20.247	30.084	73.957	5.741	12.883	.163
5.000	.473	19.811	29.584	73.696	5.743	12.832	.162
5.000	.471	19.371	29.084	73.383	5.746	12.772	.161
5.000	.468	18.928	28.584	73.018	5.748	12.703	.160
5.000	.466	18.481	28.084	72.601	5.750	12.626	.159
5.000	.464	18.031	27.584	72.130	5.752	12.539	.158
5.000	.462	17.578	27.084	71.604	5.755	12.443	.157
5.000	.460	17.120	26.584	71.023	5.757	12.338	.155
5.000	.458	16.659	26.084	70.387	5.759	12.223	.154
5.000	.456	16.194	25.584	69.693	5.761	12.098	.152
5.000	.454	15.724	25.084	68.943	5.763	11.964	.150
5.000	.452	15.251	24.584	68.135	5.764	11.820	.148
5.000	.450	14.772	24.084	67.269	5.766	11.666	.146
5.000	.448	14.289	23.584	66.345	5.768	11.502	.144
5.000	.447	13.801	23.084	65.363	5.770	11.328	.142
5.000	.445	13.308	22.584	64.322	5.771	11.145	.139
5.000	.443	12.810	22.084	63.223	5.773	10.951	.137
5.000	.442	12.305	21.584	62.067	5.775	10.748	.134
5.000	.440	11.795	21.084	60.853	5.776	10.535	.131
5.000	.439	11.278	20.584	59.583	5.778	10.312	.129
5.000	.437	10.754	20.084	58.256	5.779	10.080	.126
5.000	.436	10.223	19.584	56.875	5.781	9.839	.122
5.000	.434	9.685	19.084	55.441	5.782	9.588	.119
5.000	.433	9.138	18.584	53.954	5.783	9.329	.116
5.000	.431	8.582	18.084	52.417	5.785	9.061	.113
5.000	.430	8.016	17.584	50.831	5.786	8.785	.109
5.000	.429	7.440	17.084	49.200	5.787	8.501	.106
5.000	.427	6.853	16.584	47.525	5.788	8.210	.102
5.000	.426	6.254	16.084	45.810	5.790	7.912	.098
5.000	.425	5.642	15.584	44.057	5.791	7.608	.094
5.000	.424	5.015	15.084	42.270	5.792	7.298	.090
5.000	.423	4.372	14.584	40.454	5.793	6.983	.086

ANNEXES

5.000	.421	3.712	14.084	38.611	5.794	6.664	.082
5.000	.420	3.032	13.584	36.747	5.795	6.341	.078
5.000	.419	2.332	13.084	34.867	5.797	6.015	.074
5.000	.418	1.607	12.584	32.975	5.798	5.688	.070
5.000	.417	.856	12.084	31.077	5.799	5.359	.066
5.000	.415	.076	11.584	29.179	5.800	5.031	.062