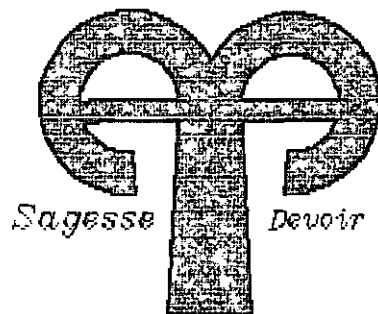


REPUBLIQUE DU SENEGAL



GC. 0262

ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIES

PROJET DE FIN D'ETUDES

POUR L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGENIEUR DE CONCEPTION

TITRE OPTIMISATION D'UN RESEAU DE PISTES  
AERIENNES POUR UNE ATTAQUE PROBABLE  
ET UNE DEFENSE DONNEE

AUTEUR MOUNTAGA DIOP

DIRECTEUR J.C WARMOES

DATE JUIN 1988

A ma mere  
A mon pere,  
A Maimouna,  
A Anna,  
A Alioune  
A Mahomet,

A tous ceux que j'aime  
et qui ont contribue a faire  
de moi ce que je suis.

A mes cadets, en esperant  
qu'ils feront mieux.

# REMERCIEMENTS

Je tiens a remercier, ici, Mr. Jean Claude WARMAOES, professeur a l'Ecole Polytechnique qui, malgre ses lourdes charges a la tete du departement de genie mecanique n'a jamais cesse de nous soutenir et de nous encourager tout au long du travail, pas toujours facile que nous avons eu a mener.

Je confonds dans le meme hommage le Lieutenant SENE du Bataillon d'artillerie dont l'experience pratique dans le domaine nous a ete d'un grand secours, ainsi que l'eleve-ingenieur Ghislain pour sa devotion et sa disponibilite permanente

Que tout le personnel du Centre de Calcul trouve ici aussi l'expression de notre profonde gratitude pour le soutien actif qu'il n'a cesse de nous apporter

Je remercie, en fin tout ceux qui, d'une facon ou d'une autre, ont fait de ce projet ce qu'il est aujourd'hui.

## SOMMAIRE

Le logiciel S.A.P.A.O 88 existera en deux exemplaires ,ils seront identifiés sous les noms suivants :

- SAPAO 881

- SAPAO 882

SAPAO 881 aura pour fonction de définir l'orientation à donner à une piste (lors de sa construction) afin d'optimiser ses possibilités de défense pour un type d'attaque probable et une défense donnée .

SAPAO 882 aura quant à lui pour fonction de définir les axes faibles d'un système de défense en fonction d'une attaque donnée.

## TABLE DES MATIÈRES

Remerciements .....	ii
Sommaire .....	iii
Introduction .....	1
CHAPITRE 1	
ANALYSE ET HYPOTHESES .....	2
CHAPITRE 2	
THEORIES PROBABILISTES .....	12
CHAPITRE 3	
CALCULS ANALYTIQUES .....	29
CHAPITRE 4	
ORGANIGRAMMES ET COMMENTAIRES .....	42
CHAPITRE 5	
CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS .....	62
ANNEXE 1	
LISTING DU LOGICIEL .....	65
ANNEXE 2	
ILLUSTRATION BANQUE DE DONNEES .....	90
Reférences .....	95

## Table des figures

fig 1 : Défense sol/air : Système de défense fixe	6
fig 2 : Projection de l'avion sur le plan horizontal	8
fig 3 : Exemple	9
fig 4 : Distribution linéaire	16
fig 5 : Distribution exponentielle	17
fig 6 : Distribution de WEIBULL	18
fig 7 : Visualisation de zones d'égales précisions	20
fig 8 : Vue des surfaces projetées	23
fig 9 : Distance d'arrêt	26
fig 10 : Exemple : hauteur de langage	33
fig 11 : Variations de l'accélération angulaire	37
fig 12 : Variations de la vitesse linéaire	38
fig 13 : Volume associé à l'avion	40
fig 14 : Organigramme général	43
fig 15 : Organigramme 1	45
fig 16 : Organigramme 2	47
fig 17 : Organigramme 3	51
fig 18 : Organigramme 4	52
fig 19 : Organigramme 5	54
fig 20 : Organigramme 6	55
fig 21 : Organigramme 7	57
fig 22 : Organigramme 8	59
fig 23 : Organigramme 9	61

## INTRODUCTION

S'appuyant sur la puissance de leurs laboratoires et de leurs industries les pays développés ont redéfini aujourd'hui les lois de la guerre ,l'utilisation intensive de l'électronique et de l'informatique ayant modifié totalement les formes de combat connues.Les deux fonctions majeures que sont l'acquisition de l'objectif et sa destruction seront de plus en plus traitées par des machines . Il en résulte , dans cet univers électronique aux réactions quasi instantannées ,où tout a valeur de signal et d'information , un système de chaines opérationnelles complexes dont l'homme lui même tend à devenir la limite. Le héros de demain ne sera plus celui qu'habite un courage d'exception ,mais le plus rationnel dans son comportement , le plus maître ,le plus technicien.

Les guerres d'aujourd'hui plus encore que celles d'hier seront celles de l'intelligence et de la méthode.Pour cette raison il appartiendra aux ingénieurs de se pencher sur l'intégration des éléments vitaux ,dans un vaste processus où la défense ne sera plus à laisser au hasard.

Une composante nouvelle devra s'ajouter aux critères économiques et politiques,**le critère stratégique.** Les constructions de grandes envergures telles que les ports ,les aéroports se devront non seulement d'être orientées suivant des critères économiques mais également suivant leur facilité à être défendues , leur aptitude à la défense .

Le logiciel S.A.P.A.O BB n'aura pas la prétention de résoudre la totalité des problèmes stratégiques posés à nous , mais l'espoir d'y contribuer en s'étendant au cas particulier des pistes d'atterrissages dont la vitalité ne fait aucun doute dans un pays aussi dépendant que le nôtre de ses importations.

# Chapitre

I

...

## Analyse et Hypotheses de base



## HYPOTHESES D'ATTAQUE ET DE DEFENSE

Le logiciel sera scindé en différentes sous-parties dont nous expliquerons ultérieurement les différentes méthodes de travail et de calcul. Pour bien saisir son fonctionnement un certain nombre d'applications devront être définies.

### A) Au niveau de l'attaquant

- Les munitions utilisées seront des bombes anti-pistes de type
  - Durandal
  - Rap Kc
  - Jp 233

Les munitions seront larguées en une seule fois et cela sous formes de grappe

-Si l'avion était bien au-dessus de la zone de largage prévue, au moment du largage, alors les bombes atteindront leurs objectifs

-La hauteur maximale prévue sera de 150m, au-dessus l'effet du vent pourrait être fortement ressenti.

-La hauteur minimale sera de 90m, en dessous de celle-ci; la bombe risque de souffrir d'un effet de ricochet et de perdre sa pleine efficacité.

-Le pilote maintiendra son axe jusqu'à l'exécution finale de la mission et dégagera en vol rasant.

-Le pilote maintiendra sa hauteur et sa vitesse de vol jusqu'au largage définitif de son armement.

-Le pilote est un pilote aguerri et ne souffrira pas du

contexte psychologique.

-L'attaque des différentes pistes se fera dans un mouvement d'ensemble de manière quasi-simultannée.

-Les pistes et le système de défense auront été parfaitement identifiés

-Tous les appareils affectés à une piste donnée utiliseront le même couloir c'est-à-dire l'axe critique.

-La vitesse de vol sera comprise dans le haut de la partie subsonique ,c'est-à-dire entre 200 et 300 m/s.Au-dessus de cela le-ci les bombes auraient beaucoup de mal à être freinées au parachute .Quant à une vitesse inférieure à 200 m/s elle serait quasiment suicidaire pour l'assaillant .

- Aucune défaillance technique n'aura lieu une fois que l'avion survole la zone protégée.

#### **B) Au niveau de la defense:**

L'attaque ne sera pas une surprise, l'existence de sonnettes ( pistes avancées ) bénéficiant de moyens radio-électriques permettant de détecter grâce aux caractéristiques électromagnétiques ,thermiques et acoustiques des axes suivis par l'assaillant et de prévoir ainsi le moment d'arrivée au-dessus des champs d'hostilités.

-L'exécution du tir se fera de manière instantannée dès que l'ennemi est dans la zone efficace du missile ou du canon (portée utile ).

-Les informations seront centralisées et leur exploitation tout à fait synthétisée , ce qui reviendra à dire que la détection , la localisation ,l'évaluation de la menace de même que l'acquisition ,le repérage et la préparation du tir auront déjà été effectués lors de l'entrée dans la zone defendue de l'attaque adverse.

-Nous supposons l'existence des systèmes d'armes sol-air suivants :

- SATCP (système d'armes sol-air à très courtes portées)
- SACP (système d'armes sol-air à courte portée)
- SAMP (système d'armes sol-air moyenne portée)
- SALP (système d'armes sol-air longue portée)

Categories de systeme	portee(m)	altitude(m)
SATCP	0-5000	0-2000
SACP	0-10000	50-5000
SAMP	5000-40000	50-20000
SALP	-100000	-30000

Ces différents systèmes créent une certaine redondance obligeant les avions à effectuer des vols à très basse altitude (en dessous de 100 mètres la prise à partie d'un aeronef rapide par un missile est rarement efficace par suite d'une détection radar trop tardive ; leur efficacité serait entamée également par une zone morte intérieure très importante.)

\_ En cas d'une attaque multiple ,les tireurs n'effectuerons aucune distinction entre les différents appareils se présentant à eux.Ils leurs tireront dessus de manière uniforme( il s'agit des appareils qui leurs sont affectés ).

- Aucune défaillance d'ordre technique n'aura lieu .

defense sol/air:systeme de defense fixe  
( defense du territoire et des points sensibles ) 75 Km

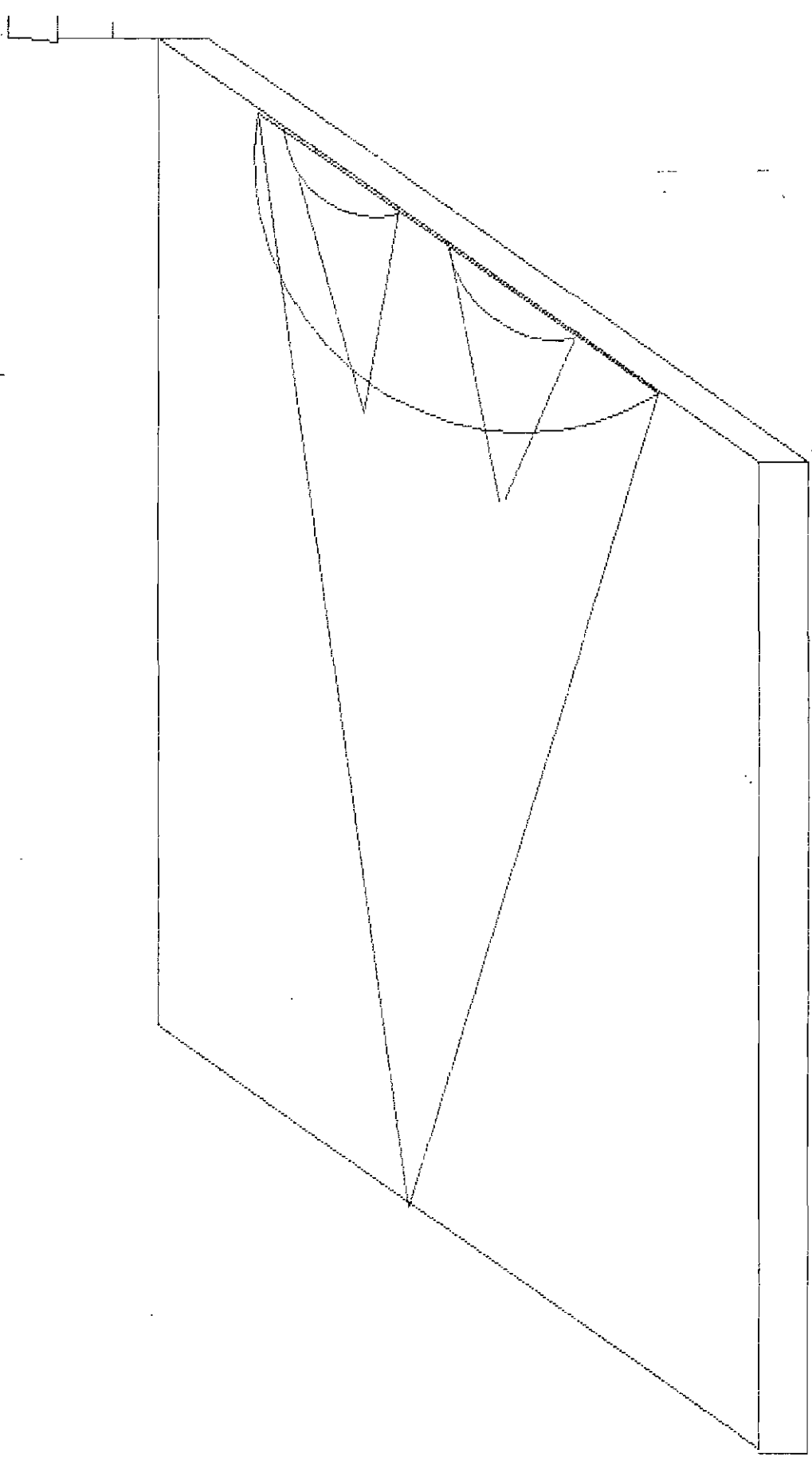


Fig 1

## ANALYSE DE LA SITUATION

Après avoir défini les conditions d'attaque et de défense ,il apparait que la complexité du problème résidera dans le fait qu'il est nécessaire d'évaluer :

- \* la vulnérabilité du chasseur franchissant les lignes de défenses.

- \* la probabilité que le chasseur abatte la piste s'il a pu survivre jusqu'à la zone de larguage.

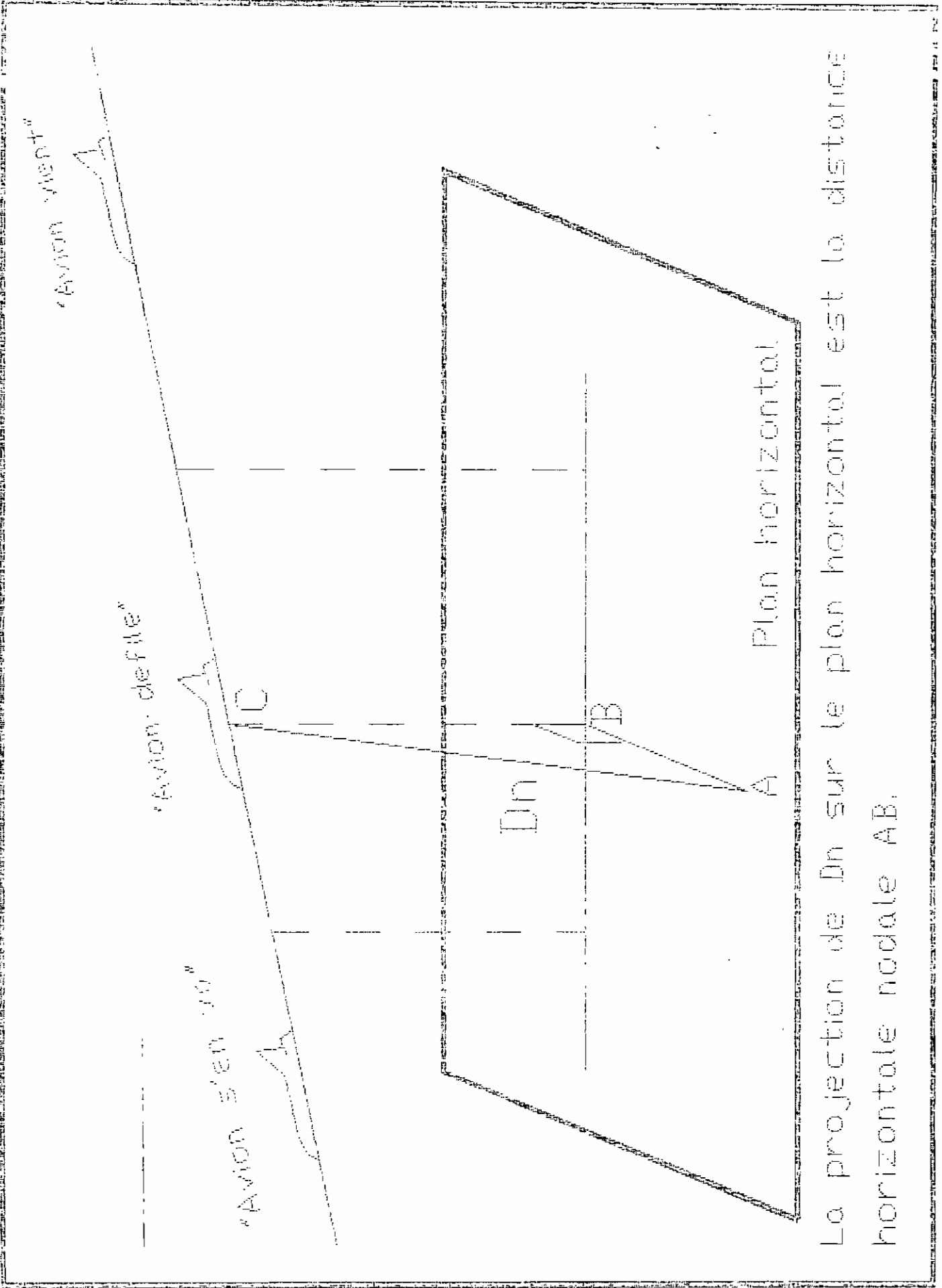
Ceci reviendrait à mettre en équation la chance que le pilote survive au feu ennemi et qu'il appuiera sur le bouton de larguage au moment opportun .

Il apparait évident que sa probabilité de survie sera fortement liée aux systèmes de défense existants et à ses conditions de vol (Itineraire-Vitesse de vol-Hauteur de vol). Une bonne connaissance du relief , de la météorologie , des munitions et des appareils possédés permettront à l'assaillant d'optimiser ses chances de survie.

Une optimisation de ces dernières n'engendre pas automatiquement une optimisation de la probabilité de réussite de la mission.

En effet si la réussite de la mission consiste à atteindre la partie utile de la piste et qu'un seul point d'impact s'avère suffisant le pilote aura tout intérêt à maximiser la précision de son tir ( elle sera intimement liée à son temps de survol de la piste).

De même le dispositif de défense aura pour mission d'assurer une couverture quasi-total au-dessus des pistes cela afin d'empêcher toute pénétration ou encore empêcher autant que possible l'attaquant de s'approcher des axes principaux des différentes pistes.



La projection de  $D_n$  sur le plan horizontal est la distance horizontale nodale  $AB$ .

vue de dessus

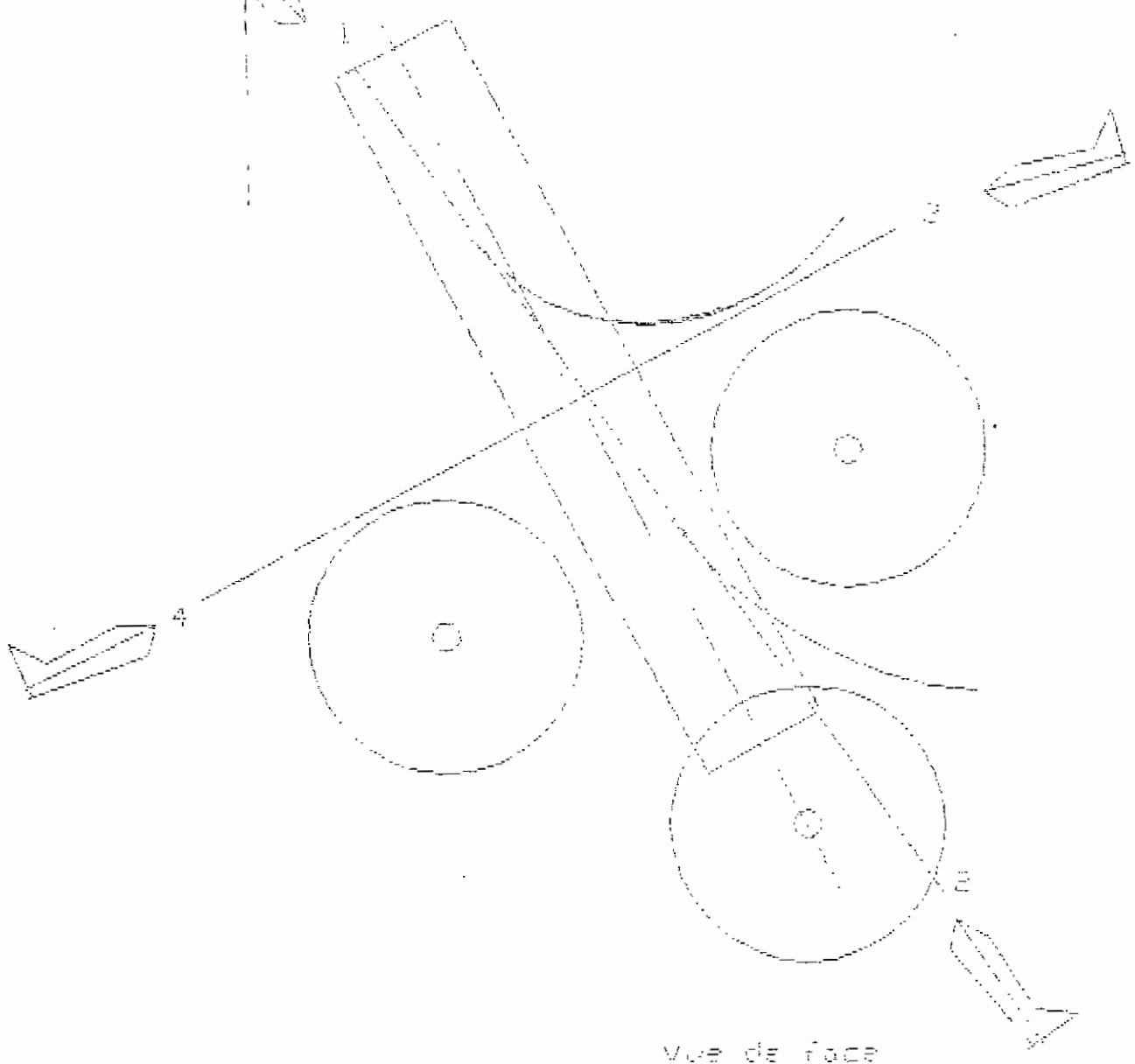


fig 3

Dans notre exemple (voir page précédente) il apparaît que l'avion a tout intérêt à prendre l'axe 1-2 plutôt que 2-1, 3-4 et 4-3. Son temps d'ajustement de la piste sera plus grand qu'en 3-4 ou 4-3 et il aura une probabilité de survie plus élevée.

Il est à noter que les systèmes de défense les plus efficaces sont ceux qui ont été établis en temps de paix. Pour cette raison nous supposerons que la défense aura été prédisposée et que l'assaillant connaîtra avec précision les caractéristiques de la défense.

Le logiciel SAPAO 88 prendra alors toute sa signification , après l'entrée des éléments précités, tels que le nombre de pièces anti-aériennes , leurs capacités , le nombre de pistes à défendre, le type d'avion attaquant . Nous déterminerons alors l'axe qui s'avèrerait le plus favorable à l'attaquant c'est-à-dire celui par lequel il a le plus de chance de mener à bien sa mission.

L'identification de cet axe sera déterminé à partir d'un calcul probabiliste (voir chapitre suivant) . Ce dernier sera obtenu pour chacune des pistes et permettra d'obtenir la probabilité finale de destruction du réseau.

Le logiciel comprendra cependant deux versions .SAPAO 881 et SAPAO 882 . Ces deux versions utiliseront les mêmes hypothèses de base mais varieront sur l'une d'entre elles.

En effet SAPAO 882 aura pour fonction essentielle de permettre de vérifier la fiabilité d'un système de défense existant , ou plus précisément d'en obtenir les axes faibles c'est à dire les axes préférentiels pour l'attaque adverse . Afin d'être sécuritaire ce logiciel supposera que toutes les attaques se feront simultanément, et que chaque batterie se contentera de défendre la piste lui étant allouée . On pourra ensuite reprendre le calcul avec une nouvelle disposition jusqu'à obtenir celle que l'on jugera la plus appropriée.

SAPAO 881 aura quant à lui pour fonction de définir la position à donner à une piste lors de sa construction afin de lui assurer un minimum de vulnérabilité.



Cette position sera fonction de l'ensemble du réseau existant et de la manière dont ce dernier aura été défendu .Dans ce cas nous considérerons que les attaques se feront de manière successive et que toutes les pièces pourront intervenir au même moment .Il suffira donc que l'appareil ennemi se trouve dans la zone de tir de ces derniers pour qu'il soit automatiquement pris en chasse (Cette supposition s'avère valable dans la mesure où les avions attaquent suivant un seul axe à la fois).

Nous concluerons en mentionnant que des simulations basées sur des hypothèses réalistes permettraient de déterminer s'il vaut mieux posséder des armes à grande précision ,à grande portée, ou encore de définir les combinaisons optimales (précision-portée) Ceci demandera de nombreuses heures d'un travail méthodique et rationnel , afin d'obtenir des statistiques justes sur les éléments entrant en jeu au niveau de l'exécution du programme .

Chapitre

2

...

Theories

Probabilistes

CALCULS PROBABILISTES EMPLOYES POUR DETERMINER LA  
PROBABILITE DE SURVIE DU RESEAU DE PISTES DEFINI

La probabilité que l'avion détruise les différentes pistes sera fonction des facteurs suivants :

**\* humains**

- . défaillance du pilote

**\* techniques**

- . hauteur de vol
- . vitesse de vol
- . fiabilité de son système de vol
- . maniabilité de l'appareil
- . temps de réaction alloué au pilote
- . fiabilité de l'ensemble avion-armement
- . visibilité
- . conditions climatiques
- . etc ...

Si nous partons du principe que les pilotes sont des pilotes aguerris ,expérimentés,qu'une défaillance de leur part ,de même qu'une défaillance du système avion armement est considérée comme un événement rare . Que la hauteur est limitée , qu'ils ont le choix du moment de l'attaque , seul le temps de réaction de l'aviateur jouera dans ces cas un rôle fondamental.

Ce dernier étant intimement lié à la vitesse de vol , nous obtiendrons donc l'équation suivante:

$$\left[ \text{temps de parcours} \right]^{-1} = (\text{vitesse de l'avion}) / (\text{distance parcourus audessus de la piste})$$

l'avion se déplacera dans un plan parallèle au relief et ce dernier n'étant pas accidenté (ce qui est logique puisque la zone d'opération se situe au dessus d'un réseau de pistes d'atterrissage) nous aurons  $v=f(v_x, v_y)$

N'ayant pas de données statistiques définissant une courbe reliant le temps de survol à la probabilité d'atteinte ou encore permettant d'obtenir les points extrêmes nous utiliserons les résultats de diverses expériences effectuées par l'American Association of State Highway Officials (AASHO).

Cette dernière a décomposé le temps de la manière suivante :

- \_ le temps de perception
- \_ le temps d'identification
- \_ le temps de jugement ou d'émotion
- \_ le temps de réaction ou d'évolution

Ce temps total surnommé le PIEV est estimé à 2 secondes dans les conditions sécuritaires . Nous aurons à diminuer considérablement cette valeur vu que la perception de l'objectif (piste) aura été effectuée bien avant d'entrer dans la zone de langage ,les reflexes des pilotes pourront également être considérés comme bien au dessus de la moyenne.

Nous ramènerons le PIEV aux valeurs suivantes :

- \* 0.2 seconde pour un déplacement du regard de la droite vers la gauche
- \* 0.2 seconde pour fixer et enrégistrer l'image avant de détourner à nouveau le regard
- \* 0.2 seconde pour observer sa droite à nouveau
- \* 0.25 seconde pour la réaction oeil-d'oi<sup>g</sup>t

Le temps total sera donc de 0.85 seconde ,il correspondrait à une distance de survol de la piste de 170 metres (v=200 m/s) a 255 metres (v=300 m/s).Nous supposerons qu'à partir de ce temps de réaction le pilote aura 95% de chances d'appuyer sur le bouton de langage au moment opportun.

En effet les pilotes de haut niveau atteignent à plus de 95% leurs cibles lors des entrainements, pour des temps de reaction atteignant de très grandes valeurs (ex: survol d'une autoroute). les conditions psychologiques particulières liées au combat nous empêcherons néanmoins d'utiliser de telles valeurs et nous obligerons de nous limiter à 95%.

Le temps minimal sera quant à lui de 0.15 seconde et correspondra au temps minimal d'une réaction simple ,sous cette valeur,le phénomène deviendra très aléatoire et sera plutôt un jeu de hasard .

Nous associerons une probabilité nulle ,à tout temps égale ou inférieure à ce dernier

Ces chiffres mériteraient néanmoins d'être modifiés si des statistiques plus précises sont disponibles.

La non obtention de statistiques adaptés nous amène à laisser à l'utilisateur le choix de la loi de distribution qui régira ces probabilités (voir courbes).

\* WEIBULL

\* LINEAIRE

\* EXPONENTIELLE

Remarque: De plus amples renseignements seront livrés ultérieurement quant aux équations les régissant.

# DISTRIBUTION LINEAIRE

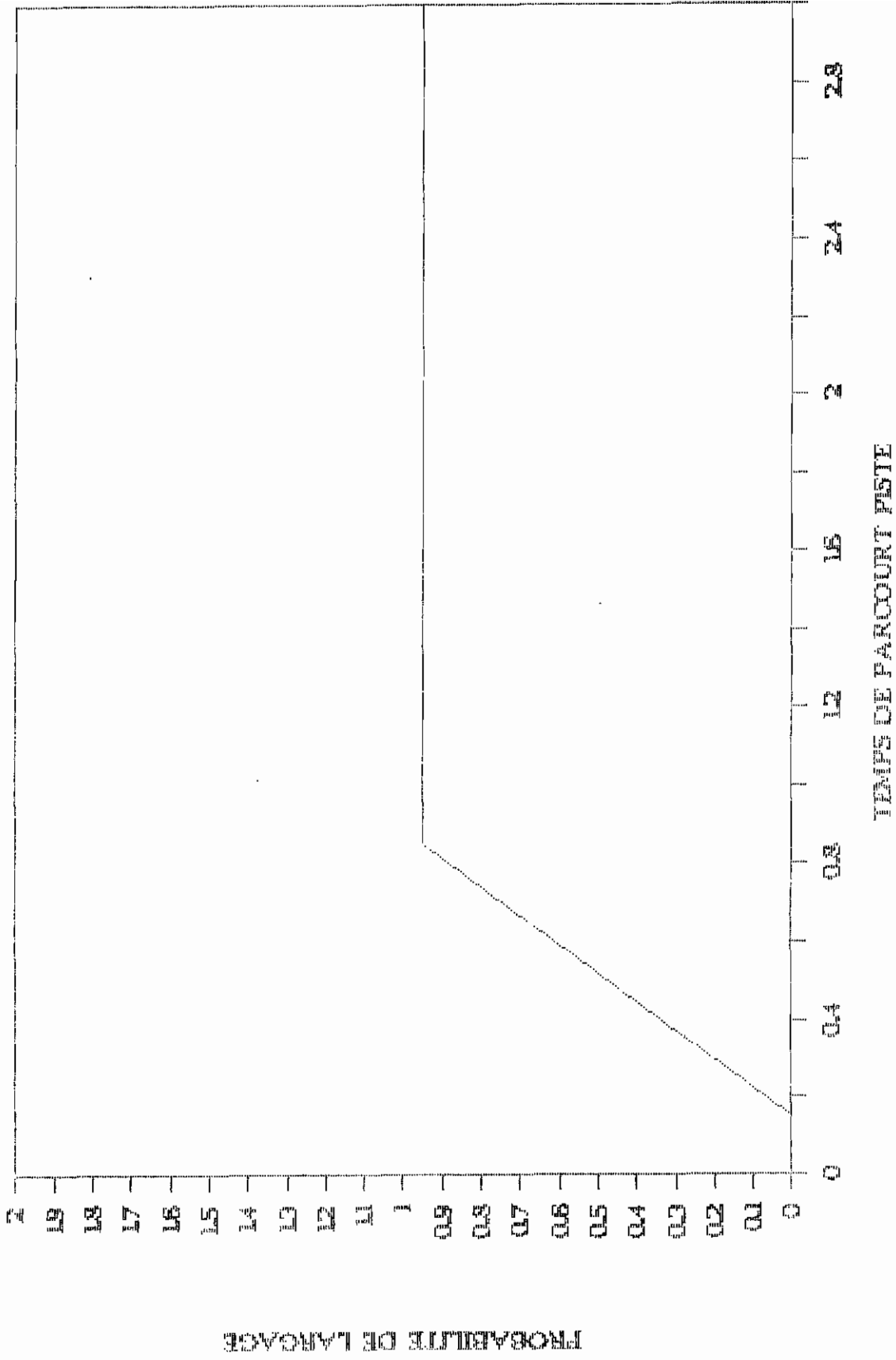
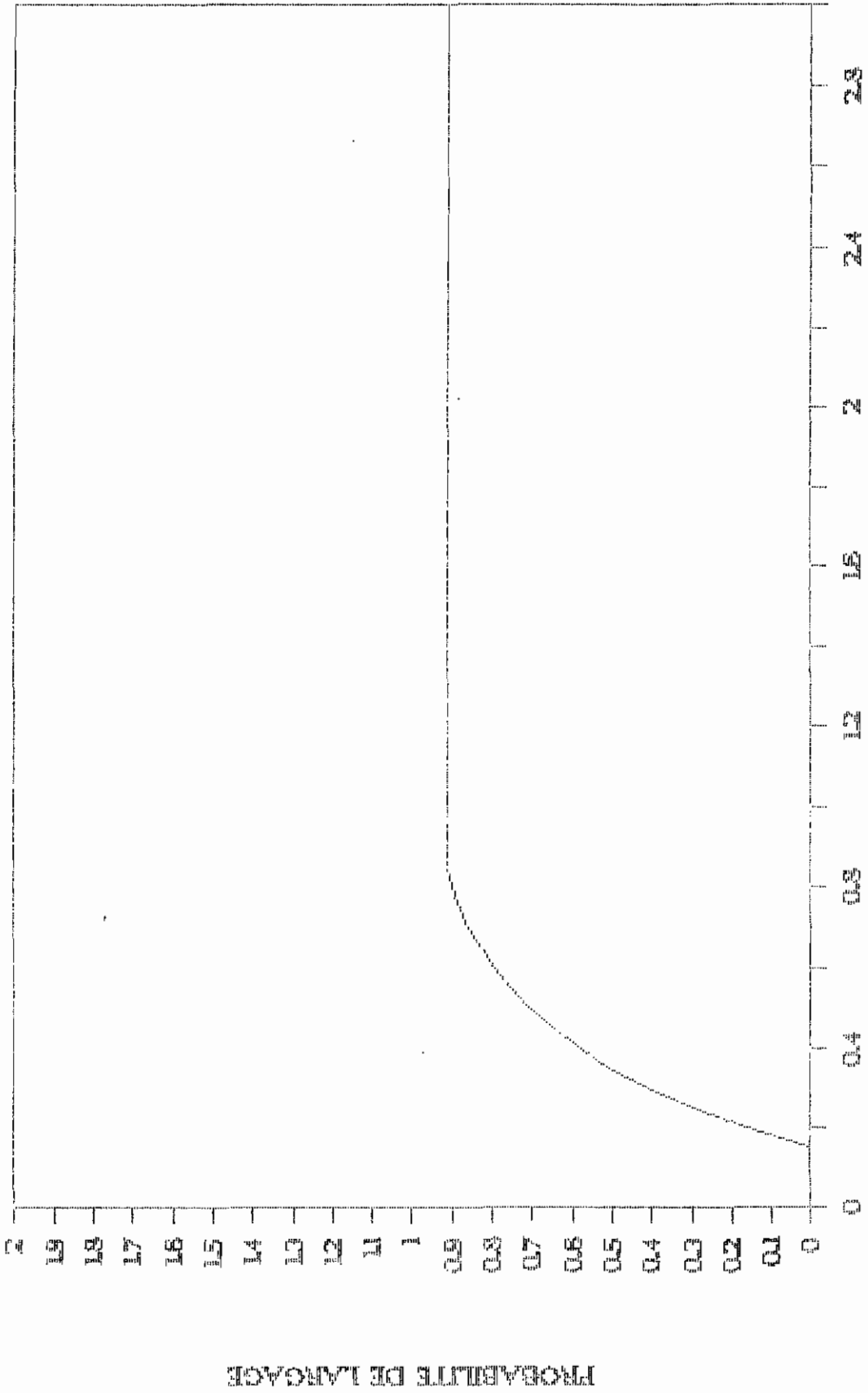


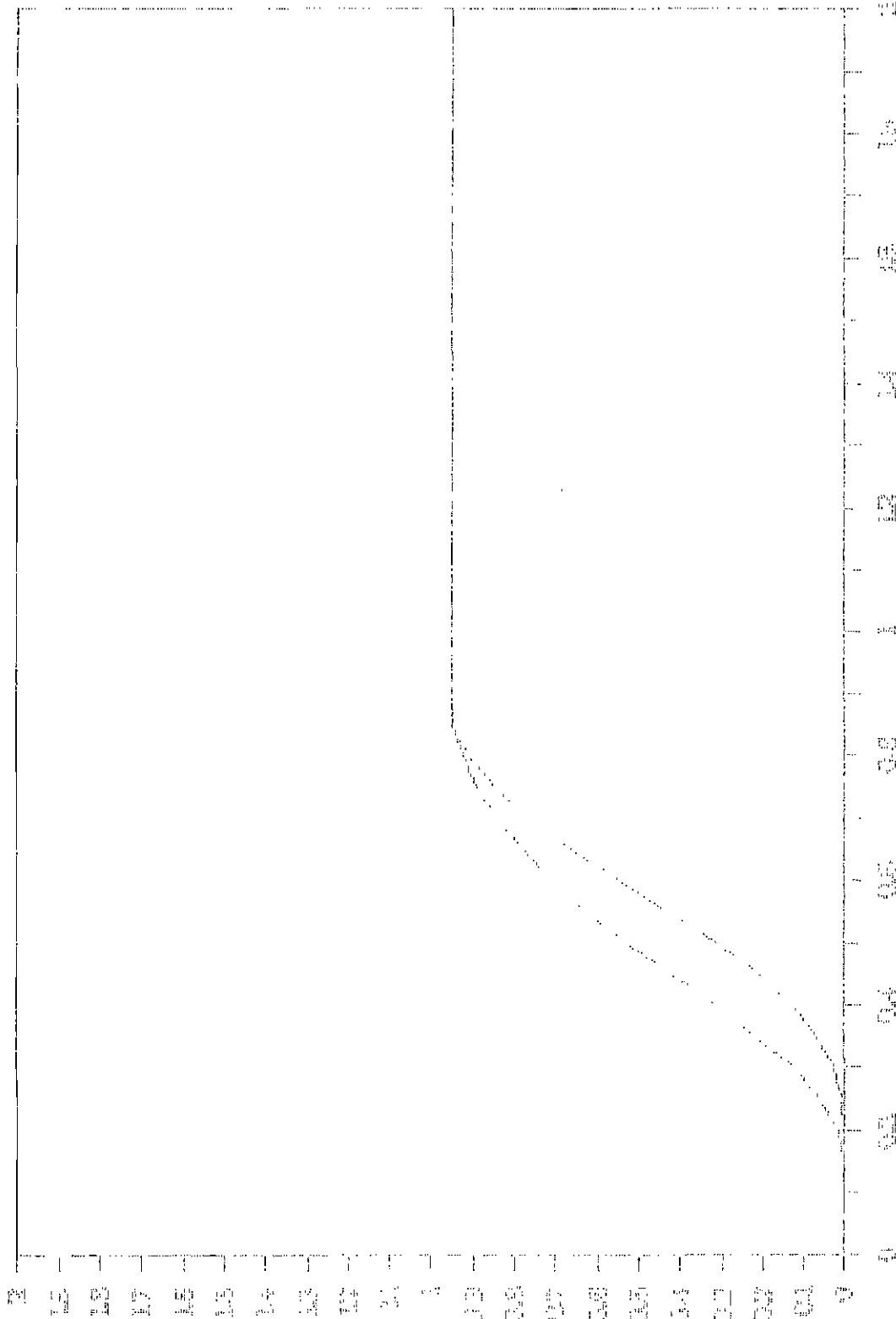
fig 4

# DISTRIBUTION EXPONENTIELLE



TEMPS DE PARCOURU AU DESSUS DE LA PISTE

# DISTRIBUTION DE WEIBULL



PROBABILITE DE L'AVANCEMENT

$\alpha = 2$   
 $\alpha = 3$

Fig 6



Nous constatons que la hauteur n'est pas intervenu dans le calcul probabilistique ,en effet cette dernière ayant été limitée à un maximum de 150 mètres nous jugerons l'effet du vent comme négligeable , et que pour tout point de larguage dans la zone, la probabilité d'atteinte est de 0.9 .

Cette hypothèse simplificatrice s'avere assez juste dans la mesure ou l'utilisateur rentre la longueur et la largeur utile qui s'avèrent généralement inférieures à la longueur et à la largeur réelle.

Neanmoins une corrélation aurait pu être effectuée entre :

\_ la distance du point de larguage et le centre de la zone de larguage.

\_ la hauteur de larguage et la frange de larguage ayant une probabilité d'atteinte définie .

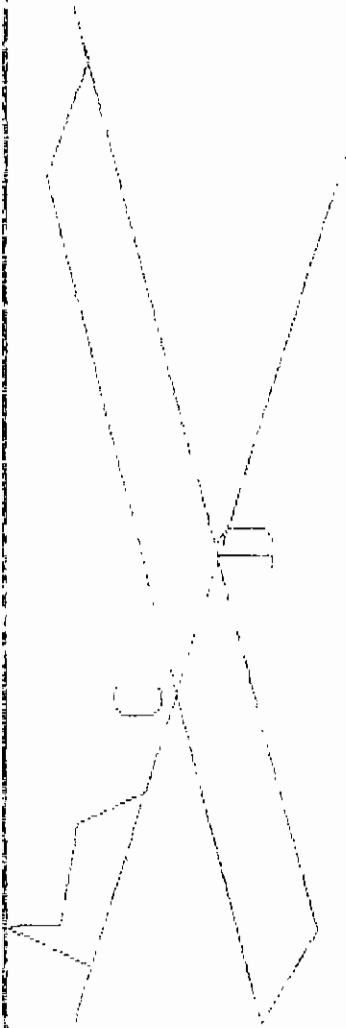
par exemple à l'intérieur d'une zone de larguage nous allons schématiser des franges de larguage ayant une probabilité d'atteinte de 0.97 (voir schema).

Nous concluerons en mentionnant que la probabilité finale de destruction d'une piste par un avion unique n'ayant jamais été soumis au feu ennemi sera donc :  $P.D.P=0.9*P.L.M.O$

PDP = probabilité destruction de la piste

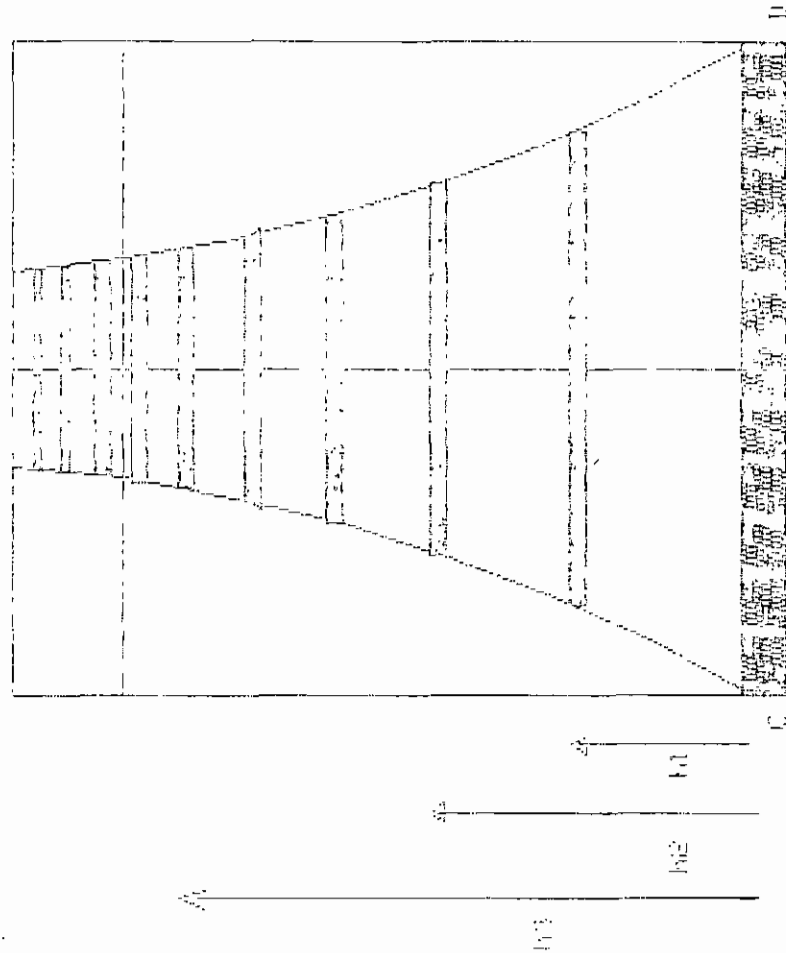
PLMO =probabilité de larguage au moment opportun

0.9 =probabilité que la bombe ne soit pas déviée de sa trajectoire naturelle



visualisation de  
zones d'égales  
precision

zone de largage



plus l'altitude  
est élevée  
moins la zone  
d'égale precision  
est importante

zone de precision

fig 7

15

PROBABILITE QUE L'AVION SURVIVE JUSQU'AU LANGUAGE  
DES MUNITIONS

Cette probabilité n'est calculée que jusqu'au point nommé point d'arrêt .Ce dernier représentant le point où le langage peut être effectué (si l'aviateur survole la piste ).

Une fois obtenue nous pourrons calculer la probabilité que l'avion soit détruit dans l'espace précédent le point d'arrêt. Cette probabilité sera fonction du nombre de coups de feu qui lui seront destinés .

En supposant que les tireurs tireront d'une manière sensiblement égale sur chaque appareil de l'escadre qui leur a été affecté .La cadence de tir par avion sera alors

cadence par avion=(cadence de feu de la piece)/(nombre d'appareils)

Par exemple pour une escadre de 10 appareils se dirigeant vers la piste, si 3000 projectiles leurs sont destinées, chaque appareil aura à en subir 300.

Nous calculerons la probabilité totale de destruction de l'appareil en supposant que nous sommes dans un espace stochastique, que chaque coup de feu représente une variable discrète ,et que deux coups de feu sont totalement indépendants.

La probabilité de survie d'un objectif après n projectiles sera donc:

$$PSA=(1-p_1)(1-p_2)\dots\dots\dots(1-p_n)$$

$p_n$ =probabilité d'atteinte de l'objectif pour le projectile n

PSA=probabilité de survie de l'avion.

La difficulté essentielle résidera dans la détermination des différents pn (probabilité que le n<sup>ème</sup> projectile atteigne l'avion). Celle-ci sera fonction de :

- L'erreur de visée liée au tireur
- l'erreur de visée liée à l'arme
- la difficulté à suivre un objectif mobile

Les deux premières erreurs pourront être définies à partir des expériences effectuées (voir annexe). Nous obtiendrons ainsi l'écart type qui pourra être assimilée à l'erreur angulaire liée au tireur et la déviation angulaire liée à l'arme.

Cette dernière aurait du être obtenue pour toutes les pièces utilisées et enregistrées dans la banque de données.

Nous assimilerons ces deux premières erreurs de visée à une seule que l'utilisateur sera habilité à entrer, faute de données ce dernier pourra éventuellement utiliser la valeur initialisée et obtenue à partir d'expériences effectuées sur des armes légères ces valeurs ne seront néanmoins que peu représentative.

La probabilité sera donc le rapport de deux surface, la surface projetée de l'avion sur la surface du projectile (voir schéma et chapitre4) .

$$pns = \frac{\text{(SURFACE PROJETEE DE L'AVION)}}{\text{(SURFACE COUVERTE PAR LE PROJECTILE)}}$$

pns=probabilité d'atteinte d'un projectile.

À cela nous nous devons d'associer un facteur de correction lié au mouvement de l'avion, et plus directement à son accélération angulaire. Ce facteur de correction nécessitera néanmoins une étude approfondie sur les réflexes humains, sur la qualité du matériel employé, le mode de pointage (manuel, mixte, automatique).

Des expériences auraient du être effectuées afin de déterminer un minimum de valeurs permettant d'obtenir la corrélation

vue des surfaces projetées

surface de dispersion  
des projectiles liée aux  
erreurs de visée et de  
pointage

surface projetée de l'ovion

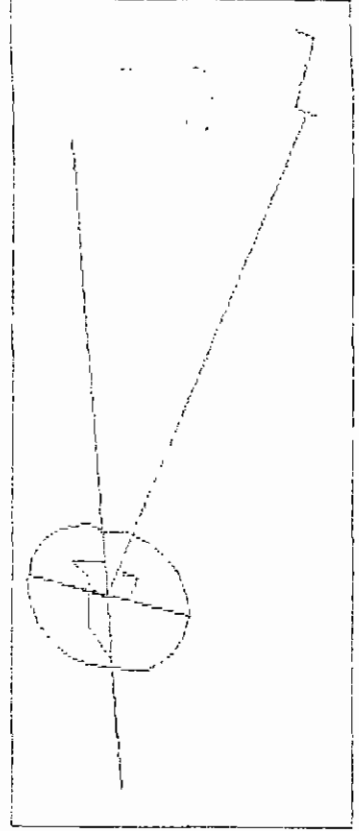
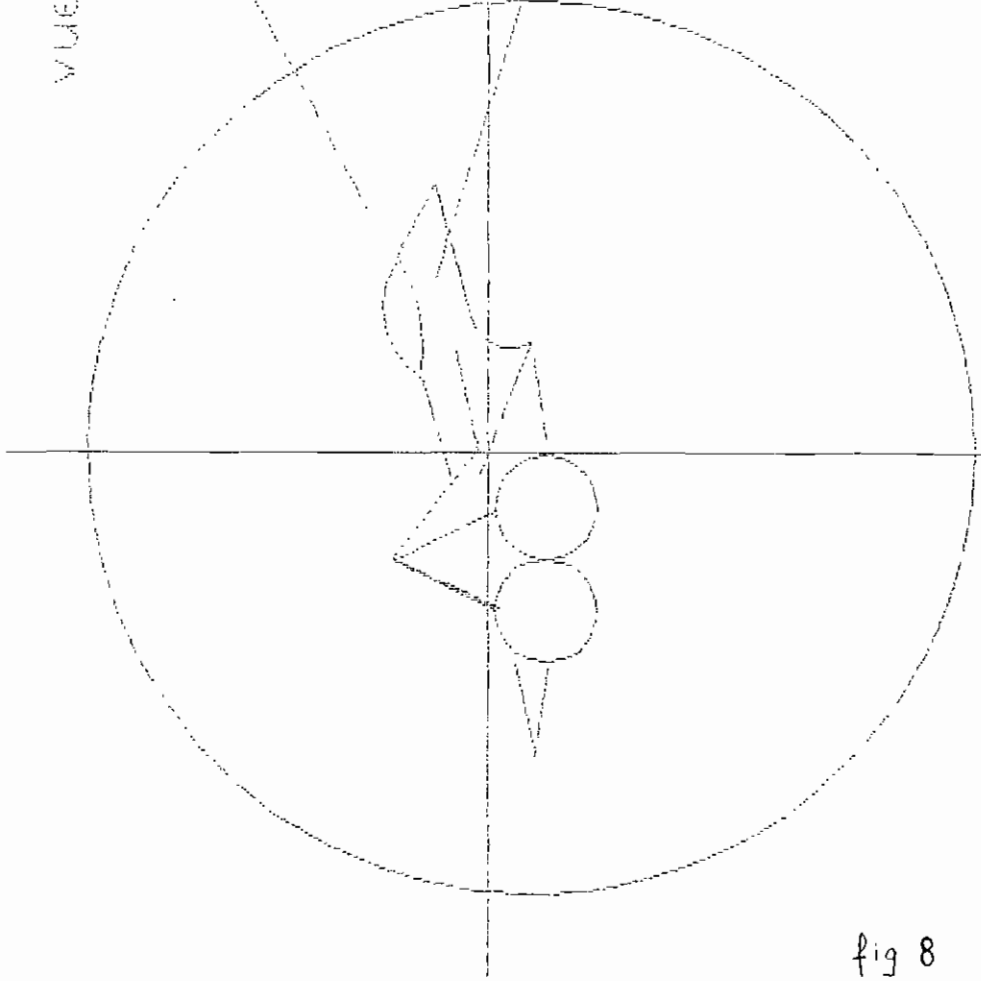


fig 8

existant entre l'accélération angulaire et la probabilité d'atteinte. Ces dernières n'ayant pu être effectuées nous supposerons que  $p_n = p_{ns} * p_{nva}$ , les deux événements étant considérés indépendants et laisserons à l'utilisateur le choix quand à la distribution et aux valeurs extrêmes.

## PROBABILITE FINALE DE SURVIE D'UNE PISTE

Les différents cas de figure suivants pourront se poser à nous :

- l'avion ne passe pas au dessus de la piste
- l'avion sort de la zone de feu lorsqu'il rentre dans la zone de langage
- l'avion se trouve simultanément dans la zone de feu et la zone de langage

Les deux premiers cas pourront être ramenés à un seul, nous aurons alors deux événements indépendants :

- probabilité de survie avant d'entré dans la zone de langage. (PSA-AEZL)
- probabilité qu'il marque au moment opportun La bombe et qu'elle tombe à l'endroit prévu (PLMO\*0.9)

probabilité final sera donc :

$$pfdp = (PSA - AEZL) * (PLMO * 0.9)$$

PFDF = probabilité final de destruction de la piste

Dans le deuxième cas nous aurons à diviser l'espace parcouru par l'appareil en deux parties :

- la partie précédent l'entrée dans la zone de langage
- la zone de langage

Ces deux événements sont indépendants

Dans la zone de langage nous serons en présence d'événements indépendants, nous aurons alors une probabilité conditionnelle

$$p(a*b) = p(a) * p(b/a)$$

Ce qui reviendra à poser l'équation suivante :

$$PLMO = \int_0^t f(t) dt * q_1 + \int_t^{2t} f(t) dt * q_1 * q_2 + \dots + \int_{(n-1)t}^t f(t) * dt * q_1 \dots q_n$$

$N = (\text{distance de langage}) / (\text{distance parcourue par l'avion entre deux tirs})$

$t =$  temps séparant deux coups de feu

$q_n =$  probabilité de ne pas être atteint par le projectile  $n$

$f(t) dt =$  fonction de densité de la distribution ayant été retenue

Si les  $q_n$  sont constants nous aurons alors l'équation :

$$PLMO = \sum q_i * \int_{(i-1)t}^t f(t) dt$$

La probabilité finale de destruction de la piste sera

$$pfdp = (PSA, AEZL) * (PLMO * 0.9)$$

Les probabilités ainsi obtenues seront néanmoins celles liées au survol d'un seul appareil, il s'agira donc de ramener cette dernière au cas où la piste est survolée par  $n$  appareils, les événements étant indépendants nous aurons donc :

$$PFDP = 1 - (1 - pfdp)^n$$

Dans le cas où plus d'un impact s'avère nécessaire à la destruction de la piste nous pourrions ramener cette expression à l'expression suivante :

$$PFDP = \sum_{i=1}^n C_x^i (pfdp)^i * (1 - pfdp)^{(n-i)}$$

$n$  étant le nombre d'appareils affectés à la piste

$x$  étant le nombre d'impacts nécessaires à la destruction de la piste



### PROBABILITE FINALE DE DESTRUCTION DU RESEAU

La destruction d'une piste étant considérée comme un événement indépendant, nous aurons donc comme probabilité finale le produit des différentes probabilités.

$$\underline{PFDR = PFDP1 * PFDP2 * \dots * PFDPn}$$

PFDPn = probabilité finale de destruction de la piste n.

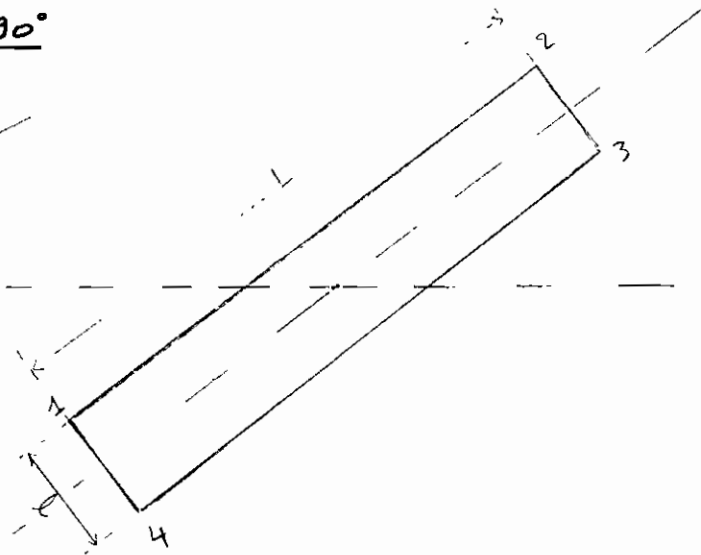
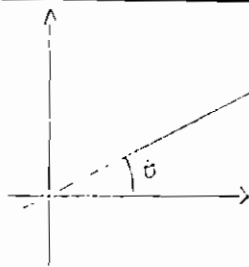
# Chapitre 3

...

Calculs  
Analytiques

## Calcul des points extrêmes de la piste

Pour  $0 \leq \theta \leq 90^\circ$



$L$  = longueur

$l$  = largeur

$\theta$  = angle par rapport à l'axe des  $x$

$x_0$  = abscisse du centre

$y_0$  = ordonnée du centre

$\theta_1 = \arctg(l/L)$

$$R = \frac{1}{2} \cdot \sqrt{L^2 + l^2}$$

$$y_1 = y_0 + R \cdot \sin(\theta + \theta_1)$$

$$x_1 = x_0 + R \cdot \cos(\theta + \theta_1)$$

$$y_2 = y_0 + R \cdot \sin(\theta - \theta_1)$$

$$x_2 = x_0 + R \cdot \cos(\theta - \theta_1)$$

$$y_3 = y_0 - R \cdot \sin(\theta + \theta_1)$$

$$x_3 = x_0 - R \cdot \cos(\theta + \theta_1)$$

$$y_4 = y_0 - R \cdot \sin(\theta - \theta_1)$$

$$x_4 = x_0 - R \cdot \cos(\theta - \theta_1)$$

### Recentrage de la piste

$$x' = x - z_1 + 100$$

$$y' = y - z_2 + 100$$

$z_1$  = valeur minimale sur l'axe des  $x$

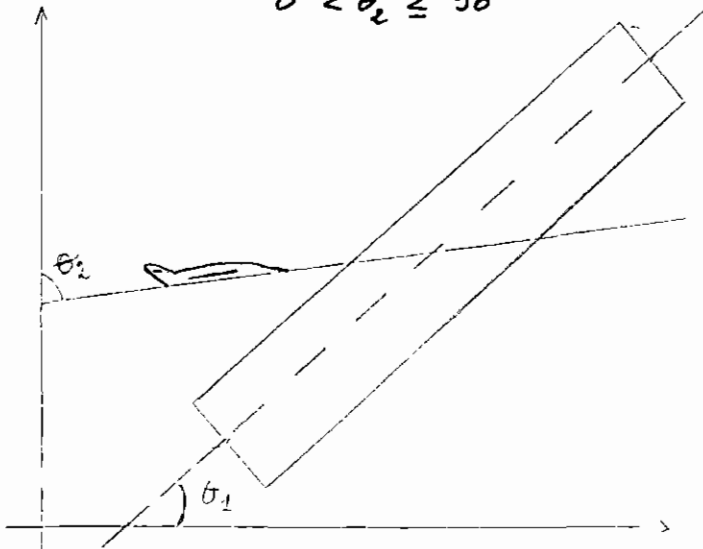
$z_2$  = valeur minimale sur l'axe des  $y$

# Calcul de la distance parcourue

## au dessus de la piste

Les différents cas possibles  $0 < \theta_1 < 90^\circ$

$$0 < \theta_2 \leq 90^\circ$$



$$\theta_3 = \theta_2 - \theta_1$$

$$\theta' = \text{tg}^{-1} \left( \frac{h}{L-D} \right)$$

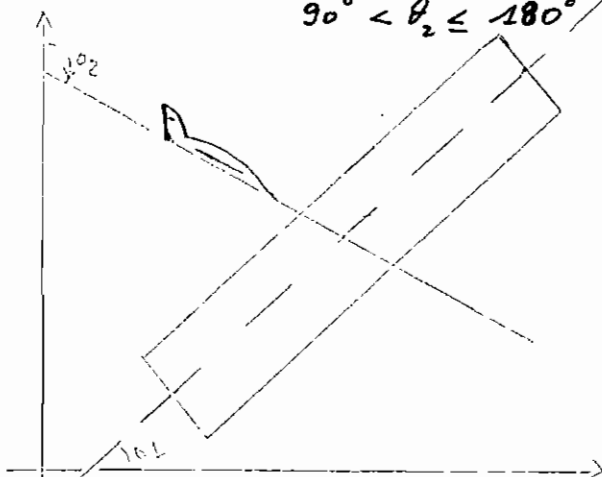
$$\theta_3 > \theta'$$

$$s < \frac{h}{\sin \theta_3}$$

$$\theta_3 \leq \theta'$$

$$s = \frac{L-D}{\cos \theta_3}$$

$$90^\circ < \theta_2 \leq 180^\circ$$



$$\theta_3 < 180^\circ - (\theta_2 - \theta_1)$$

$$\theta' = \text{tg}^{-1} \left( \frac{h}{D} \right)$$

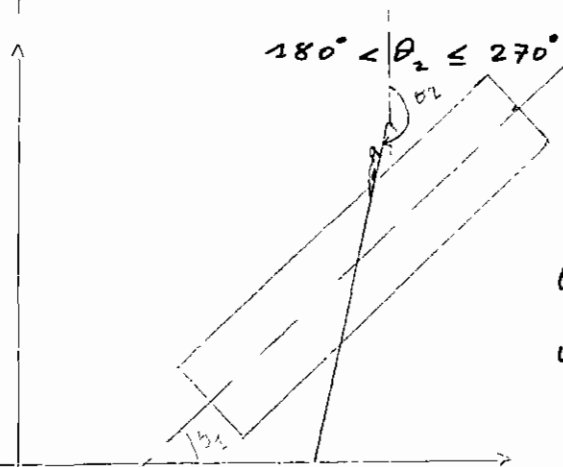
$$\theta_3 > \theta'$$

$$s = h / \sin \theta_3$$

$$\theta_3 \leq \theta'$$

$$s = D / \cos \theta_3$$

$$180^\circ < \theta_2 \leq 270^\circ$$



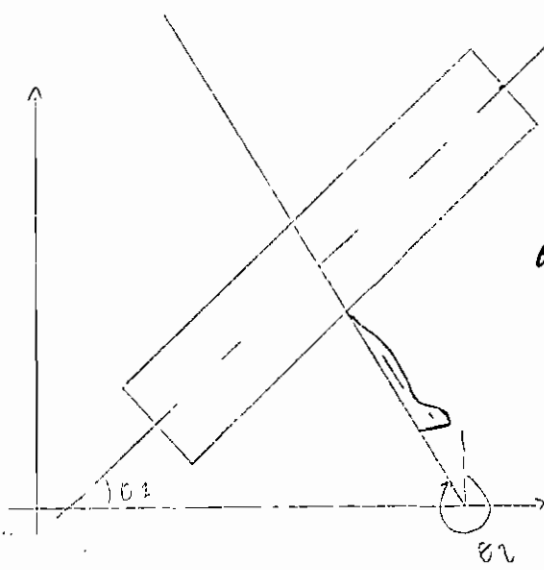
$$\theta_3 = -180 + \theta_2 - \theta_1$$

$$\theta' = \text{tg}^{-1} \left( \frac{h}{D'} \right)$$

$$\theta_3 > \theta' \Rightarrow s = h / \sin \theta_3$$

$$\theta_3 \leq \theta' \Rightarrow s = D' / \cos \theta_3$$

$$270^\circ < \theta_2 \leq 360^\circ$$



$$\theta_3 = 360 - (\theta_2 - \theta_1)$$

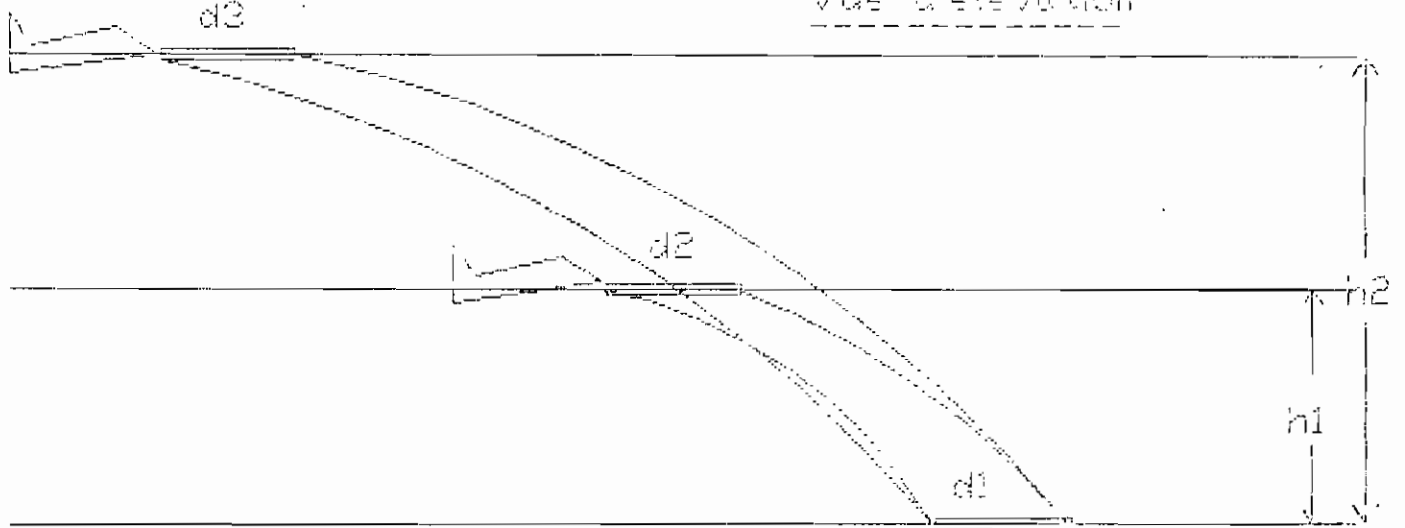
$$\theta' = \tan^{-1} \left( \frac{h}{L - b'} \right)$$

$$\theta_3 > \theta' \Rightarrow s = h / \sin \theta_3$$

$$\theta_3 \leq \theta' \Rightarrow s = (L - b') / \cos \theta_3$$

EXEMPLE

Vue d'elevation



Quelle que soit le hauteur, la distance de l'engage ne varie pas.  
( $d_1=d_2=d_3$ ).

EXEMPLE

Vue de dessus

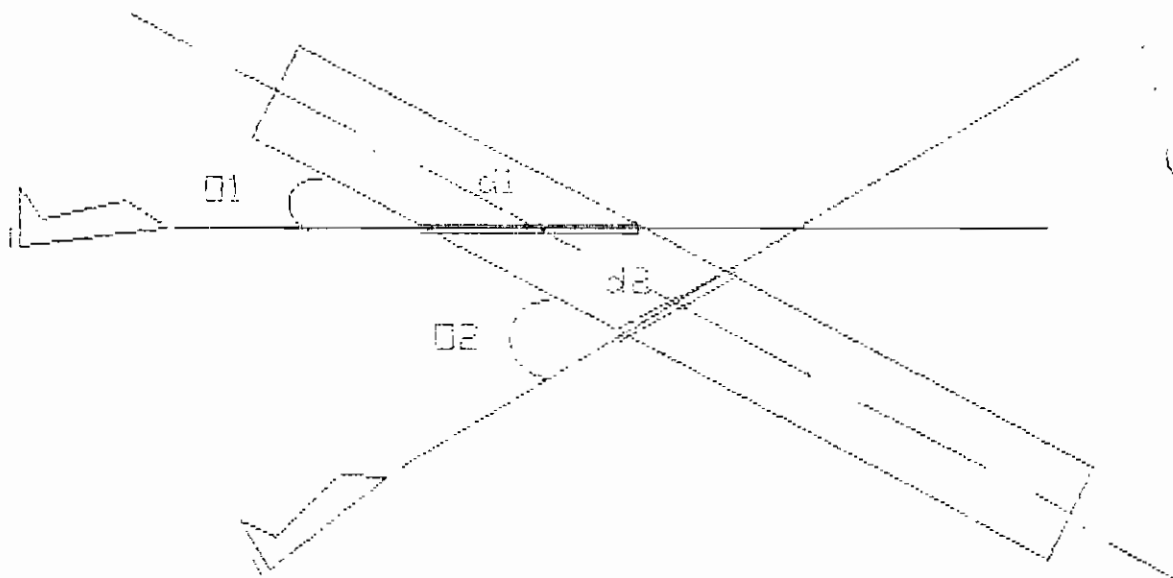
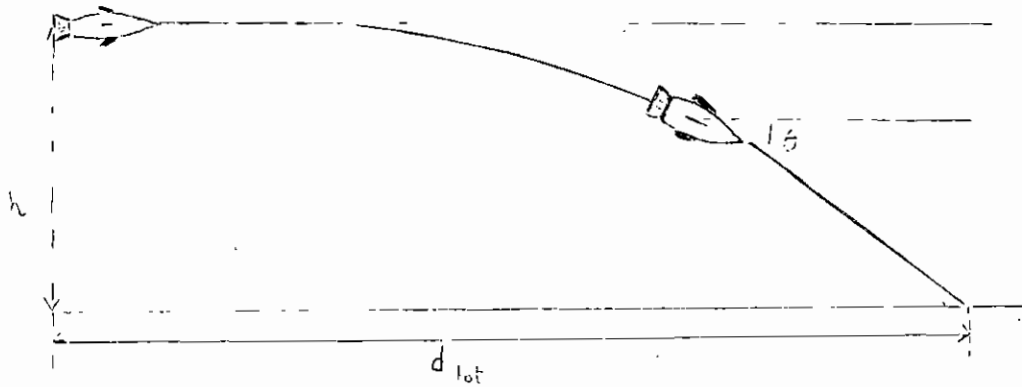


fig 10

$d_1 > d_2$  (la distance est fonction de l'angle d'approche par rapport à l'axe de la plate).

Calcul de la distance du point  
d'arrêt en fonction de la trajectoire  
suivie par la bombe.



Nous négligerons l'effet du freinage par para-  
chute. Et la mise à feu se fera à un angle  
de  $70^\circ$

Avant la mise à feu

$$\begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = g \end{cases} \quad \begin{cases} v_x = v_0 \\ v_y = -g \cdot t \end{cases}$$

$v_0$  = vitesse initiale de l'avion

$$\Rightarrow \begin{cases} x = v_0 \cdot t \\ y = -g \cdot \frac{t^2}{2} \end{cases} \Rightarrow \operatorname{tg} 70^\circ = \left| \frac{\Delta y}{\Delta x} \right| = -\frac{gt}{v_0}$$

$$\Rightarrow t_1 = (\operatorname{tg} 70^\circ) \cdot \left( -\frac{v_0}{g} \right)$$

$$\Rightarrow \begin{cases} d_1 = v_0 \cdot t_1 \\ h_1 = h - g \cdot \frac{t_1^2}{2} \end{cases}$$

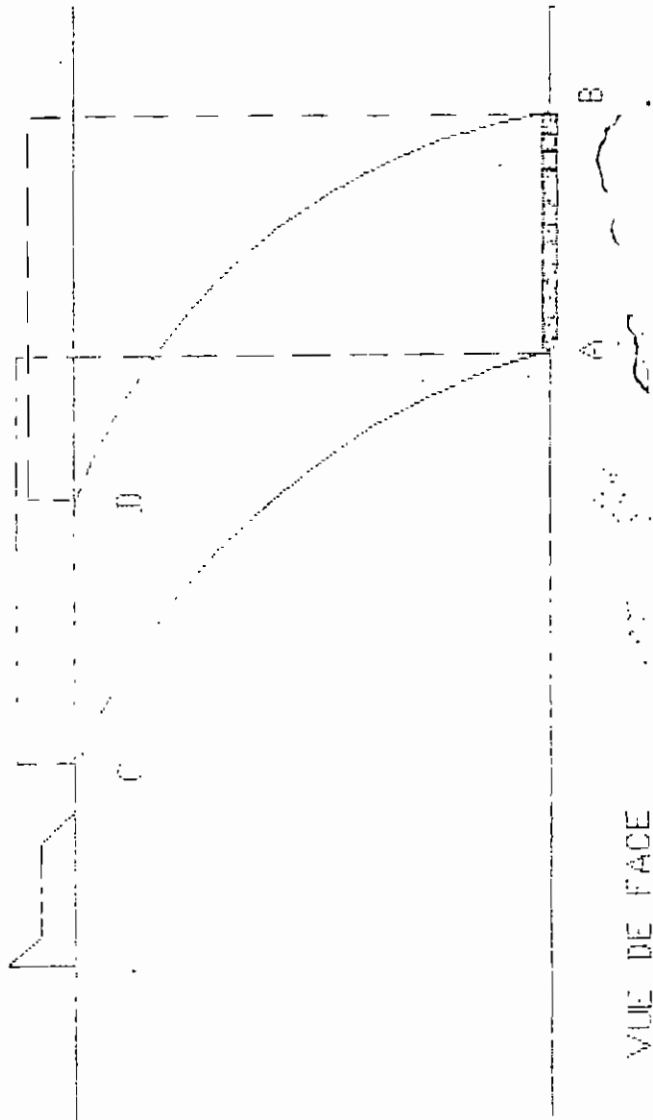
$$h_1/d_2 = \operatorname{tg} 70^\circ \Rightarrow d_2 = h_1 / \operatorname{tg} 70^\circ$$

$$\Rightarrow d = d_1 + d_2$$

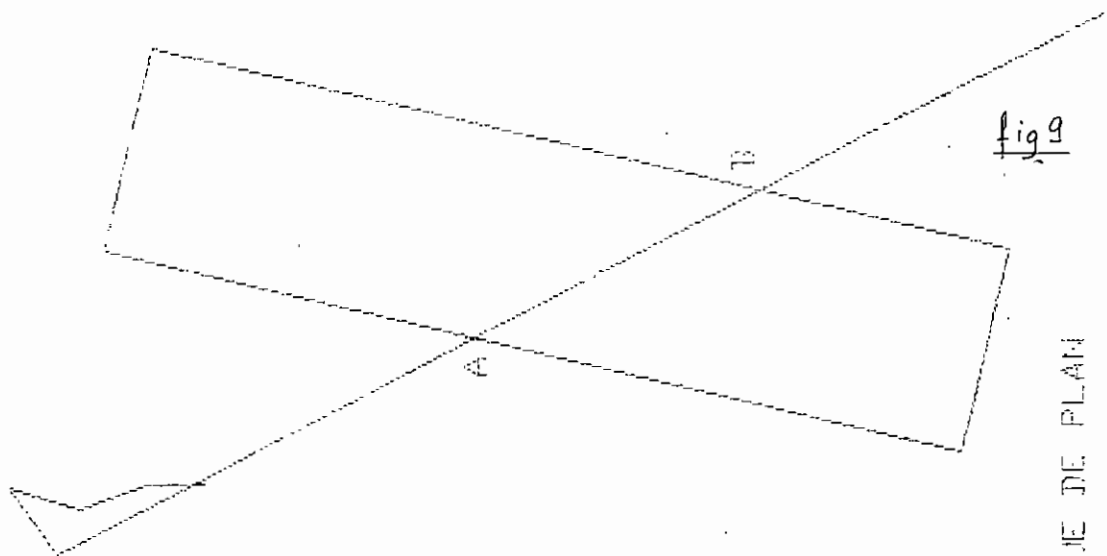
$d$  = distance du point d'arrêt.

# distance d'arrêt

C = point d'arrêt  
CH = distance d'arrêt



VUE DE FACE



VUE DE PLAN

fig 9



### Variation de la vitesse angulaire

Si on exprime la distance actuelle en fonction de la distance modale et de la vitesse angulaire :

$$D_0 = \frac{D_n}{\sin \alpha_0}$$

l'expression de la vitesse angulaire devient :

$$\omega_0 = \frac{|\vec{U}| \cdot \sin^2 \alpha_0}{D_n}$$

Pour une vitesse  $\vec{U}$  donnée et une distance modale  $D_n$  finie, la vitesse angulaire est :

- nulle pour un avion vient zéro ( $\alpha_0 = 0$ );
- maximale quand l'avion défile ( $\alpha_0 = \frac{\pi}{2}$ ).

La valeur est dans ce cas :

$$\omega_0 = \frac{|\vec{U}|}{D_n}$$

(figure 1)

### Variation de l'accélération angulaire

L'expression de l'accélération angulaire est obtenue en dérivant celle de la vitesse angulaire :

$$\gamma_0 = \frac{d\omega_0}{d\alpha_0} = \frac{d}{d\alpha_0} \left( \frac{|\vec{U}|}{D_n} \sin^2 \alpha_0 \right)$$

$$\gamma_0 = \frac{|\vec{U}|}{D_n} \cdot 2 \sin \alpha_0 \cdot \cos \alpha_0$$

$$\gamma_0 = \frac{|\vec{U}|}{D_n} \cdot \sin 2\alpha$$

(figure 2)

## Expression de la vitesse angulaire de l'objectif

L'objectif  $B_0$  est caractérisé par :

- sa distance actuelle :  $D_0$  représentée par  $P_0 B_0$ ,
- son vecteur vitesse invariant  $\vec{u}$  de longueur  $B_0 B_1$ ,
- son angle d'approche  $\alpha_0$ ,
- sa vitesse angulaire  $\omega_0$ , qui est représentée par l'angle dont tourne la ligne visée pendant l'unité de temps.

Soit  $m$  la projection de  $B_1$  sur  $B_0 P_0$ , la vitesse angulaire s'exprime par la relation :

$$\omega_0 = \frac{|\vec{u}| \sin \alpha_0}{D_0}$$

en négligeant la longueur  $B_0 m$  devant  $D_0$  et en assimilant la tangente avec l'arc.

# VARIATIONS DE L'ACCELERATION ANGULAIRE

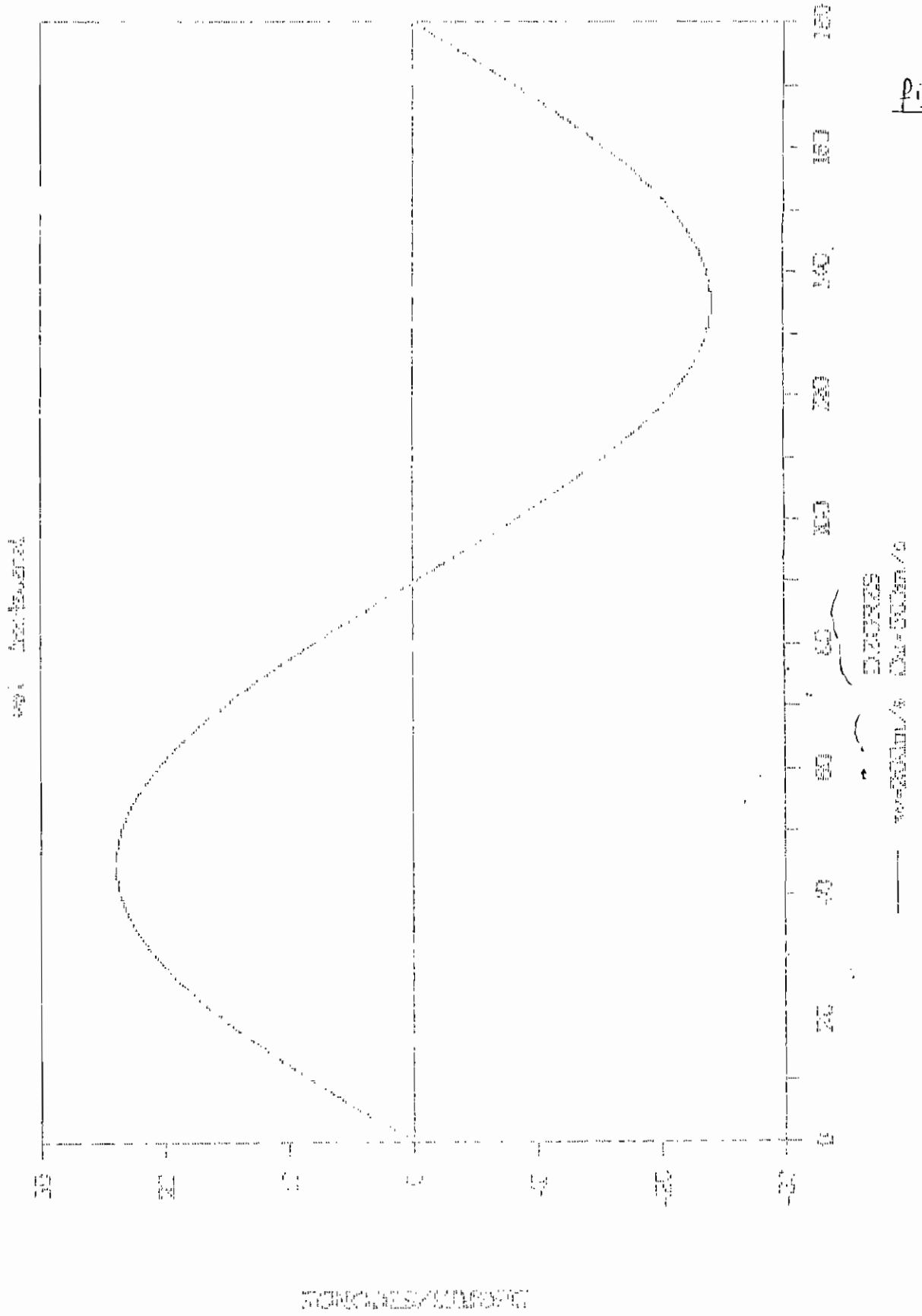
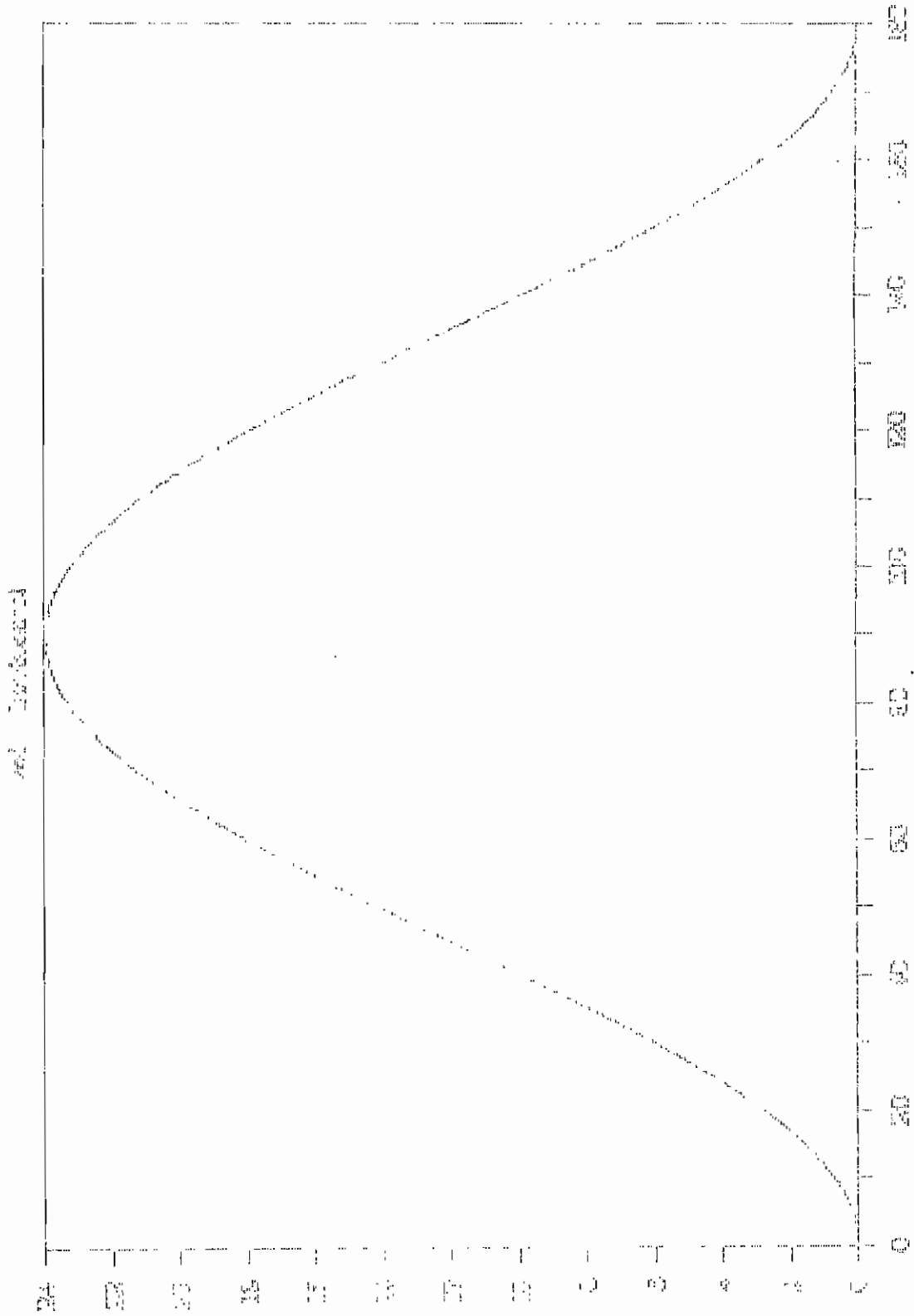


Fig 11

# VARIATIONS DE LA VITESSE ANGULAIRE



--- v=200m/s DEBUT

Fig 12

Projection de l'avion sur un  
plan perpendiculaire à l'axe  
de tir

L'avion est assimilé à un parallélépipède.  
(voir figure).

La projection de l'appareil sur un plan  
vertical est donnée par :

$$A_{xyz} = (x \cos d_y + z \sin d_y)(y \cos d_x + z \sin d_x)$$

$x$ ,  $y$  et  $z$  sont les dimensions du parallé-  
pipède.

$d_x$  est la rotation dans le plan  $yz$

$d_y$  est la rotation dans le plan  $zx$

$d_z$  est la rotation dans le plan  $xy$ .

$$\theta_x = 90^\circ - d_x$$

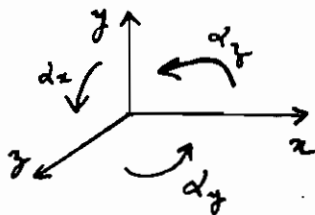
$$\theta_y = 90^\circ - d_y$$

$$\theta_z = 90^\circ - d_z$$

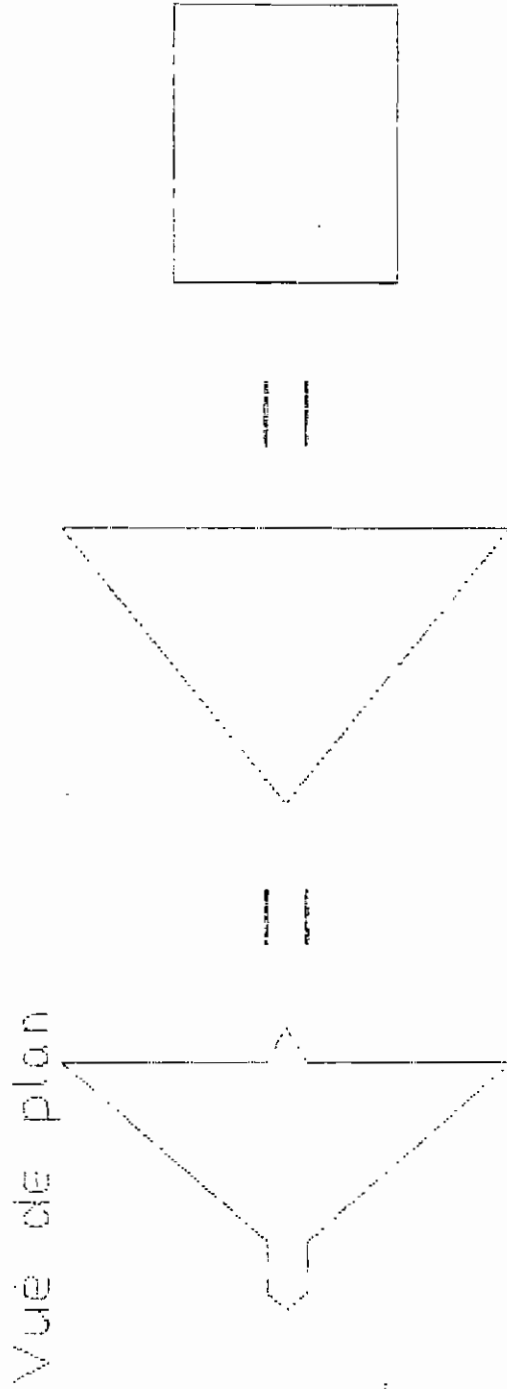
$\theta_x$  est l'angle que fait l'axe de tir avec  
la direction des  $x$

$\theta_y$  est l'angle que fait l'axe de tir avec  
la direction des  $y$ .

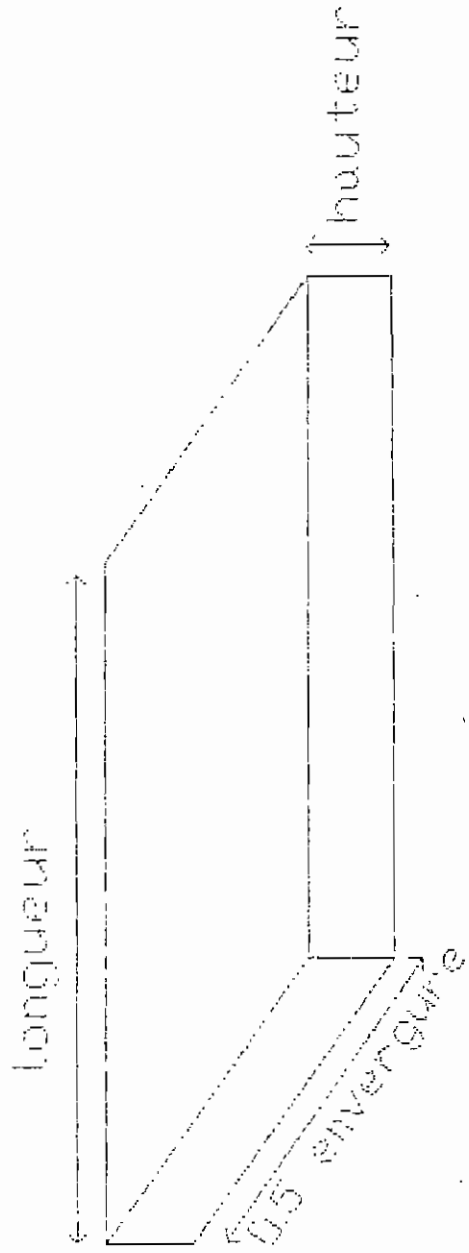
$\theta_z$  est l'angle que fait l'axe de tir avec  
la direction des  $z$ .



Le volume de l'avion est assimilé à un cube

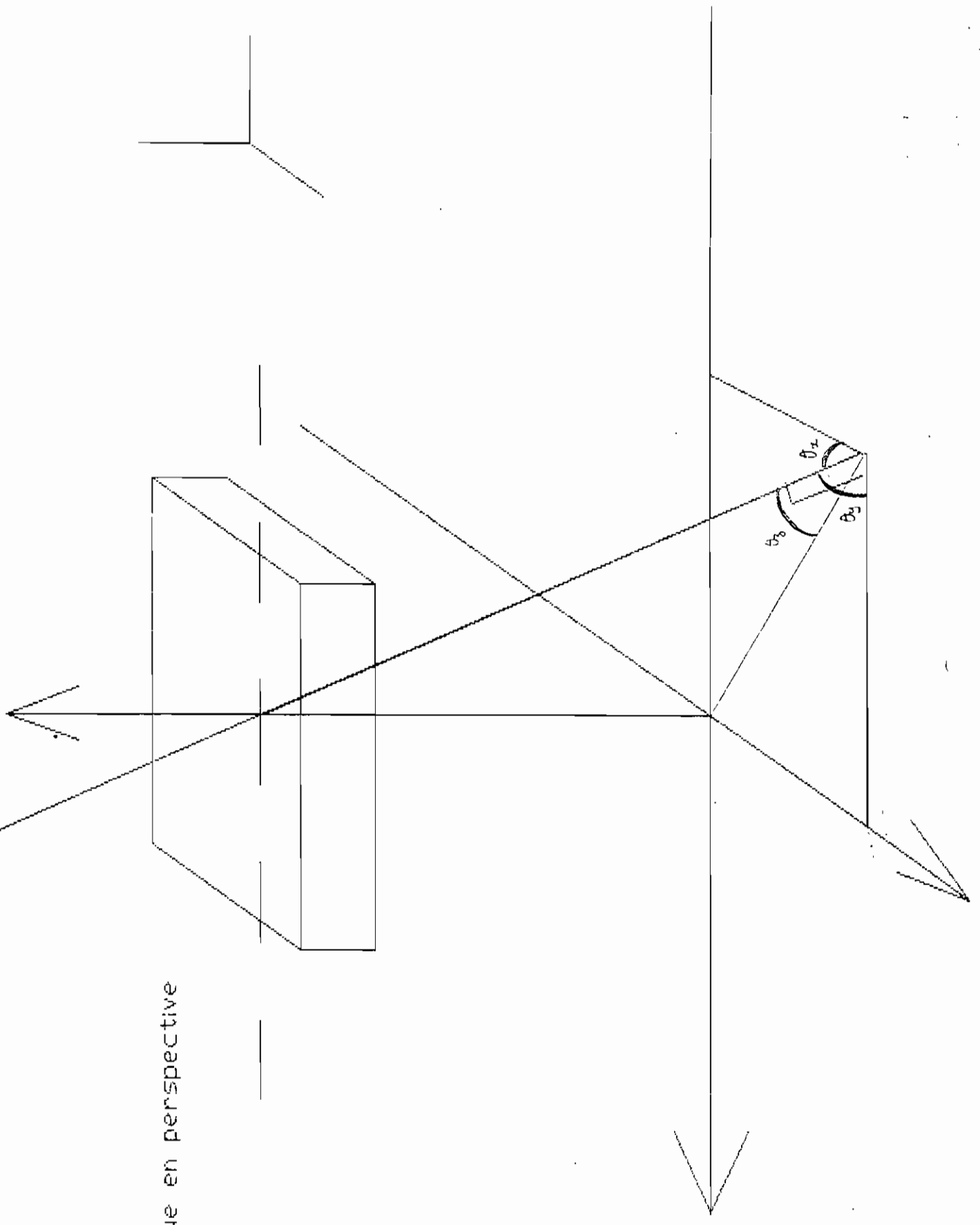


Au niveau de la surface projetée



Volume associé à l'avion

vue en perspective



# Chapitre

9

...

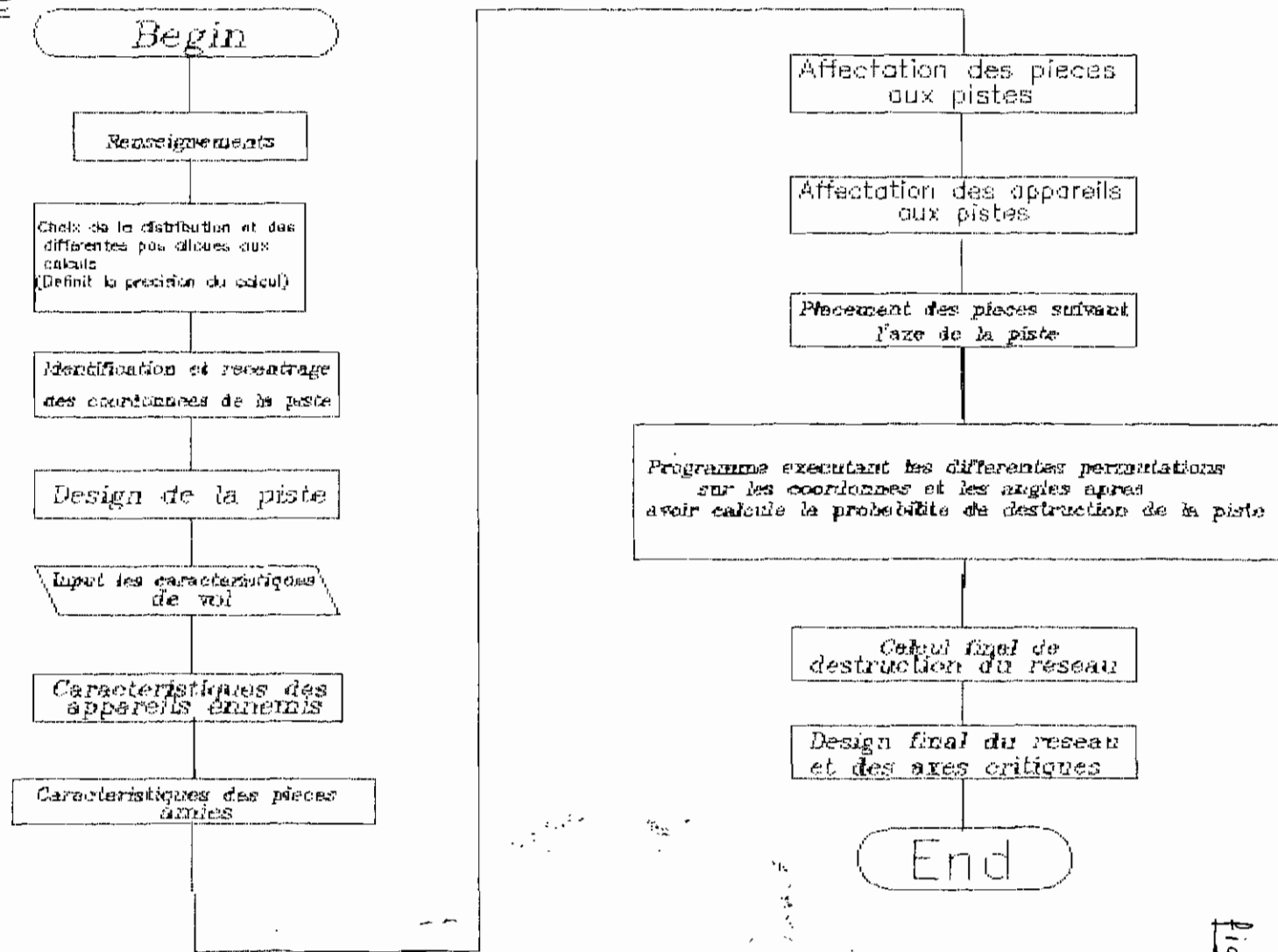
Organigramme

et

Commentaires



Organigramme  
general



## ORGANIGRAMME 1 - COMMENTAIRES

Cette partie du programme permettra à un acteur non averti d'évaluer l'opportunité d'utiliser le LOGICIEL dans les conditions que sont les siennes.

Les conditions d'applicabilité du LOGICIEL ayant été spécifiées antérieurement nous jugerons inutile de les réitérer.

# Diagramme

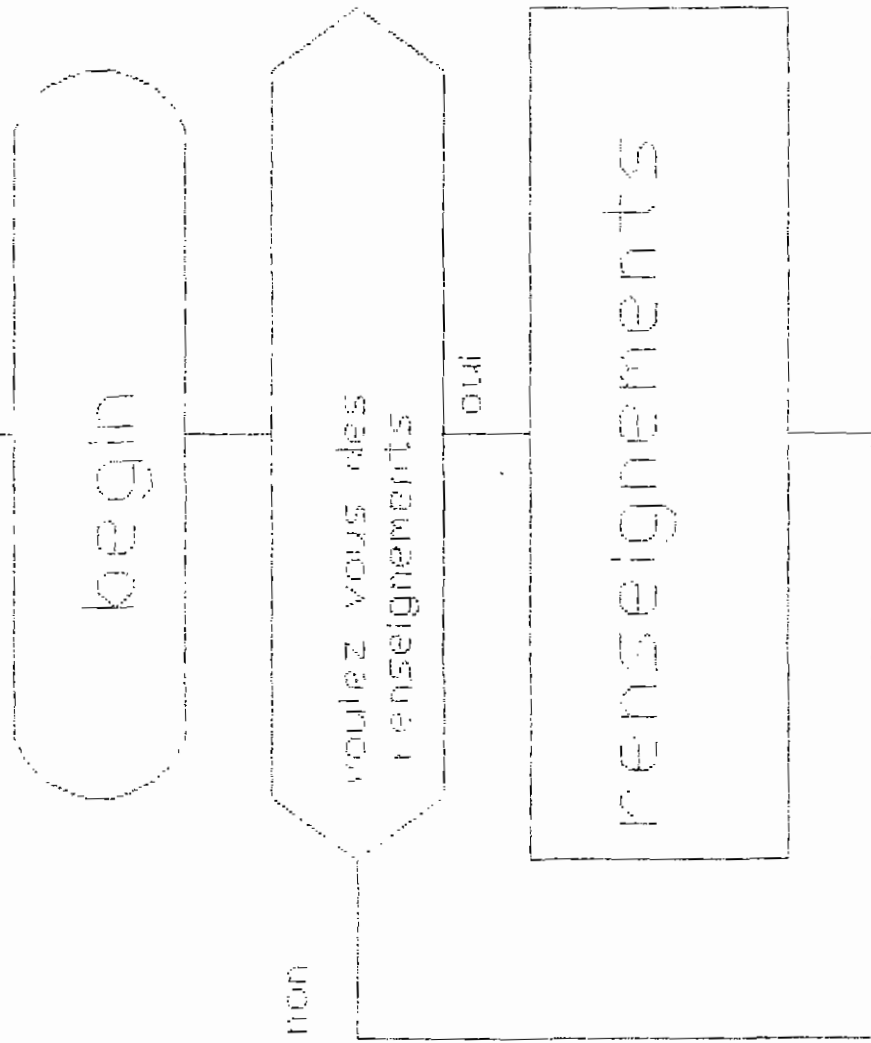


fig 16

## ORGANNIGRAMME 2 - COMMENTAIRES

L'organnigramme suivant aura pour rôle essentiel de définir les différentes valeurs allouées aux points extrêmes de la piste, ces valeurs seront utilisées ultérieurement pour calculer les points de langage ,etc....

Il sera demandé aux utilisateurs d'entrer les différentes caractéristiques de la piste :

- la longueur
- la largeur
- les coordonnées du centre
- l'azimuth de la piste

Pour la piste de DAKAR-YOFF ces caractéristiques auront déjà été initialisées.

Un recentrage des pistes sera également effectué afin d'obtenir des valeurs positives qui permettront par la suite (après avoir été ajustée à l'espace disponible ) de visualiser à l'écran le réseau.

### representation des variables dans le programme

pour la piste n

valeurs	a	entrer
abscisse du centre	.....	CX(n)
ordonnée. du centre	.....	CY(n)
longueur de la piste	.....	L(n)
largeur de la piste	.....	LA(n)
azimuth de la piste	.....	T(n,2)
v a l e u r s		o b t e n u e s
abscisses	R(n,1) ; R(n,2) ; R(n,3) ; R(n,4)	
ordonnées	S(n,1) ; S(n,2) ; S(n,3) ; S(n,4)	
valeur max suivant x	.....	Z(4)
valeur max suivant y	.....	Z(3)
valeur min suivant x	.....	Z(1)
valeur min suivant y	.....	Z(2)

# Organigramme 2

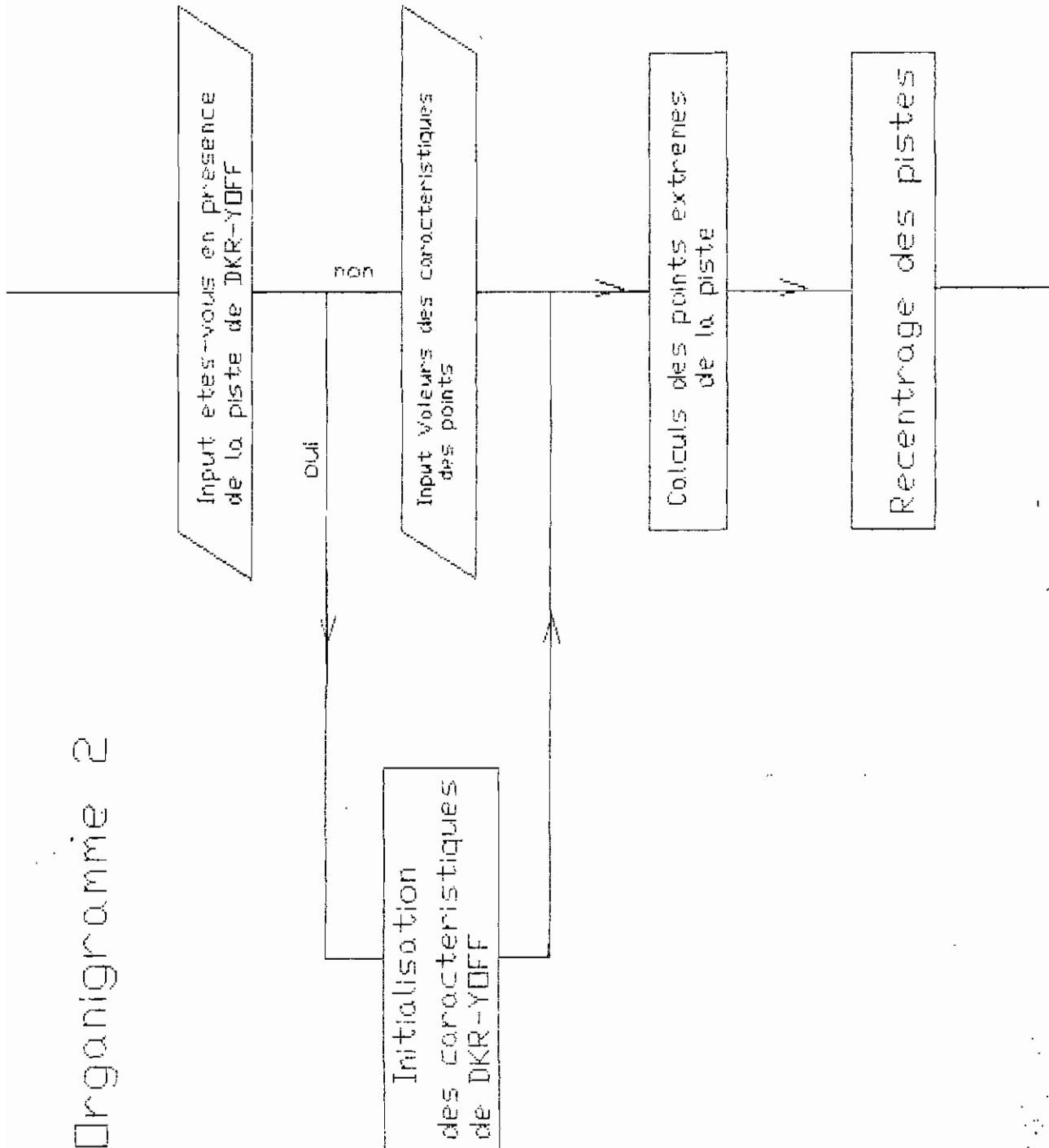


fig 17

### ORGANIGRAMMES 3 ET 4 - COMMENTAIRES

Les organigrammes suivants serviront à définir les caractéristiques moyennes des pièces et des appareils

Différents cas de figures pourront se présenter à nous :

- Vous avez identifié l'appareil (la pièce) et vous connaissez ses caractéristiques
- Vous avez identifié l'appareil (la pièce) et vous ignorez ses caractéristiques
- Vous avez identifié le pays de construction
- Vous ignorez tout du type d'appareil (ou de la pièce) utilisé.

Le LOGICIEL posera diverses questions afin d'obtenir les données les plus précises possibles ,et effectuera une moyenne sur l'ensemble des appareils (ou pièces) prévus (ou possédés) .

Il s'agira donc pour le défenseur d'essayer d'identifier avec un maximum de précision l'importance de l'attaque et sa provenance ( qui attaque et avec quoi) ,il en sera de même pour l'attaquant qui aura tout intérêt à évaluer les possibilités de riposte de l'adversaire , et à se renseigner quant au type et au nombre de pièces possédés par ce dernier.

#### Représentation des variables dans le programme

##### Pour les appareils

v(30) = hauteur  
w(30) = envergure  
u(30) = longueur

##### Pour les pièces

b(1) = angle maximal  
c(1) = angle minimal  
d(1) = cadence de tir  
e(1) = portée utile

REMARQUE: ces valeurs sont les valeurs obtenues après les diverses opérations effectuées, elles représentent une moyenne.

## BANQUE DE DONNEES

### APPAREILS

La banque de données contiendra les caractéristiques des différents appareils ci-dessous (hauteur, longueur, envergure) :

PAR TYPE		PAR NATIONALITE
F 14	SU 9	USA
Y F17	SU 7	URSS
CORSAIR 2	MIG 19	SUEDE
F 4	YAK 36	JAPON
G 91	SU 15	ISRAEL
HAWK	TU 28	ITALIE
F 3	SU 7C	ROUMANIE
KFIR	MIG 23	GB
SUPER ETENDARD	T 2	
MIRAGE 4A	F 111 A	
MIRAGE F1 C	A 4	
MIRAGE 3	SAAB 37	
JAGUAR	SAAB 35	
ALPHA JET	DRAO	
GNAT		

**remarque** Par pays de construction, la hauteur, la longueur, et l'envergure moyenne auront été établies.

Une moyenne des caractéristiques de tous les appareils existants aura également été effectuée.

BANQUE DE DONNEES

PIECES D'ARTILLERIE

La banque de données contiendra les caractéristiques des différentes pièces ci-dessous

F 2

ZU23 M

BCFCRS

AATWIN MOUNT

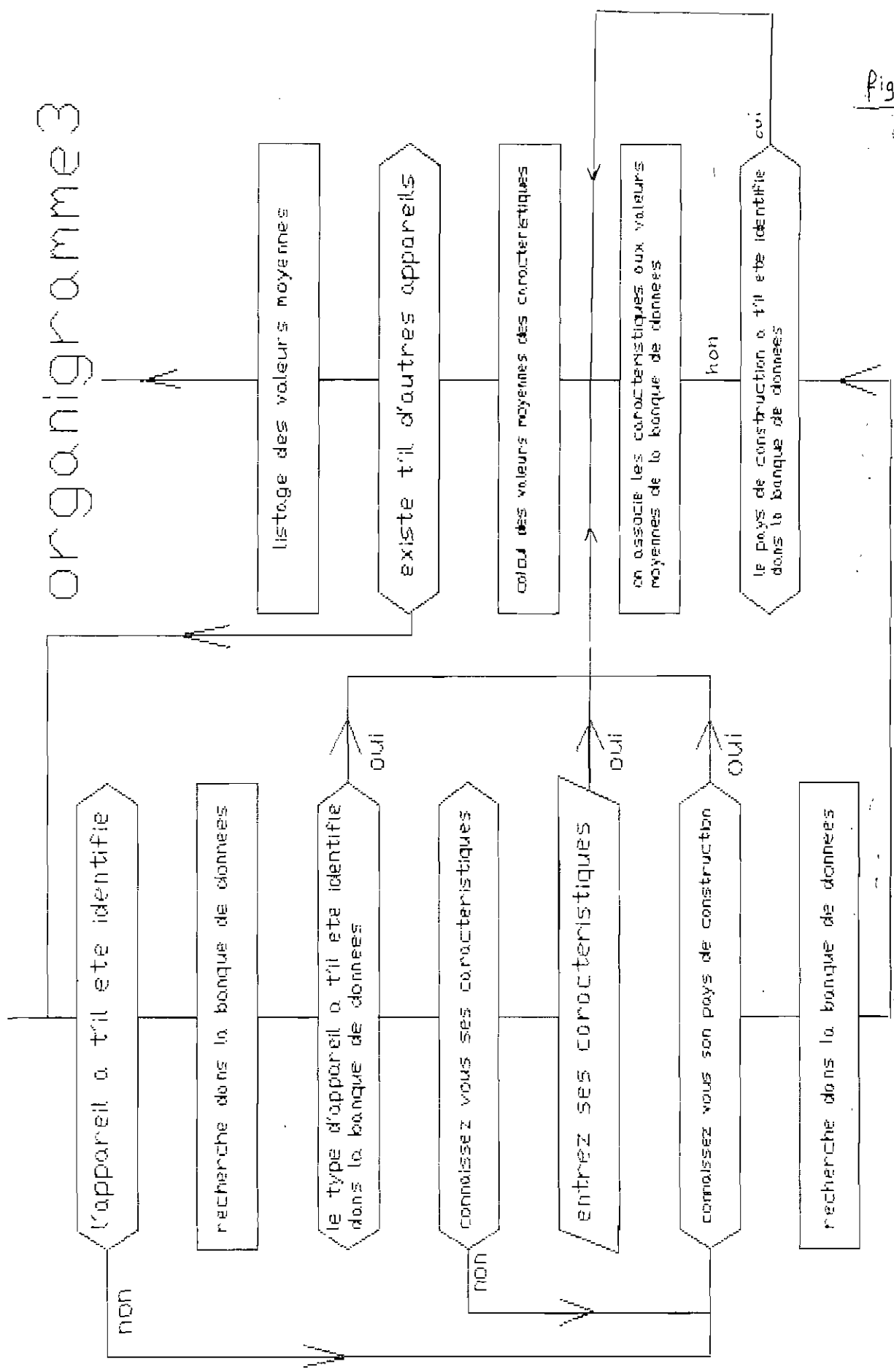
**Remarque:** Une moyenne des caractéristiques suivantes aura été établie :

- angle maximal de tir
- angle minimal de tir
- portée utile
- cadence de tir

Une des données essentielle manquante est la précision de l'arme



# organigramme 3



# organigramme 4

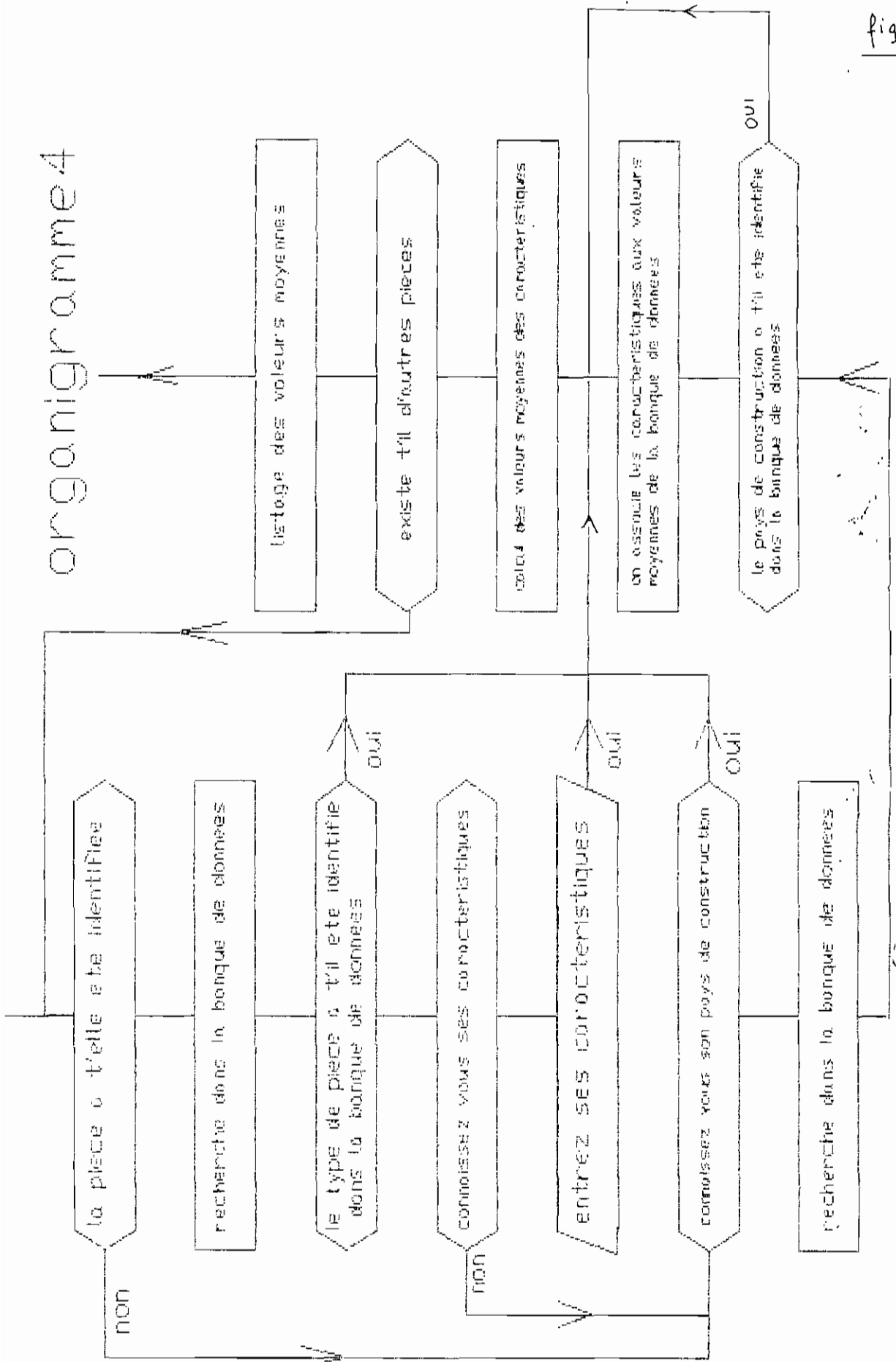


fig 19

## ORGANIGRAMMES 5 ET 6 - COMMENTAIRES

Les organigrammes suivants serviront à effectuer une répartition des pièces et des appareils au niveau des différentes pistes.

Cette répartition sera déterminante dans les deux cas. Il est évident que des ordres de priorité pourraient être accordés aux différentes pistes et que les répartitions s'influenceront respectivement. Néanmoins il sera généralement plus aisé à l'attaquant de tenir compte du dispositif adverse qu'inversement. L'attaquant pourra en effet toujours modifier son attaque au dernier moment, mobilité que ne possède pas le défenseur.

Pour toute ces raisons, des stratégies devront être définies clairement en temps de paix et cela en fonction des adversaires potentiels, de nos possibilités et nos priorités futures.

### représentation des variables dans le programme

pour la piste	pour les appareils	pour les pièces
1	$k(1)$	$j(1)$
2	$k(2)$	$j(2)$
3	$k(3)$	$j(3)$
.	.	.
.	.	.
n	$k(n)$	$j(n)$

**Remarque:** le nombre de pièces ou d'appareils ne devra pas excéder 30 éléments par piste faute de quoi nous aurons affaire à un surdimensionnement (subscript out of range).

# Organigramme5

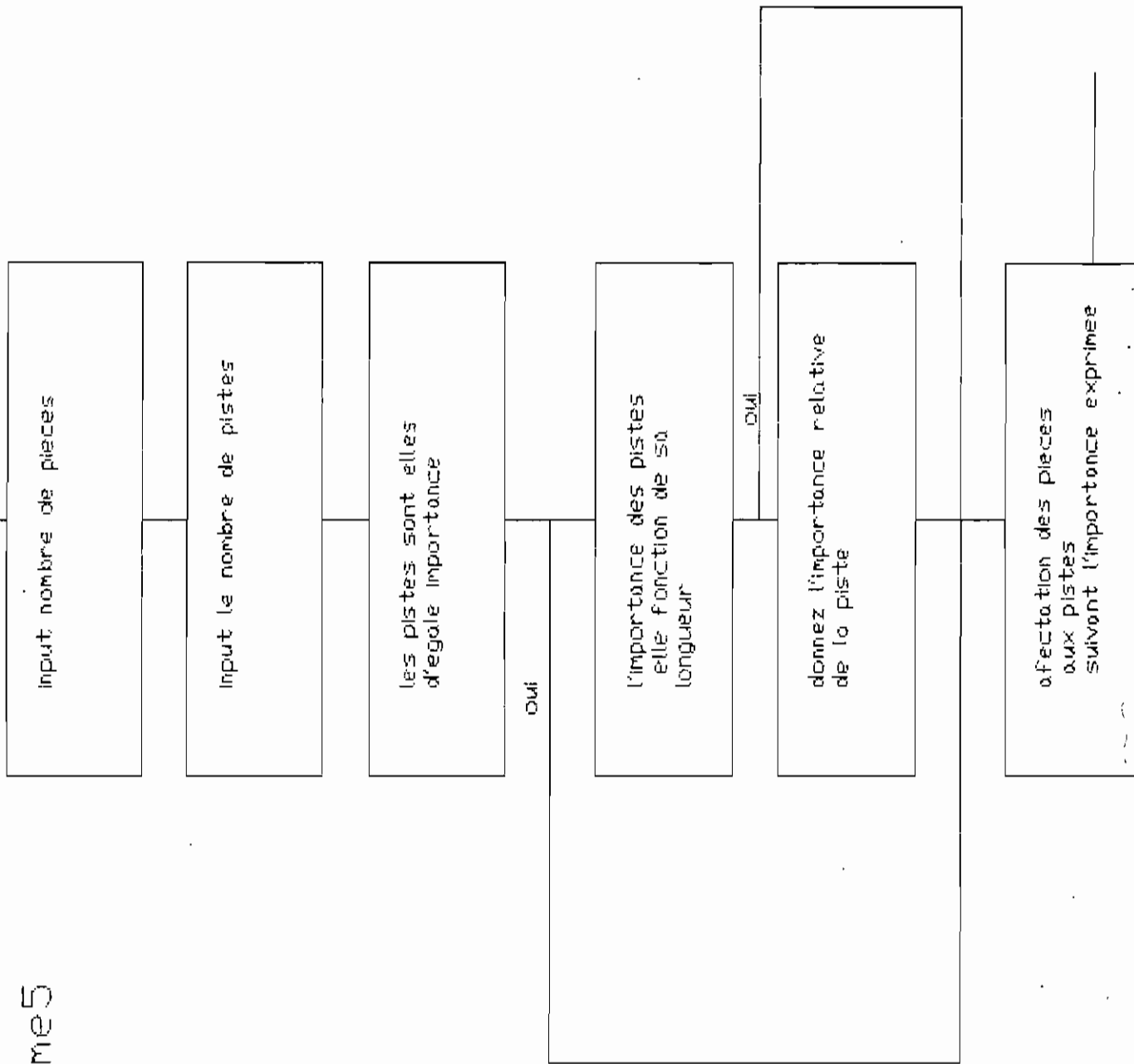


fig 20

# organigramme

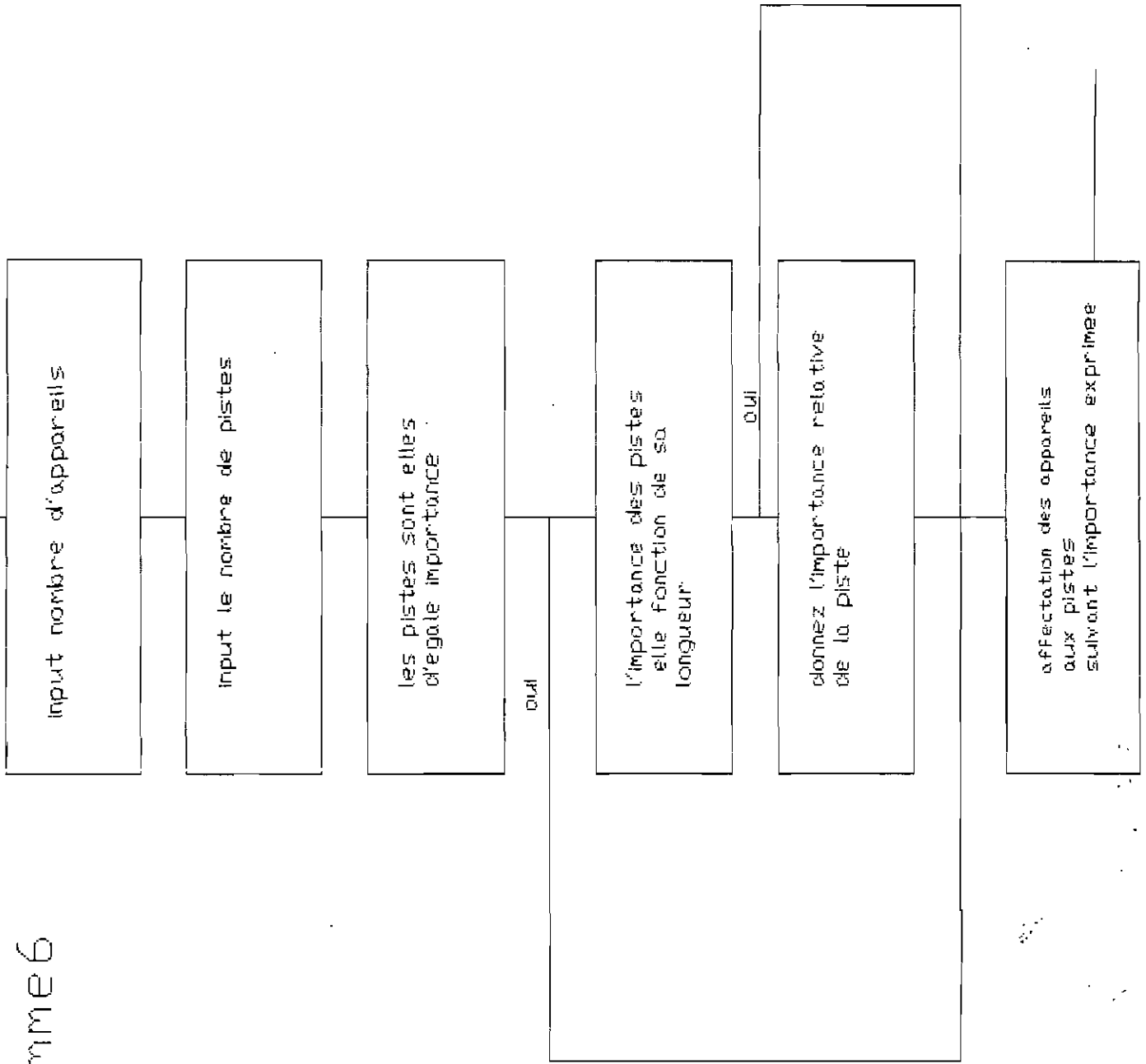


fig 21

## ORGANIGRAMME 7 - COMMENTAIRES

L'organigramme suivant déterminera la cadence associée par batterie à un appareil, ce qui reviendra à dire la cadence réelle de tir que l'avion aura à subir. Cette dernière sera fonction du nombre d'appareils qui seront affectés à une piste donnée (les appareils voleront en effet en formation serrée au dessus de l'axe critique).

Remarque: Plus les appareils seront nombreux moins la probabilité de voir un projectile lui être destiné sera élevée.

Représentation des variables dans le programme

pour la piste n

cadence associée aux batteries .....  $D(x)$

organigramme 7

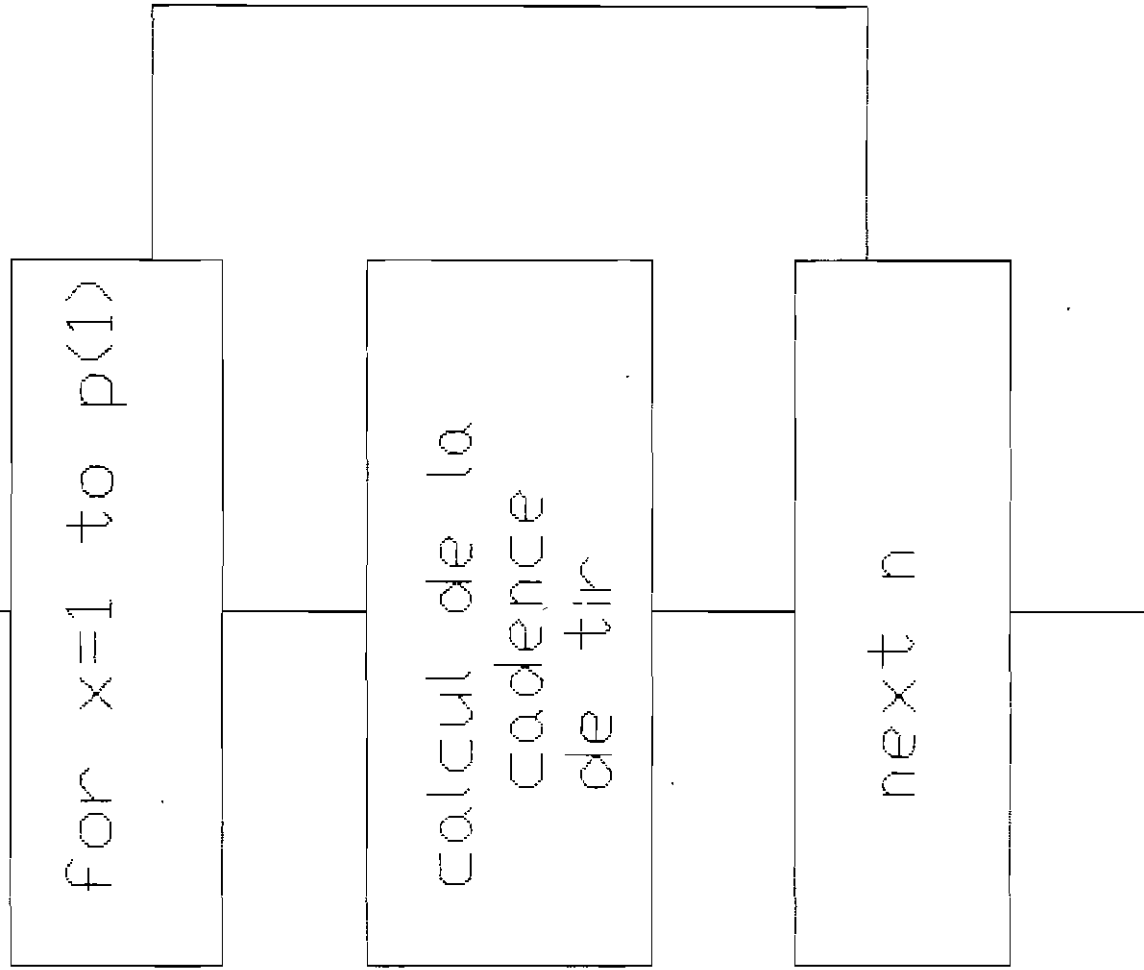


fig 22

## ORGANIGRAMME 8 - COMMENTAIRES

L'organigramme suivant représentera le coeur du programme il aura en effet à effectuer les différentes **permutations** sur les angles et le long des axes (voir schéma) .A chacune de ces dernières il se devra de calculer la probabilité finale de destruction de la piste.

Il aura également à mémoriser les caractéristiques de l'axe s'avérant le plus critique , ce dernier intervenant dans le calcul final de destruction du réseau.

### représentation des variables dans le programme

D	.....	distance de passage au dessus de la piste
T1	.....	temps de passage au dessus de la piste
ARR	.....	abscisse du point d'arrêt
INX	.....	abscisse du point d'intersection de l'axe emprunté par l'avion avec le dôme
INY	.....	ordonnée du point d'intersection de l'axe emprunté par l'avion avec le dôme
PRF1	.....	probabilité finale de destruction de la piste par un appareil.
PRFIN	.....	probabilité finale de destruction de la piste par l'escadre qui lui est affecté
PRSA	.....	probabilité de survie de l'avion jusqu'au point de largage



# organigramme 8

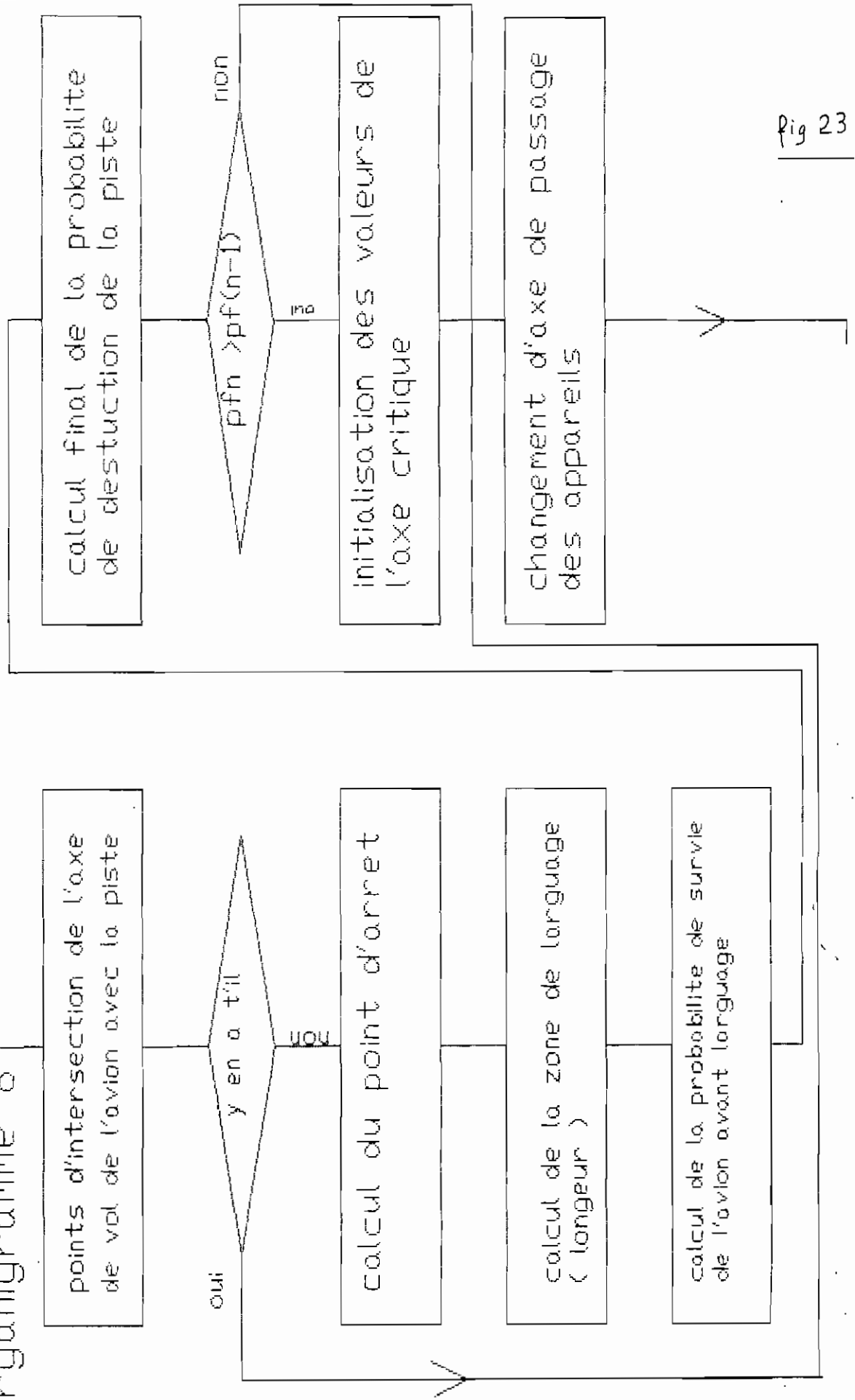


Fig 23

## ORGANIGRAMME 9

Cette partie du programme calculera la probabilité finale de destruction de l'ensemble du réseau , les évènements étant considérés comme indépendants la probabilité sera le produit des probabilités de destruction obtenues pour chaque piste.

### représentation des variables dans le programme

PRFIN ..... probabilité finale de destruction du  
réseau

PRFIN(n) ...: probabilité finale de destruction de  
la piste n

organigramme9

for i=1 to n

PRFIN = PRFIN \* PRFIN(n)

next i

fig 24

Chapitre

5

...

Conclusions

et

Recommandations

## CONCLUSION ET RECOMMANDATION

Nous noterons que le travail ayant été effectué ne s'avère pas comme étant définitif **de nombreuses améliorations pourront effectivement lui être apportées** . Les différentes banques de données devront être constamment remises à jour et cela afin d'obtenir un maximum de précision. Une nouvelle banque de données pourra éventuellement être créée , celle-ci comprendra le type d'avion, non plus par pays de construction mais par possession effective du pays en question.

Les différentes valeurs utilisées pour le PIEV seront quant à elles également sujettes à des modifications , un certain nombre d'expériences devront être effectuées cela afin de vérifier l'exactitude des hypothèses émises (en particulier est il possible de considérer l'erreur angulaire comme étant fonction de deux événements indépendants).

Une **réestimation définitive** devra également être effectuée sur le type de distribution qui lie les réactions humaines au temps (est-ce une courbe de WEIBULL, etc..).

Une fois ces différents paramètres bien définis une réorientation du logiciel SAFAO881 permettrait d'obtenir des courbes de valeurs , fonctions de:

- la hauteur de vol de l'appareil

- de sa vitesse
- de sa distance nodale

et nous donnant les **combinaisons optimales** de ces trois facteurs

Notons néanmoins que toutes ces valeurs sont interdépendantes et que la fixation de l'une d'entre elles engendrerait une modification de celles restantes.

Les courbes ainsi obtenues permettraient de dégager:

- Les éléments nécessaires à une réorientation des données afin de reformuler le problème de manière analytique
- La création d'abbaques disponibles aussi bien pour les aviateurs que les artilleurs ( un mode d'emploi approprié en permettrait une utilisation rationnelle et efficace ).

Nous concluerons en mentionnant qu'une analyse approfondie des différentes couches supérieures pourra également être effectuée cela afin d'optimiser les capacités de défense à longue et moyenne portée .Pour cela une documentation fournie devra être dégagée aussi bien sur les systèmes de détection que sur ceux de guidage ,de vol,etc....

Annexe

1

000

Listing  
Logiciel

SAPAD 88

Simulation

attaque piste

aérienne par

ordinateur



SAPPAO

001

SAPPAO

002

```

10 '
20 SCREEN-1;1:-DES-----DEBUT DU PROGRAMME-----
30 KEY OFF
40 COLOR 8,2
50 X=100;Y=120
60 LINE(X-5,Y-57)-(X+45,Y),1,BF
70 LINE(X+41,Y-57)-(X+90,Y),3,BF
80 LINE(X+91,Y-57)-(X+140,Y),2,BF
90 LINE(X-5,Y-57)-(X-5,Y+50),4,BF
100 PSET(X+59,Y-30),1
110 A$="R4E2U1E1NU1F1D1F2R4G1L1G2D1F1D1F1D1H1L1H2L2G2L2ND1E1U1E1U1H2L1"
120 DRAW A$
130 PRESET(169,90),1
140 PRESET(165,90),1
150 PRESET(166,90),1
160 PRESET(167,90),1
170 PRESET(168,90),1
180 PRESET(170,90),1
190 PRESET(164,90),1
200 PRESET(164,91),1
210 PRESET(165,91),1
220 PRESET(166,91),1
230 PRESET(167,91),1
240 PRESET(168,91),1
250 PRESET(169,91),1
260 PRESET(168,92),1
270 PRESET(163,92),1
280 PRESET(164,92),1
290 PRESET(165,92),1
300 PRESET(166,92),1
310 PRESET(167,92),1
320 PRESET(169,92),1
330 PRESET(169,92),1
340 PRESET(164,93),1
350 PRESET(165,93),1
360 PRESET(166,93),1
370 PRESET(165,93),1
380 PRESET(166,93),1
390 PRESET(167,93),1
400 PRESET(168,93),1
410 PRESET(169,93),1
420 PRESET(170,93),1
430 PRESET(164,94),1
440 PRESET(165,94),1
450 PRESET(166,94),1
460 PRESET(167,94),1
470 PRESET(168,94),1
480 PRESET(165,95),1
490 PRESET(166,95),1
500 PRESET(167,95),1
510 PRESET(163,96),1
520 PRESET(162,96),1
530 PRESET(163,96),1
540 PRESET(170,96),1
550 PRESET(169,96),1
560 PRESET(166,95),1
570 PRESET(167,95),1
580 PRESET(165,95),1
590 PRESET(164,95),1
600 PRESET(163,95),1
610 PRESET(168,95),1
620 PRESET(169,95),1
630 PRESET(170,91),1
640 PRESET(163,91),1
650 PRESET(162,91),1
660 PRESET(165,89),1
670 PRESET(166,89),1
680 PRESET(167,89),1
690 PRESET(165,88),1

```

```

700 PRESET(166,88),1
710 PRESET(165,87),1
720 PRESET(166,86),1
730 PRESET(166,87),1
740 FOR J=1 TO 3000 :NEXT
750 CLS :SCREEN 0,0,1,1:WIDTH 80
760 LOCATE 2,3
770 PRINT "
780 PRINT "
790 PRINT "
800 PRINT "
810 PRINT "
820 PRINT "
830 PRINT "
840 PRINT "
850 PRINT "
860 PRINT "
870 PRINT "
880 PRINT "
890 PRINT "
900 PRINT "
910 PRINT "
920 PRINT "
930 PRINT "
940 PRINT "
950 PRINT "
960 FOR TY=1 TO 3
970 FOR YD=1 TO 500 :NEXT YD
980 NEXT TY :CLS
990 PRINT "
1000 PRINT "
1010 PRINT "
1020 PRINT "
1030 PRINT "
1040 PRINT "
1050 PRINT "
1060 PRINT "
1070 PRINT "
1080 PRINT "
1090 PRINT "
1100 PRINT "
1110 PRINT "
1120 PRINT "
1130 PRINT "
1140 PRINT "
1150 PRINT "
1160 PRINT "
1170 PRINT "
1180 PRINT "
1190 FOR TY=1 TO 5000 :NEXT

```

```

      P R O J E C T
      O E

```

```

      F I N

```

```

      L E T W O R K

```

```

1200 SCREEN 0,0,1,1
1210 WIDTH 80
1220 LOCATE 2,2
1230 KEY OFF ; COLOR 15,0,0: CLS:LOCATE ,,0:LOCATE 2,2 : COLOR 1,15
1240   FOR Y%=4 TO 16 '.....START THE "E"
1250   LOCATE Y%,8:PRINT " ";
1260   NEXT
1270   LOCATE 16,9:PRINT SPACE$(15);
1280   FOR Y%=15 TO 14 STEP -1
1290   LOCATE Y%,23:PRINT " ";
1300   NEXT
1310   FOR X%=22 TO 12 STEP -1
1320   LOCATE 14,X%:PRINT " ";
1330   NEXT
1340   FOR Y%=13 TO 12 STEP -1
1350   LOCATE Y%,12:PRINT " ";
1360   NEXT
1370   LOCATE 11,12:PRINT SPACE$(7);
1380   FOR Y%=10 TO 11
1390   LOCATE Y%,18:PRINT " ";
1400   NEXT
1410   FOR X%=18 TO 12 STEP -1
1420   LOCATE 9,X%:PRINT " ";
1430   NEXT
1440   FOR Y%=8 TO 7 STEP -1
1450   LOCATE Y%,12:PRINT " ";
1460   NEXT
1470   LOCATE 6,12:PRINT SPACE$(12);
1480   FOR Y%=6 TO 4 STEP -1
1490   LOCATE Y%,23:PRINT " ";
1500   NEXT
1510   FOR X%=23 TO 9 STEP -1
1520   LOCATE 4,X%:PRINT " ";
1530   NEXT
1540   FOR Y%=4 TO 16
1550   LOCATE Y%,26:PRINT " ";
1560   NEXT
1570   FOR X%=26 TO 39 STEP 1
1580   LOCATE 4,X% : PRINT " ";
1590   NEXT
1600   FOR Y%=4 TO 10
1610   LOCATE Y%,39:PRINT " ";
1620   NEXT
1630   FOR X%=39 TO 26 STEP -1
1640   LOCATE 10,X% : PRINT " ";
1650   NEXT
1660   FOR Y%=4 TO 6
1670   LOCATE Y%,42:PRINT " ";
1680   NEXT
1690   LOCATE 6,43:PRINT SPACE$(16)
1700   FOR Y%=7 TO 16
1710   LOCATE Y%,50:PRINT " ";
1720   NEXT
1730   FOR Y%=4 TO 6
1740   LOCATE Y%,58:PRINT " ";
1750   NEXT
1760   FOR X%=43 TO 58
1770   LOCATE 4,X%:PRINT " ";
1780   NEXT

```

```

1790 FOR I=1 TO 1500
1800 NEXT
1810 FOR I=1 TO 2500 : NEXT
1820 COLOR 15,0,0 :CLS :LOCATE ,,0
1830 LOCATE 3,6 :PRINT " =====
=====
1840 LOCATE 4,6 :PRINT " ||
1850 LOCATE 5,6 :PRINT " ||
1860 LOCATE 6,6 :PRINT " ||
1870 LOCATE 7,6 :PRINT " ||
1880 LOCATE 8,6 :PRINT " ||
1890 LOCATE 9,6 :PRINT " ||
1900 LOCATE 10,6:PRINT " ||
1910 LOCATE 11,6:PRINT " ||
1920 LOCATE 12,6:PRINT " ||          PROJET DE FIN D'ETUDE
1930 LOCATE 13,6:PRINT " ||
1940 LOCATE 14,6:PRINT " ||
1950 LOCATE 15,6:PRINT " || AUTEUR: Mr MOUNTAGA DIOF
1960 LOCATE 16,6:PRINT " ||
1970 LOCATE 17,6:PRINT " || COLLABORATEURS: GHISLAIN ACCROMBESSY
1980 LOCATE 18,6:PRINT " ||           ; PAPE      KHOUMA
1990 LOCATE 19,6:PRINT " ||
2000 LOCATE 20,6:PRINT " || DIRECTEUR DE PROJET : Mr JEAN CLAUDE VARINDES
2010 LOCATE 21,6:PRINT " ||
2020 LOCATE 22,6:PRINT " ||
2030 LOCATE 23,6:PRINT " ||
2040 LOCATE 24,6:PRINT " ||=====
=====
2050 FOR IX=1 TO 2500 : NEXT
2060 WIDTH 40
2070 CLS
2080 COLOR 15,0,0:CLS
2090 LOCATE 12
2100 LOCATE 11: PRINT " =====
2110 LOCATE 12: PRINT " || PROJET DE FIN D'ETUDE ||"
2120 LOCATE 13: PRINT " =====" : PRINT
2130 LOCATE 15: PRINT " TITRE:PROBABILITE DE DESTRUCTION D'UN
RESEAU DE PISTES AERIENNES ":PRINT :PRINT
2140 FOR IY=1 TO 2000 : NEXT IY:WIDTH 60

```

```

2150 DIM BDX(5000)
2160 SCREEN 9,4
2170 X=10 : Y=100
2180 SCREEN 9,4
2190 COLOR 1,0
2200 CLS : K=0
2210 B$="R9NF7D1NF6D1NF5D1NF4D1NF3D1NF2D1NF1NR3QL3NR33D1NR34D1NR35D1NR36D1NR35D1
NR34D1R3NR30NR6D1NR5D1NR4D1NR3D1NR2D1NR1L9"
2220 A$="NR11F1NR11F1NR11F1NR11D1NR11D1NR11D1NR11D1NR11D1NR11D1NR11D1NR11D1NR45D1NR45G
1NR47G1NR49D1NR50D1NR55D1NR57D1NR58G1NR61G1NR9G1NR9"
2230 VIEW SCREEN (10,10)-(630,200),0,2
2240 PSET(X+K+15,Y),3
2250 DRAW A$
2260 X=10 : Y=120
2270 LINE(10,180)-(600,220),1,BF
2280 FOR F=-180 TO 0 STEP 5
2290 PSET(351,140),4
2300 DRAW "ta=f;nu50": NEXT
2310 GET (X+9,Y-20)-(X+90,Y+20),BOX
2320 PUT(19,100),BDX,XDR
2330 PUT(10,110),BDX,XDR
2340 SOUND 5000,350
2350 FOR K=0 TO 350 STEP 10
2360 PUT (X+K,Y-10),BOX,XDR
2370 PUT (X+K+10,Y-10),BOX,XDR
2380 NEXT K
2390 FOR F=0 TO 360 STEP 20
2400 PSET(10,150),4
2410 DRAW"ta=f;nu6":NEXT
2420 FOR F=0 TO 360 STEP 20
2430 PSET(360,150),4
2440 DRAW"ta=f;nu6":NEXT
2450 FOR F=0 TO 360 STEP 20
2460 PSET(620,150),4
2470 DRAW"ta=f;nu6":NEXT
2480 SOUND 1988,1
2490 FOR X=18 TO 380
2500 Y=(-9.000001E-02 * X) + 150.5
2510 PSET(X,Y),4
2520 FOR Z=1 TO 50:NEXT
2530 Y=(-9.000001E-02 * X) + 150.5
2540 PSET(X,Y),0
2550 NEXT X
2560 PLAY"MBL42N40"
2570 PUT(350,110),BDX,XDR
2580 FOR O=1 TO 600 : NEXT
2590 SCREEN 0,0,1,1
2600 COLOR 15,9,2 : CLS : LOCATE 15,20 : KEY OFF
2610 COLOR 15,9,2 : INPUT "VOULEZ VOUS DES REINSEGNEMENTS ";R$
2620 LOCATE 1,1,0,0
2630 IF R$="oui" OR R$="OUI" THEN GOTO 2660 ELSE GOTO 3040
2640 : KEY OFF
2650 CLS :LOCATE 25,10
2660 COLOR 15,9,2:CLS
2670 LOCATE 25,10 : PRINT " FRAPPER UNE TOUCHE POUR CONTINUER "
2680 A$=INKEY$: IF A$<>CHR$(32) THEN GOTO 2680
2690 GOSUB 2820
2700 LOCATE 25,10 : PRINT " FRAPPER UNE TOUCHE POUR CONTINUER "

```

```

2710 A$=INKEY$ : IF A$(<CHR$(32)) THEN GOTO 2710
2720 CLS : LOCATE 8 : GOSUB 2900
2730 LOCATE 25,10 : PRINT " FRAPPER UNE TOUCHE POUR CONTINUER "
2740 A$=INKEY$ : IF A$(<CHR$(32)) THEN GOTO 2740
2750 CLS : LOCATE 8 : GOSUB 2950
2760 LOCATE 25,20 : PRINT " FRAPPER UNE TOUCHE POUR CONTINUER "
2770 A$=INKEY$ : IF A$(<CHR$(32)) THEN GOTO 2770
2780 CLS : LOCATE 8 : GOSUB 3000
2790 LOCATE 25,20 : PRINT " FRAPPER UNE TOUCHE POUR CONTINUER "
2800 A$=INKEY$ : IF A$(<CHR$(32)) THEN GOTO 2800
2810 GOTO 3090
2820 PRINT " * NOUS SUPPOSONS L'EXISTENCE DE SYSTEMES D'ARMES SOL - AIR
DE TYPE - SATCP (Systeme d'armes sol air tres courte portee)
- SACP (Systeme d'armes sol air courte portee )
2830 PRINT " - SAMP (Systeme d'armes moyenne portee )"
2840 PRINT " - SALP (Systeme d'armes sol air longue portee )"
2850 PRINT " CELUI - CI A UNE ATTAQUE A TRES BASSE ALTITUDE " :PRINT:PRINT
2860 PRINT " * NOUS SUPPOSERONS DONC SA HAUTEUR DE VOL COMPRIS ENTRE 150
ET 90 METRES"
2870 PRINT " L'ATTAQUE A LIEU A UNE PERIODE DE TENSION ; NOUS SUPPOSONS
L'EXISTENCE DE SONNETTES QUI EMPECHENT TOUT EFFET DE SURPRISES"
2880 RETURN
2890 PRINT
2900 PRINT " * NOUS SUPPOSERONS QUE L'ATTAQUE SE FASSE DANS UN ENVIRONNEM
ENT GEOPHYSIQUE, METEOROLOGIQUE ET TOPOGRAPHIQUE ACCEPTABLE
":PRINT
2910 PRINT " * NOUS NE TIENDRONS PAS COMPTE DE L'AMBIANCE ; DU PLUTOT NOUS
SUPPOSERONS QU'ELLE AGIRA DE MANIERE SIMILAIRE SUR L'ATTAQUE ET
LA DEFENSE CE QUI ALTERERA PEU LES RESULTATS OBTENUS ":PRINT :PRI
NT
2920 PRINT " LES DELAIS CARACTERISTIQUES TELS QUE ;
-TEMPS DE REACTION
-TEMPS D'INTERVENTION
2930 PRINT " -TEMPS DE RENOUVELLEMENT DU TIR
SONT REDUITS A ZERO(0) ":PRINT :PRINT
2940 RETURN
2950 PRINT " * L'AVION PRENDRA SON AXE D'ATTAQUE BIEN AVANT D'ENTREE DANS
LA ZONE PROTEGEE ET N'EN DECROCHERA QU'UNE FOIS SA MISSION TERM
NEE "
2960 PRINT : PRINT " L'AXE D'ATTAQUE SERA TOUJOURS L'AXE LE PLUS FAVORAB
LE "
2970 PRINT : PRINT " EN CAS D'UNE ATTAQUE MULTIPLE (Nombre d'avions SUPER
IEUR à 1) (OUS LES APPAREILS UTILISERONT LE COULOIR PRE-IDENTIFIE "
2980 PRINT : PRINT " EN CAS D'UNE ATTAQUE MULTIPLE LES TIREURS N'EFFECTUE
RONT AUCUNE DISTINCTION ENTRE LES DIFFERENTS APPAREILS SE PRESE
NTANT A EUX (Probabilité identique d'être descendu) "
2990 RETURN
3000 PRINT : PRINT " L'ATTAQUE DES DIFFERENTES PISTES SE FERA DE MANIERE
SIMULTANEE "
3010 PRINT : PRINT " CHAQUE PISTE AURA UN SYSTEME DE DEFENSE AUTONOME .
IL NE PRENDRA EN CHASSE QUE LES APPAREILS QUI LUI SONT
PREDESTINES "
3020 PRINT : PRINT " LES MINUTIONS UTILISEES SERONT DES BOMBES ANTI-PISTE
SDE TYPE -DURANDAL "
3030 PRINT : PRINT " -BAP 100 "
3040 PRINT : PRINT " -JF 230 "
3050 PRINT : PRINT " LA VITESSE DE VOL APPROCHERA LA VITESSE MAXIMALE DA
NS LA FRANGE SUBSONIQUE (0,9 MACH) ; ELLE SERA COMPRISE ENTRE 2
50 m/s ET 300m/s"
3060 PRINT : PRINT " LA POURSUITE DES APPAREILS SEEFFECTUE DE MANIERE MI
XTE (Manuel et Automatique) "

```

```

3070 LOCATE 1,1,6,7
3080 RETURN
3090 DAK=0
3100 COLOR 15,9,2 : CLS
3110 LOCATE 12,9 : INPUT "ETES VOUS EN PRESENCE DE LA PISTE DE DAKAR-YOFF
",R# : IF LEFT$(R#,1) <> "O" AND LEFT$(R#,1) <> "o" AND LEFT$(R#,1) <> "N" AND LEFT$(
R#,1) <> "n" THEN BEEP : CLS : GOTO 3110 ELSE GOTO 3120
3120 IF R# <> "OUI" AND R# <> "oui" THEN GOTO 3140
3130 F=3:DAK=1:GOTO 3150
3140 LOCATE 14,20: INPUT "NOMBRE DE PISTES A CONSIDERER",P:CLS
3150 DIM N(50),U(50),V(50),W(50),A(50),B(30),C(30),D(30),E(30),Y(30),M(P),L(P),K
(P),J(P),I(20,2),X(30),R(P,4),S(P,4),Z(50),O(20),Q(P),CX(P),LA(P),CY(P),PRIN
(P),EE(P),XFIN(P),YFIN(P),PRFIN(P),XFIN1(P),YFIN1(P)
3160 CLS
3170 '
3180 REN:IDENTIFICATION DES COORDONNES EXTREMES DES PISTES
3190 '
3200 P(1)=P
3210 U=P(1)
3220 IF DAK <> 1 GOTO 3280
3230 CX(1)=0 :CX(2)=0 :CX(3)=0 :P(1)=3
3240 CY(1)=0 :CY(2)=0 :CY(3)=0
3250 L(1)=3000 :L(2)=2000 :L(3)=1500
3260 LA(1)=50 :LA(2)=50 :LA(3)=50
3270 T(1,2)=45 :T(2,2)=30 :T(3,2)=90
3280 FOR N=1 TO U
3290 IF DAK=1 THEN X(0)=CX(N) :Y(0)=CY(N):L=L(N) :T=T(N,2) : GOTO 3390
3300 CLS:LOCATE 13,30 : PRINT"POUR LA PISTE N";N
3310 PRINT
3320 LOCATE 15,23 :INPUT "ENTRER ABCISSE DU CENTRE",X(0):CX(N)=X(0)
3330 LOCATE 17,23 :INPUT "ENTRER ORDONNEE DU CENTRE",Y(0):CY(N)=Y(0)
3340 LOCATE 19,23 :INPUT "LONGUEUR DE LA PISTE",L
3350 L(N)=L
3360 LOCATE 21,23 :INPUT "LARGEUR DE LA PISTE",F:LA(N)=F
3370 LOCATE 23,23 :INPUT "AZIMUTH DE LA PISTE",T
3380 T(N,2)=T
3390 T(N,1)=SQR(L^2+F^2)
3400 B=(ATN(F/L)) : R=.5*((L+L+F*F) ^ .5)
3410 PRINT
3420 V=3.14159/180
3430 IF 0<=T AND T<=90 THEN A=(90-T)*V:GOTO 3470
3440 IF 90<T AND T<=180 THEN A=(T-90)*V:GOTO 3520
3450 IF 180<T AND T<=270 THEN A=(270-T)*V:GOTO 3520
3460 IF 270<T AND T<=360 THEN A=(T-270)*V :GOTO 3520
3470 Y(1)=Y(0)+R*SIN(A+B)
3480 Y(2)=Y(0)+R*SIN(A-B)
3490 Y(3)=Y(0)-R*SIN(A+B)
3500 Y(4)=Y(0)-R*SIN(A-B)
3510 GOTO 3560
3520 Y(1)=Y(0) -R*SIN(A+B)
3530 Y(2)=Y(0) -R*SIN(A-B)
3540 Y(3)=Y(0)+R*SIN(A+B)
3550 Y(4)=Y(0)+R*SIN(A-B)
3560 X(1)=X(0)+R*COS(A+B)
3570 X(2)=X(0)+R*COS(A-B)

```



```

3580 X(3)=X(0)-R*COS(A+B)
3590 Y(4)=Y(0)-R*COS(A-B)
3600 FOR I=1 TO 4
3610 U=INT(X(I))
3620 X=X(I)-U
3630 IF X>=.5 THEN X(I)=U+1 ELSE X(I)=U
3640 V=INT(Y(I))
3650 Y=Y(I)-V
3660 IF Y>=.5 THEN Y(I)=V+1 ELSE Y(I)=V
3670 NEXT I
3680 FOR I=1 TO 4
3690 R(N,I)=X(I)
3700 S(N,I)=Y(I)
3710 NEXT I
3720 NEXT N
3730 GOTO 3810
3740 FOR I=1 TO P(1)
3750 FOR J=1 TO 4
3760 PRINT " ABCISSE DU POINT A(";I;";";J;");": ",R(I,J)
3770 PRINT " ORDONNEE DU POINT A(";I;";";J;");": ",S(I,J)
3780 NEXT J
3790 PRINT
3800 NEXT I
3810 '
3820 '
3830 REM:RECENTRAGE DES COORDONNES
3840 '
3850 FOR N=1 TO P(1)
3860 U(N)=R(N,1)
3870 W(N)=S(N,1)
3880 EE(N)=R(N,1)
3890 V(N)=S(N,1)
3900 NEXT N
3910 FOR N=1 TO P(1)
3920 FOR I=2 TO 4
3930 IF R(N,I)<=U(N) THEN U(N)=R(N,I)
3940 IF S(N,I)<=W(N) THEN W(N)=S(N,I)
3950 IF R(N,I)>=EE(N) THEN EE(N)=R(N,I)
3960 IF S(N,I)>=V(N) THEN V(N)=S(N,I)
3970 NEXT I
3980 NEXT N
3990 Z(1)=U(1)
4000 Z(3)=EE(1)
4010 Z(2)=W(1)
4020 Z(4)=V(1)
4030 FOR I=2 TO P(1)
4040 IF U(I)<Z(1) THEN Z(1)=U(I)
4050 IF W(I)<Z(2) THEN Z(2)=W(I)
4060 IF EE(I)>Z(3) THEN Z(3)=EE(I)
4070 IF V(I)>Z(4) THEN Z(4)=V(I)
4080 NEXT I
4090 FOR I=1 TO P(1)
4100 FOR J=1 TO 4
4110 R(I,J)=R(I,J)+100-Z(1)
4120 S(I,J)=S(I,J)+100-Z(2)
4130 NEXT J
4140 NEXT I
4150 Z(3)=Z(3)+(2*100)-Z(1)

```

```

4160 Z(4)=Z(4)+(2*100)-Z(2)
4170 GOTO 4250
4180 FOR I=1 TO P(1)
4190 FOR J=1 TO 4
4200 PRINT " ABCISSE DU POINT A(";I;" ";J"); " ;R(I,J)
4210 PRINT "ORDONNEE DU POINT A(";I;" ";J"); " ;S(I,J)
4220 NEXT J
4230 PRINT
4240 NEXT I
4250 GRAPH = 1
4260 GRAPH=2
4270 FOR D=1 TO 200:NEXT D : CLS
4280 '
4290 SCREEN 0,0,1,1 :COLOR 15,9,2
4300 REM:DETERMINATION DES CARACTERISTIQUES DE VOL DE L'ATTAQUE ENNEMIE
4310 CLS : LOCATE 12,30:PRINT " DETERMINATION DES CARACTERISTIQUES DE VOL DE L'
ATTACHE ENNEMIE"
4320 FOR I=1 TO 2500:NEXT I:CLS:BEEP
4330 LOCATE 10,20:INPUT "VITESSE DE VOL (en Metres/s):",VIT
4340 IF VIT>300 OR VIT<200 THEN BEEP :CLS:LOCATE 20,20:PRINT " VITESSE DE VOL
NON CONFORME AUX NORMES DU PROGRAMME - LA VITESSE DOIT ETRE COMP
RISE ENTRE 200 ET 300 METRES PAR SECONDE " :GOTO 4330
4350 LOCATE 12,20:INPUT "HAUTEUR DE VOL DE L'ATTAQUANT (en Metres):",HAUT
4360 IF HAUT>150 OR HAUT<90 THEN BEEP :CLS:LOCATE 22,20:PRINT " HAUTEUR NON C
ONFORME AUX NORMES DU PROGRAMME - LA HAUTEUR DOIT ETRE COMPRISE ENTRE 90 ET 15
0 EN METRES " :GOTO 4350
4370 XTEAN=TAN(70*3.14159/180)*2*VIT/9.810001
4380 YTEAN=.5*9.810001*XTEAN^2
4390 HAUTF=HAUT-YTEAN
4400 XTEAN=VIT*XTEAN
4410 XTEAN=HAUTF/TAN(70*3.14159/180)
4420 DARR=XTEAN+XTEAN
4430 '
4440 CLS
4450 '
4460 REM:DETERMINATION DES CARACTERISTIQUES DES APPAREILS ENNEMIS
4470 '
4480 BEEP : LOCATE 7,7,1,0,6:PRINT"DETERMINATION DES CARACTERISTIQUES DES APPAR
IELS ENNEMIS" :PRINT
4490 PRINT
4500 PRINT
4510 N(1)=0:V(1)=0 :U(1)=0 :W(1)=0
4520 PRINT" ON DETERMINERA LES CARACTERISTIQUES MOYENNES (LONGUEUR -ENVERGURE -HA
UTEUR ) POUR DES APPAREILS SUCEPTIBLES DE PRENDRE PART A UNE ATTAQUE ANTIPI
STE":PRINT
4530 PRINT" LA HAUTEUR DE VOL ETANT APROXIMATIVEMENT DE 100 METRES ET LA VITESSE
DE L'ORDRE DE 0.9 MACH"
4540 PRINT
4550 PRINT" LE TYPE ET LE NOMBRE D'APPAREILS PREVUS A IDENTIFIES DEVRONT ETRE "
RENTRES DE MANIERE SUCCESSIVE "
4560 PRINT
4570 LOCATE 25,21 : PRINT " TAPER LA BARRE D'ESPACEMENT "
4580 A$=INKEY$: IF A$=<>CHR$(32) THEN GOTO 4580
4590 CLS
4600 LOCATE 12,3,1,0,6 : INPUT "L'APPAREIL EST IL IDENTIFIE "
D$:PRINT
4610 IF D$="OUI" OR D$="oui" THEN GOTO 4650

```

```

4620 CLS : LOCATE 14,3 : INPUT " LE PAYS DE CONSTRUCTION DE CET APPAREIL EST IL
IDENTIFIE " ,A#
4630 IF A#="OUI" OR A#="oui" THEN GOTO 5250 ELSE GOTO 5370
4640 GOTO 5370
4650 CLS:LOCATE 12,3,1,0,6: INPUT "TYPE D'APPAREIL IDENTIFIE
",I#
4660 GOTO 4890
4670 LOCATE 20,3 : INPUT " NOMBRE DE CE TYPE D'APPAREIL
",N
4680 N(1)=N(1)+N
4690 V(1)=N*V+V(1)
4700 U(1)=N*U+U(1)
4710 W(1)=N*W+W(1)
4720 CLS :LOCATE 14,14 : INPUT "EXISTE T'IL D'AUTRES TYPES D'APPAREILS
",A#:CLS
4730 IF A#="OUI" OR A#="oui" THEN GOTO 4600
4740 V=V(1)/N(1)
4750 U=U(1)/N(1)
4760 W=W(1)/N(1)
4770 CLS
4780 LOCATE 10,20 : PRINT "HAUTEUR MOYENNE DES APPAREILS " ,V
4790 PRINT
4800 LOCATE 12,20 : PRINT "ENVERGURE MOYENNE DES APPAREILS " ,W
4810 PRINT
4820 LOCATE 14,20 : PRINT "LONGUEUR MOYENNE DES APPAREILS " ,U
4830 PRINT
4840 LOCATE 25,21: PRINT " TAPER LA BARRE D'ESPACEMENT "
4850 A#=INKEY# : IF A#<>CHR$(32) THEN GOTO 4850
4860 V(30)=V:W(30)=W:U(30)=U
4870 N(30)=N(1)
4880 GOTO 5420
4890 IF I#<>"F 14" AND I#<>"F14" THEN GOTO 4900 ELSE W=19.55: U=18.9: V=1.7:GOTO
4670
4900 IF I#<>"YF17" AND I#<>"Y F17" AND I#<>"YF 17" THEN GOTO 4910 ELSE W=11!: U=
17!:V=1.7:GOTO 4670
4910 IF I#<>"CORSAIR2" AND I#<>"CORSAIR 2" THEN GOTO 4920 ELSE W=14.06: U=11.8:V
=1.7:GOTO 4670
4920 IF I#<>"F4" AND I#<>"F 4" THEN GOTO 4930 ELSE W=18!:U=11!:V=1.7 :GOTO 467
0 LIST
4930 IF I#<>"HAWK" THEN GOTO 4940 ELSE W=9.390001:U=11.36:V=1.7 :GOTO 4670
4940 IF I#<>"F3" AND I#<>"F 3" THEN GOTO 4950 ELSE W=10!:U=16!:V=1.7 :GOTO 4670
4950 IF I#<>"KFIR" THEN GOTO 4960 ELSE W=8.22:U=15.5:V=1.7 :GOTO 4670
4960 IF I#<>"T2" AND I#<>"T 2" THEN GOTO 4970 ELSE W=7.88:U=17.85:V=1.7:GOTO 467
0
4970 IF I#<>"MIRAGE 4A" AND I#<>"MIRAGE 4 A" AND I#<>"MIRAGE4A" THEN GOTO 4980
ELSE W=12!:U=24!:V=1.7 :GOTO 4670
4980 IF I#<>"MIRAGE FI C" AND I#<>"MIRAGE FIC" AND I#<>"MIRAGEFIC" THEN GOTO 499
0 ELSE W=8.42:U=15.25:V=1.7:GOTO 4670
4990 IF I#<>"MIRAGE 3" AND I#<>"MIRAGE3" THEN GOTO 5000
ELSE W=8.22:U=13.35:V=1.7:GOTO 4670
5000 IF I#<>"JAGUAR" THEN GOTO 5010 ELSE W=8.5:U=15.5:V=1.7 : GOTO 4670
5010 IF I#<>"ALPHA JET" AND I#<>"ALPHAJET" THEN GOTO 5020
ELSE W=9.109999:U=12.29:V=1.7 : GOTO 4670
5020 IF I#<>"BNAT" THEN GOTO 5030 ELSE W=7!: U=9!: V=1.7: GOTO 4670
5030 IF I#<>"SAAB 37" AND I#<>"SAAB37" THEN GOTO 5040
ELSE W=16.6:U=15.45:V=1.7:GOTO 4670
5040 IF I#<>"SAAB 35" AND I#<>"SAAB35" THEN GOTO 5050
ELSE W=9.390001:U=14.05: V=1.7 :GOTO 4670

```

```

5050 IF I$<>"ORAO" THEN GOTO 5060 ELSE W=7.56:U=12.9: V=1.7 :GOTO 4670
5060 IF I$<>"G91" AND I$<>"G91" THEN GOTO 5070
      ELSE W=9.01:U=11.67: V=1.7:GOTO 4670
5070 IF I$<>"F 111 A" AND I$<>"F111" AND I$<>"F111A" AND I$<>"F 111A" AND I$<>"
F111 A" THEN
      GOTO 5080 ELSE W=22.4:U=19.2:V=1.7:GOTO 4
670
5080 IF I$<>"A4" AND I$<>"A 4" THEN GOTO 5090 ELSE W=11.68:U=8.350001:V=1.7 :60
TO 4670
5090 IF I$<>"MIG23" AND I$<>"MIG 23" THEN GOTO 5100 ELSE W=16.8:U=14.25:V=1.7: 6
OTO 4670
5100 IF I$<>"SU7C" AND I$<>"SU 7 C" AND I$<>"SU 7C" THEN GOTO 5110
      ELSE W=12.4:U=18.5:V=1.7 :GOTO 4670
5110 IF I$<>"SU9" AND I$<>"SU 9" THEN GOTO 5120 ELSE W=8: U=15:V=1.7:GOTO
4670
5120 IF I$<>"SU7" AND I$<>"SU 7" THEN GOTO 5130 ELSE W=9.399999:U=15:V=1.7
:GOTO 4670
5130 IF I$<>"MIG 19" AND I$<>"MIG19" THEN GOTO 5140 ELSE W=10: U=12.5: V=1.7:60
TO 4670
5140 IF I$<>"YAK 36" AND I$<>"YAK36" THEN GOTO 5150 ELSE W=7.65:U=16.2:V=1.7 :60
TO 4670
5150 IF I$<>"SU15" AND I$<>"SU 15" THEN GOTO 5160 ELSE W=9.5: U=21.5:V=1.7 ;
GOTO 4670
5160 IF I$<>"TU28" AND I$<>"TU 28" THEN GOTO 5170 ELSE W=19:U=29:V=1.7 :60
TO 4670
5170 IF I$<>"SUPER ETANDARD" AND I$<>"SUPERETANDARD" THEN GOTO 5180
      ELSE W=9.600001:U=14.31:V=1.7 :GOTO 4670
5180 LOCATE 15,3 : PRINT " AVION NON CONNU SUR LA BANQUE DE DONNEES"
5190 LOCATE 17,3 : INPUT " POSSEDEZ VOUS SES CARACTERISTIQUES
",Z$
5200 IF Z$<>"OUI" AND Z$<>"oui" THEN GOTO 4620
5210 CLS :LOCATE 14,12: INPUT " HAUTEUR DE L'APPAREIL
",U
5220 LOCATE 16,12 : INPUT " ENVERGURE DE L'APPAREIL
",W
5230 LOCATE 18,12 : INPUT " LONGUEUR DE L'APPAREIL
",L
5240 GOTO 4670
5250 PRINT
5260 INPUT "DONNEZ SA NATIONALITE : ",G$
5270 IF G$<>"USA" THEN GOTO 5280 ELSE U=15.56: V=1.7: W=15.03: GOTO 4670
5280 IF G$<>"ITALIE" THEN GOTO 5290 ELSE W=9.01:U=11.67:V=1.7 :GOTO 4670
5290 IF G$<>"ROUMANIE" THEN GOTO 5300 ELSE W=7.56:U=12.9:V=1.7 :GOTO 4670
5300 IF G$<>"URSS" THEN GOTO 5310 ELSE W=11.59:U=17.74:V=1.7 :GOTO 4670
5310 IF G$<>"SUEDE" THEN GOTO 5320 ELSE W=10: U=14.75: V=1.7 :GOTO 4670
5320 IF G$<>"JAPON" THEN GOTO 5330 ELSE W=7.68: U=17.85: V=1.7 :GOTO 4670
5330 IF G$<>"GB" AND G$<>"GRANDE BRETAGNE" THEN GOTO 5340
      ELSE W=8.729999:U=12.97:V=1.7 :GOTO 4670
5340 IF G$<>"FRANCE" THEN GOTO 5350 ELSE W=9.310001:U=15.78:V=1.7:GOTO 4670
5350 CLS :LOCATE 14,3 : COLOR 15,4,2 : PRINT "PAYS NON IDENTIFIE SUR LA BANQUE
DE DONNEE"
5360 GOTO 5370
5370 LOCATE 16,3 : PRINT "NDUS UTILISERONS LES VALEURS MOYENNES SUR L'ENSEMBLE
DES APPAREILS EXISTANTS" :COLOR 15,9,2
5380 U=15.62
5390 V=1.7
5400 W=10.88
5410 GOTO 4670
5420 '
5430 REM: P. IPA -IDENTIFICATION DES PIECES AHIES -

```

```

5440 '
5450 COLOR 15,9,2
5460 CLS
5470 LOCATE 9,5,1,0,6 :PRINT" PROGRAMME D'IDENTIFICATIONS DES PIECES AMIES ( Ca
nons Anti-aeriens) "
5480 PRINT
5490 A(2)=0:B(2)=0:C(2)=0:D(2)=0:E(2)=0
5500 BEEP : PRINT" DETERMINATION DES CARACTERISTIQUES MOYENNES
      (ANGLE MAXIMAL-ANGLE MINIMAL-CADENCE DE TIR-PORTEE UTILE) ":P
RINT:
5510 PRINT" DES PIECES POSSEDEES "
5520 PRINT: PRINT" LE TYPE ET LE NOMBRE DE PIECES PREVUES DEVRONT ETRE RENTRES
DE MANIERE
      SUCCESSIVE "
5530 PRINT
5540 LOCATE 25,21 : PRINT " TAPER LA BARRE D'ESPACEMENT "
5550 PRINT
5560 A$=INKEY$: IF A$(<)CHR$(32) THEN GOTO 5560
5570 CLS : LOCATE 13,18,1,0,6: INPUT "LA PIECE EST - ELLE IDENTIFIEE " ,A$
5580 PRINT
5590 IF A$="OUI" OR A$="oui" THEN GOTO 5660 ELSE GOTO 6020
5600 LOCATE 20,7 : INPUT " NOMBRE DE CE TYPE DE PIECE " ,N
5610 A(2)=A(2) + N
5620 B(2)=N*B(1) + B(2)
5630 C(2)=N*C(1) + C(2)
5640 D(2)=N*D(1) + D(2)
5650 E(2)=N*E(1) + E(2)
5660 PRINT
5670 CLS:LOCATE 13,18 : INPUT "EXISTE-T-IL D'AUTRES TYPES DE PIECES " ,A$
5680 CLS
5690 IF A$="OUI" OR A$="oui" THEN GOTO 5570
5700 B(1)=B(2)/A(2)
5710 C(1)=C(2)/A(2)
5720 D(1)=D(2)/A(2)
5730 E(1)=E(2)/A(2)
5740 DIM G(P(1),A(2)),F(P(1),A(2))
5750 PRINT
5760 COLOR 15,9,2
5770 LOCATE 10,20: PRINT" ANGLE MAXIMAL : ",B(1)
5780 PRINT
5790 LOCATE 12,20: PRINT" ANGLE MINIMAL : ",C(1)
5800 PRINT
5810 LOCATE 14,20 : PRINT" CADENCE DE TIR : ",D(1)
5820 PRINT
5830 LOCATE 16,20 : PRINT" PORTEE UTILE : ",E(1)
5840 PRINT
5850 N(20)=A(2)
5860 LOCATE 25,21 : PRINT " TAPER LA BARRE D'ESPACEMENT "
5870 A$=INKEY$: IF A$(<)CHR$(32) THEN GOTO 5870 ELSE GOTO 6050
5880 CLS :LOCATE 12,15,1,0,6 : INPUT "TYPE DE PIECE IDENTIFIEE :",I$
5890 IF I$="F 2" OR I$="F2" THEN B(1)=+90!:C(1)=-5!:D(1)=12.5:E(1)=1000 :GOTO 56
00 ELSE GOTO 5900
5900 IF I$="AATHIN MOUNT" OR I$="AA THIN MOUNT" THEN B(1)=+83!:C(1)=-5!:D(1)=33.
333:E(1)=2000!:GOTO 5600 ELSE GOTO 5910
5910 IF I$="ZU23-M" OR I$="ZU23 M" OR I$="ZU23M" THEN B(1)=90!:C(1)=-10!: D(1)=3
3.333:E(1)=2000: GOTO 5600 ELSE GOTO 5920
5920 IF I$="BCFCRS" OR I$="BCFCR" THEN B(1)=90:C(1)=5!:D(1)=2!:E(1)=1500!:GOTO 5
600 ELSE GOTO 5930
5930 PRINT
5940 CLS : LOCATE 14,14 : COLOR 15,4,2 : PRINT "PIECE NON IDENTIFIEE SUR LA BANQU
E DE DONNEES "

```

```

5950 LOCATE 16,14 : INPUT "POSSEDEZ VOUS SES CARACTERISTIQUES          ",C$:CO
LOR 15,9,2
5960 IF C$<>"OUI" AND C$<>"oui" GOTO 6020
5970 CLS:LOCATE 14: INPUT "          DONNEZ L'ANGLE MAXIMAL DE TIR          ",B(1)

5980 INPUT "          DONNEZ L'ANGLE MINIMAL DE TIR (en Degre) ",C(1)
5990 INPUT "          DONNEZ LA CADENCE (en C/s)          ",D(1)
6000 INPUT "          DONNEZ LA PORTEE UTILE (en Metre)          ",E(1)
6010 GOTO 5600
6020 CLS : LOCATE 18,18 : PRINT "NOUS UTILISERONS LES VALEURS MOYENNES DES PIEC
ES CONNUES "
6030 B(1)=88.25:C(1)=-3.75:D(1)=20.3:E(1)=1625!
6040 GOTO 5600
6050 '
6060 BEEP : REM:AFFECTATIONS PIECES-AVIONS AU PISTES
6070 '
6080 D=1
6090 CLS
6100 B=0
6110 T=N(20)
6120 P=P(1)
6130 IF P=1 THEN A(1)=1:GOTO 6390
6140 LOCATE 16,10: INPUT "LES PISTES SONT ELLES D'IMPORTANTANCE EGALE : ",H$:CLS
6150 IF H$ = "OUI" OR H$ = "oui" THEN GOTO 6160 ELSE GOTO 6200
6160 FOR H=1 TO P
6170 A(H)=1
6180 NEXT H
6190 GOTO 6390
6200 CLS : LOCATE 16,2: INPUT "          L'IMPORTANTANCE DE LA PISTE EST ELLE FONCTION
DE SA LONGUEUR ? ",W$
6210 IF W$="OUI" OR W$="oui" THEN GOTO 6220 ELSE GOTO 6330
6220 GOTO 6270
6230 FOR H=1 TO P
6240 PRINT "LA LONGUEUR DE LA PISTE ",H
6250 INPUT L(H)
6260 NEXT H
6270 FOR H=1 TO P
6280 IF L(1)=0 THEN L(1)=.001
6290 A(H)=L(H)/L(1)
6300 NEXT H
6310 CLS
6320 GOTO 6390
6330 CLS
6340 PRINT :PRINT :FOR H=2 TO P
6350 A(1)=1
6360 PRINT" IMPORTANTANCE RELATIVE DE LA PISTE ";H;"(par rapport a la piste n°1)"
6370 INPUT A(H)
6380 NEXT H
6390 B=0
6400 FOR H=1 TO P
6410 B=B+A(H)
6420 NEXT H
6430 FOR H=1 TO P
6440 N(H)=A(H)*T/B
6450 U(H)=INT(N(H))
6460 Y(H)=N(H)-U(H)
6470 NEXT H

```

```

6480 FOR H=1 TO P
6490 V(H)=Y(H)
6500 NEXT H
6510 FOR J=1 TO P
6520 IF V(1)<=V(J) THEN B=V(1):V(1)=V(J):V(J)=B
6530 NEXT
6540 FOR H=1 TO P
6550 IF V(1)=0 GOTO 6660
6560 IF Y(H)=V(1) THEN B=H: GOTO 6580
6570 NEXT H
6580 U(B)=U(B)+1
6590 M=T
6600 FOR H=1 TO P
6610 M=M-U(H)
6620 NEXT H
6630 IF M=0 GOTO 6660
6640 Y(B)=0
6650 GOTO 6480
6660 CLS:FOR H=1 TO P
6670 IF D=1 THEN GOTO 6690
6680 LOCATE 7+H,10:PRINT "  NOMBRE D'AVIONS AFFECTES A LA PISTE N°";H ;"-----
----> ";U(H) :D=3:K(H)=U(H) :IF P(1)=1 THEN FOR PQ=1 TO 1500:NEXT :GOTO 6700
6690 LOCATE 7+H,10:PRINT "  NOMBRE DE PIECES AFFECTES A LA PISTE N°";H ;"-----
----> ";U(H):J(H)=U(H) :PRINT
6700 PRINT
6710 NEXT H
6720 IF D=3 THEN GOTO 6790 ELSE GOTO 6730
6730 D=2
6740 IF P(1)=1 THEN CLS:GOTO 6390
6750 LOCATE 25,10:COLOR 15,4,2:INPUT"LA STRATEGIE ENNEMIE SERA T-ELLE IDENTIQUE
A LA NOTRE: ",I$:COLOR 15,9,2
6760 T=N(30)
6770 IF I$="oui" OR I$="OUI" THEN GOTO 6390
6780 GOTO 6140
6790 FOR I=1 TO 750:TY=TY+1:NEXT I:CLS
6800 '
6810 REM:CADENCE DE TIR SUPPOSE ALLOUE A LA FISIE
6820 '
6830 FOR X=1 TO P(1)
6840 IF K(X)=0 THEN GOTO 6860
6850 D(X)=D(1)/K(X)
6860 NEXT X
6870 '
6880 REM: PLACEMENT PIECES SUIVANT L'AXE DE LA PISTE
6890 '
6900 LOCATE 14,20: PRINT " PLACEMENT PIECES SUIVANT L'AXE DE LA PISTE"
6910 FOR I=1 TO 2000:NEXT I:CLS
6920 LOCATE 13,2 : INPUT "LES PISTES SONT ELLES PLACEES EN QUINCONCE SUIVANT LA
METHODE USUELLE ",I$
6930 IF I$="oui" OR I$="OUI" GOTO 7050
6940 CLS
6950 FOR N=1 TO P(1):PRINT "POUR LA PISTE ",N
6960 FOR I=1 TO J(N)
6970 PRINT "VALEUR DE L'ARCISSE DE L'EMPLACEMENT DE LA BATTERIE ",I:INPUT G(N,I)
6980 PRINT "VALEUR DE L'ORDONNE DE L'EMPLACEMENT DE LA BATTERIE ",I:INPUT F(N,I)
6990 PRINT:CLS
7000 F(N,I)=F(N,I)+100-Z(2)
7010 G(N,I)=G(N,I)+100-Z(1)

```

```

7020 NEXT I
7030 NEXT N
7040 GOTO 7380
7050 FOR N=1 TO P(1)
7060 L1=L(N)/(J(N)-1)
7070 IF T(N,2)<90 THEN V=90-T(N,2):GOSUB 7170
7080 IF T(N,2)<180 THEN V=T(N,2)-90:GOSUB 7230
7090 IF T(N,2)<270 THEN V=270-T(N,2):GOSUB 7170
7100 IF T(N,2)<360 THEN V=T(N,2)-270:GOSUB 7230
7110 GOTO 7380
7120 FOR X=1 TO 4
7130 IF 100=S(N,X) THEN U1=X
7140 NEXT X
7150 NEXT N
7160 GOTO 7300
7170 FOR I=1 TO J(N)
7180 V=V*3.14159/180:H=I:J=I+1
7190 G(N,I)=(I-1)*L1* $\cos(V)$ +(-1)^H*E(1)* $\sin(V)$ +100-Z(1)
7200 F(N,I)=(I-1)*L1* $\sin(V)$ +(-1)^J*E(1)* $\cos(V)$ +100-Z(2)
7210 NEXT I
7220 RETURN
7230 FOR I=1 TO J(N)
7240 V=V*3.14159/180:H=I:J=I+1
7250 U2=R(N,U1)
7260 G(N,I)=U2-(I-1)*L1+(-1)^J* $\sin(V)$ *E(1)+50* $\cos(V)$ 
7270 F(N,I)=100+(I-1)*L1+(-1)^H*E(1)* $\cos(V)$ +50* $\sin(V)$ 
7280 NEXT I
7290 RETURN
7300 GOTO 7370
7310 FOR N=1 TO P(1)
7320 FOR X=1 TO J(N)
7330 PRINT "placement suivant l'axe des x",S(N,X)
7340 PRINT "placement suivant l'axe des y",F(N,X):PRINT
7350 NEXT X
7360 NEXT N
7370 '
7380 REM:DETERMINATION DES ELEMENTS DE CALCUL
7390 LOCATE 14,20:PRINT " DETERMINATION DES ELEMENTS DE CALCUL: ";FOR I=1 TO 2
000 :NEXT I:CLS
7400 LOCATE 14,20:INPUT" DONNEZ LE PAS SUR LES AXES (en Metres): " ,Z(32):IF Z(
32)=0 GOTO 7400
7410 LOCATE 16,20:INPUT" ERREUR VISUELLE LIE AU TIREUR (en Degres) :",Z(40):IF
Z(40)=0 GOTO 7410
7420 LOCATE 20,20:INPUT" DONNEZ LE PAS SUR LES ANGLES (en Degres) : ",Z(33):IF
Z(33)=0 GOTO 7420
7430 '
7440 GRAPH=2: GOTO 10450
7450 REM:PROGRAMME TEST -PERMUTATIONS
7460 '
7470 Z(9)=Z(32)
7480 Z(10)=Z(33)
7490 Z(150)=1:N=1:BB1=0
7500 TROFF
7510 IF Z(50)>P(1) THEN GOTO 10360 ELSE GOTO 7520
7520 FOR I=1 TO 4
7530 X(I)=R(N,I)
7540 Y(I)=S(N,I)
7550 NEXT I
7560 CLS

```



```

7570 Z(11)=-Z(9)
7580 FOR Y=Z(2) TO Z(4) STEP Z(9)
7590 X=Z(1)
7600 FOR T=0 TO 180 STEP Z(10)
7610 V=ABS(90-T)
7620 PRINT X,Y,T
7630 GOSUB 8050
7640 NEXT T
7650 BB1=0;Z(10)=Z(33)
7660 NEXT Y
7670 FOR X=Z(1) TO Z(3) STEP Z(9)
7680 Y=Z(4)
7690 FOR T=90 TO 180 STEP Z(10)
7700 V=90-T
7710 PRINT X,Y,T
7720 GOSUB 8050
7730 NEXT T
7740 FOR T=180 TO 270 STEP Z(10)
7750 PRINT X,Y,T
7760 GOSUB 8050
7770 NEXT T
7780 BB1=0;Z(10)=Z(33)
7790 NEXT X
7800 FOR Y=Z(4) TO Z(4) STEP Z(11)
7810 X=Z(3)
7820 FOR T=180 TO 360 STEP Z(10)
7830 V=ABS(270-T)
7840 PRINT X,Y,T
7850 GOSUB 8050
7860 NEXT T
7870 BB1=0;Z(10)=Z(33)
7880 NEXT Y
7890 FOR X=Z(3) TO Z(1) STEP Z(11)
7900 Y=Z(2)
7910 FOR T=270 TO 360 STEP Z(10)
7920 V=270-T
7930 PRINT X,Y,T
7940 GOSUB 8050
7950 NEXT T
7960 FOR T=0 TO 90 STEP Z(10)
7970 V=90-T
7980 PRINT X,Y,T
7990 GOSUB 8050
8000 NEXT T
8010 BB1=0;Z(10)=Z(33)
8020 NEXT X
8030 Z(50)=Z(150)+1;N=Z(150)
8040 GOTO 7510
8050 Y(0)=Y
8060 X(0)=X
8070
8080 REM: tpp - TEMPS PARCOURU AU DESSUS DE LA PISTE -
8090
8100 PRF=0
8110 Z(31)=T
8120 Z(25)=A;Z(26)=V;Z(27)=v;Z(28)=A
8130 IF T=T(N,Z) THEN GOTO 8970
8140 V=V*3.14159/180
8150 A(0)=TAN(V)

```

```

8160 N=5
8170 IF ABS(X(1)-X(2)) <= 1 THEN C=Y(0)+A(0)*(X(2)-X(0)) ELSE GOTO 8210
8180 IF Y(1)<Y(2) THEN A=Y(1);B=Y(2);GOTO 8200
8190 B=Y(1);A=Y(2)
8200 IF A<C AND C<B THEN X(N)=X(1);Y(N)=C;N=N+1 ELSE GOTO 8340
8210 IF ABS(Y(1)-Y(2)) <= 1 THEN C=X(0)+(Y(1)-Y(0))/A(0) ELSE GOTO 8260
8220 IF X(1)<X(2) THEN A=X(1);B=X(2);GOTO 8240
8230 B=X(1);A=X(2)
8240 IF A<=C AND C<=B THEN X(N)=C;Y(N)=Y(1);N=N+1 ELSE GOTO 8340
8250 GOTO 8340
8260 A(1)=(Y(2)-Y(1))/(X(2)-X(1))
8270 X(5)=(Y(0)-Y(1))+A(1)*X(1)-A(0)*X(0))/A(1)-A(0)
8280 Y(5)=Y(0)+A(0)*(X(5)-X(0))
8290 IF X(1)<X(2) THEN A=X(1);B=X(2);GOTO 8310
8300 B=X(1);A=X(2)
8310 IF X(5)>B GOTO 8340
8320 IF X(5)<A GOTO 8340
8330 X(N)=X(5);Y(N)=Y(5);N=N+1
8340 IF ABS(X(2)-X(3)) <= 1 THEN Y(N)=Y(0)+A(0)*(X(2)-X(0)) ELSE GOTO 8380
8350 IF Y(2)<Y(3) THEN A=Y(2);B=Y(3);GOTO 8370
8360 B=Y(2);A=Y(3)
8370 IF A<C AND C<B THEN X(N)=X(2);Y(N)=C;N=N+1 ELSE GOTO 8510
8380 IF ABS(Y(2)-Y(3)) <= 1 THEN C=X(0)+(Y(2)-Y(0))/A(0) ELSE GOTO 8430
8390 IF X(2)<X(3) THEN A=X(2);B=X(3);GOTO 8410
8400 B=X(2);A=X(3)
8410 IF A<=C AND C<=B THEN X(N)=C;Y(N)=Y(2);N=N+1 ELSE GOTO 8510
8420 GOTO 8510
8430 A(2)=(Y(3)-Y(2))/(X(3)-X(2))
8440 X(6)=(Y(0)-Y(2))+A(2)*X(2)-A(0)*X(0))/A(2)-A(0)
8450 Y(6)=Y(0)+A(0)*(X(6)-X(0))
8460 IF X(3)<X(2) THEN A=X(3);B=X(2);GOTO 8480
8470 B=X(3);A=X(2)
8480 IF X(6)>B GOTO 8520
8490 IF X(6)<A THEN GOTO 8520
8500 X(N)=X(6);Y(N)=Y(6);N=N+1
8510 IF ABS(X(4)-X(3)) <= 1 THEN Y(N)=Y(0)+A(0)*(X(3)-X(0)) ELSE GOTO 8550
8520 IF Y(4)<Y(3) THEN A=Y(4);B=Y(3);GOTO 8540
8530 B=Y(4);A=Y(3)
8540 IF A<C AND C<B THEN X(N)=X(4);Y(N)=C;N=N+1 ELSE GOTO 8680
8550 IF ABS(Y(4)-Y(3)) <= 1 THEN C=X(0)+(Y(3)-Y(0))/A(0) ELSE GOTO 8600
8560 IF X(4)<X(3) THEN A=X(4);B=X(3);GOTO 8580
8570 B=X(4);A=X(3)
8580 IF A<=C AND C<=B THEN X(N)=C;Y(N)=Y(3);N=N+1 ELSE GOTO 8680
8590 GOTO 8680
8600 A(3)=(Y(4)-Y(3))/(X(4)-X(3))
8610 X(7)=(Y(0)-Y(3))+A(3)*X(3)-A(0)*X(0))/A(3)-A(0)
8620 Y(7)=Y(0)+A(0)*(X(7)-X(0))
8630 IF X(3)<X(4) THEN A=X(3);B=X(4);GOTO 8650
8640 B=X(3);A=X(4)
8650 IF X(7)>B GOTO 8680
8660 IF X(7)<A GOTO 8680
8670 X(N)=X(7);Y(N)=Y(7);N=N+1
8680 IF ABS(X(4)-X(1)) <= 1 THEN Y(N)=Y(0)+A(0)*(X(4)-X(0)) ELSE GOTO 8720
8690 IF Y(4)<Y(1) THEN A=Y(4);B=Y(1);GOTO 8710
8700 B=Y(4);A=Y(1)
8710 IF A<C AND C<B THEN X(N)=X(4);Y(N)=C;N=N+1 ELSE GOTO 8860
8720 IF ABS(Y(4)-Y(1)) <= 1 THEN C=X(0)+(Y(1)-Y(0))/A(0) ELSE GOTO 8770
8730 IF X(4)<X(1) THEN A=X(4);B=X(1);GOTO 8750
8740 B=X(4);A=X(1)

```

```

8750 IF A<=C AND C<=B THEN X(N)=C:Y(N)=Y(4):N=N+1 ELSE GOTO 8860
8760 GOTO 8860
8770 A(4)=(Y(4)-Y(1))/(X(4)-X(1))
8780 X(8)=(Y(0)-Y(1))+A(4)*X(1)-A(0)*X(0))/(A(4)-A(0))
8790 Y(8)=Y(0)+A(0)*(X(8)-X(0))
8800 IF X(1)<X(4) THEN A=X(1):B=X(4):GOTO 8820
8810 B=X(1):A=X(4)
8820 IF X(8)>B GOTO 8860
8830 IF X(8)<A GOTO 8860
8840 X(N)=X(8):Y(N)=Y(8):N=N+1
8850 GOTO 8910
8860 PRINT "VALEUR DE L'ANGLE :",T
8870 PRINT X(5)
8880 PRINT Y(5)
8890 PRINT X(6)
8900 PRINT Y(6)
8910 IF N<7 THEN D=0:GOTO 9080
8920 BB1=1:Z(10)=5
8930 D=SQR((Y(5)-Y(6))^2+(X(5)-X(6))^2)
8940 GOTO 8960
8950 IF D>T(Z(29),1) THEN D=T(Z(29),1):PRINT T(Z(29),1)
8960 GOTO 9080
8970 N=Z(50)
8980 X(6)=CX(N)+L(N)/2*COS(V)
8990 X(5)=CX(N)-L(N)/2*COS(V)
9000 Q=V*3.14159/180
9010 H=LA(N)*COS(Q)/2
9020 Y(9)=CY(N)+H
9030 Y(10)=CY(N)-H
9040 Y(11)=A(0)*(CX(N)-X(0))+Y(0)
9050 IF Y(9)<Y(10) THEN Y(9)=A:Y(10)=B:GOTO 9070
9060 Y(9)=B:Y(10)=A
9070 IF A<=Y(11) AND Y(11)<=B THEN D=L(N):N=7:BB1=1 ELSE D=0:N=5
9080 T1=D/VIT:IF D=0 THEN PRINT "l'avion ne survole pas la piste":PDP=0:GOTO 102
60
9090
9100 REM:probabilite de destruction suivant le temps passage -avion ayant survole
u
9110
9120 IF T1<=.15 THEN PDP=.01
9130 IF T1>=1.2 THEN PDP=.95
9140 PDP=.95/1.05*T1+.01
9150 PRINT "DISTANCE PARCOURUE AU DESSUS DE LA PISTE :",D
9160 IF N<7 AND BB1=1 THEN Z(10)=175
9170 GOTO 9190
9180 REM:calcul du point d'arret
9190 IF X(5)<X(6) THEN GOTO 9220
9200 A=X(5):B=X(6)
9210 X(5)=B:X(6)=A
9220 LAN=ABS(DARR*COS(V)):Y1=Z(27):X1=Z(28)
9230 LON1=SQR((X(5)-X1)^2+(Y(5)-Y1)^2)
9240 LON2=SQR((X(6)-X1)^2+(Y(6)-Y1)^2)
9250 IF LON1>LON2 GOTO 9270
9260 ARR=X(6)-LAN:GOTO 9290
9270 ARR=X(5)+LAN
9280 GOTO 9300

```

```

9290 PRINT "POINT D'ARRET SUIVANT L'AXE DES X :",ARR
9300 PRSA=1
9310 '
9320 REM:PROBABILITE DE SURVIE DE L'AVION AVANT LANGUAGE MUNITONS
9330 '
9340 '
9350 N=I(50)
9360 FOR X=1 TO J(N)
9370 PRSA=1
9380 X0=G(N,X):Y0=F(N,X)
9390 W1=1
9400 R1=SQR(E(1)^2-HAUT^2):RAY=R1
9410 ANG2=90-B(1):IF ANG2<=2 THEN ANG2=2
9420 ANG1=ANG2*3.14159/180
9430 R2=100*TAN(ANG1)
9440 R=R1
9450 AN=90-I(31)
9460 D=TAN(AN*3.1416/180) : F=Y1-D*X1
9470 IF I(31)=90 OR I(31)=270 THEN PFD=ABS(Y0-Y1) :PRINT"distance nodale" :PFD:G
OTO 9500
9480 IF I(31)=0 OR I(31)=180 THEN PFD=ABS(X0-X1):PRINT"distance nodale": PFD:GO
TO 9500
9490 PFD=(ABS(-Y0+D*X0+F))/SQR(1+D^2) :FRINT"distance nodale" PFD
9500 IF W1=1 THEN PFD1=PFD
9510 IF W1=2 THEN PFD2=PFD
9520 AN=90-I(31)
9530 IF AN=90 OR AN=-90 THEN GOTO 9540 ELSE GOTO 9550
9540 IF X0-R>X1 OR X1>X0+R THEN PRINT "PAS DE POINT D'INTERSECTION AVEC LA PIECE
: ";X;"en";W1:PRSA=1 :GOTO 9670 ELSE X10=X1-X0:Y=Y0+SQR(R^2-X10^2):Y1=Y0-SQR(R
^2-X10^2):RA=X1:RA2=Y1:GOTO 9560
9550 A=1+D^2 :B=2*X0-2*F+D+2*D*Y0 : C=X0^2+F^2-2*F*Y0+Y0^2-R^2 :K=B^2-4*A*C
9560 IF Y<0 THEN PRINT "PAS DE POINT D'INTERSECTION AVEC LA PIECE : ";X
;"en";W1:PRSA=1:GOTO 9670 ELSE GOTO 9570
9570 IF K>0 THEN RA=(B+K^.5)/(2*A):RA2=(B-K^.5)/(2*A):Y=D*RA+F:Y1=D*RA2+F:
ELSE RA=B/2*A:Y=D*RA+F:
9580 IF ABS(RA)<.1 THEN RA=0
9590 IF ABS(RA2)<.1 THEN RA2=0
9600 IF ABS(Y)<.1 THEN Y=0
9610 IF ABS(Y1)<.1 THEN Y1=0
9620 GOTO 9650
9630 PRINT "COORDONNEES DES POINTS D'intersections AVEC LA PIECE : ";X;RA:Y
9640 PRINT " ";RA2;Y1
9650 O=SQR((RA-RA2)^2+(Y-Y1)^2)
9660 PRINT O
9670 IF PFD>R1 THEN GOTO 10240
9680 IF W1=2 THEN GOTO 9720
9690 INX1=RA:INY1=Y
9700 INX4=RA2:INY4=Y1
9710 GOTO 9750
9720 IF PFD>R2 THEN INX2=(INX1+INX4)/2 :INX3=(INX1+INX4)/2+.01:GOTO 9760
9730 INX2=RA:INY2=Y
9740 INX3=RA2:INY3=Y1
9750 IF W1=1 THEN W1=2:R=R2:GOTO 9470
9760 L5=VIT/D(N)
9770 LT1=SQR((INX1-X1)^2+(INY1-Y1)^2)
9780 LT2=SQR((INX2-X1)^2+(INY2-Y1)^2)
9790 IF LT1<=LT2 GOTO 9330
9800 A1=INX1:A2=INX2:A3=INX3:A4=INX4

```

```

9810 INX1=-A4:INX2=-A3:INX3=-A2:INX4=-A1
9820 L5=-L5:ARR=-ARR
9830 IF ARR<=INX1 THEN REM "probabilite de destruction nulle avant le tir" :prsa
1=1:goto 20140
9840 IF ARR>INX1 AND ARR<INX2 THEN FIN=ARR :GOTO 9880
9850 IF ARR>INX2 AND ARR<= INX3 THEN FIN=INX2 :GOTO 9880
9860 IF ARR>INX3 AND ARR<=INX4 THEN FIN=ARR :GOTO 9930
9870 IF ARR>INX4 THEN FIN=INX4 :GOTO 9930
9880 FOR UX=INX1 TO FIN STEP L5
9890 GOSUB 10070
9900 PRSA1=PRSA1*(1-PAB)
9910 NEXT UX
9920 GOTO 10240
9930 FOR UX=INX1 TO INX2 STEP L5
9940 GOSUB 10070
9950 PRSA1=PRSA1*(1-PAB)
9960 NEXT UX
9970 FOR UX=INX3 TO FIN STEP L5
9980 GOSUB 10070
9990 PRSA1=PRSA1*(1-PAB)
10000 NEXT UX
10010 GOTO 10240
10020 FOR UX=INX1 TO INX4 STEP L5
10030 GOSUB 10070
10040 PRSA1=PRSA1*(1-PAB)
10050 NEXT UX
10060 GOTO 10240
10070 PNOX=(INX1+INX4)/2
10080 PNOY=(INX1+INX4)/2
10090 V=Z(26)*3.14159/180
10100 UY=(UX-PNOX)*TAN(V)+PNOY
10110 IF V=0 THEN UY=PNOY:GOTO 10130
10120 IF ABS(V-3.14159/2)<.017 THEN UX=PNOX:GOTO 10130
10130 LNDD=SQR((UX-PNOX)^2+(UY-PNOY)^2)
10140 RNDD=SQR(LNDD^2+PPD^2)
10150 KI=Z(40)*3.14159/180
10160 RVR=SQR(HAUT^2+RNDD)
10170 VANG=VIT/RVR
10180 RF=TAN(KI)*RVR
10190 STO=3.14159*(RF^2)
10200 SAV=V(30)*U(30)
10210 PAB=SAV/STO
10220 IF PAB >.95 THEN PAB=.95
10230 RETURN
10240 PRSA=PRSA*PRSA1
10250 NEXT X
10260 PR1F=PDP*PRSA
10270 IF PRF1>PRF(N) THEN PRF(N)=PRF1:XF1N1(N)=Z(26):YF1N1(N)=Z(27):ZF1N1(N)=I(Z
(50),2)
10280 N=Z(50)
10290 PRFIN(N)=1-(1-PRF(N))^N(20)
10300 H=Z(50)
10310 PRINT
10320 PRINT "PROBABILITE QUE LA PISTE SOIT DETRUITE:",PRFIN(N)
10330 A=Z(25):V=Z(26):Y=Z(27):X=Z(28):T=Z(31)
10340 RETURN
10350
10360 REM: CALCUL PROBABILISTIQUE FINAL
10370

```

```

10380 PRFIN=1
10390 FOR N=1 TO P(1)
10400 PRFIN=PRFIN+PRFIN(N)
10410 XFIN(N)=XFIN(N)-100+Z(1)
10420 YFIN(N)=YFIN(N)-100+Z(2)
10430 NEXT N
10440
10450 REM :DESIGN DE LE PISTE
10460
10470 D(20)=310/Z(4) : A(20)=620/Z(3)
10480 IF A(20)< D(20) THEN A=A(20): GOTO 10500
10490 A=D(20)
10500 FOR N=1 TO P(1)
10510 FOR J=1 TO 4
10520 H(N,J)=(R(N,J))*A
10530 NEXT J
10540 FOR J=1 TO 4
10550 I(N,J)=(S(N,J))*A
10560 NEXT J
10570 NEXT N
10580 GOTO 10660
10590 FOR I=1 TO P(1)
10600 FOR J=1 TO 4
10610 PRINT " ABSCISSE DU POINT A(";I;";";J;"): ",H(I,J)
10620 PRINT " ORDONNEE DU POINT A(";I;";";J;"): ",I(I,J)
10630 NEXT J
10640 REM
10650 NEXT I
10660 CLS
10670 SCREEN 9,4
10680 LOCATE 1,1
10690 FOR N=1 TO P(1)
10700 LINE (H(N,1),I(N,1))-(H(N,2),I(N,2))
10710 LINE (H(N,2),I(N,2))-(H(N,3),I(N,3))
10720 LINE (H(N,3),I(N,3))-(H(N,4),I(N,4))
10730 LINE (H(N,4),I(N,4))-(H(N,1),I(N,1))
10740 VIEW(10,10)-(620,320),,2
10750 IF GRAPH=1 THEN GOTO 10870
10760 HOLDR=3
10770 RAYF=1000*A
10780 LOCATE 1,1
10790 FOR X=1 TO J(N)
10800 RAY=1000*A
10810 CERCPX=B(N,X)*A:CERPXY=F(N,X):RAYF=RAY
10820 IF CERPY >=Z(4)*A THEN GOTO 10850 ELSE GOTO 10830
10830 IF CERPX >=Z(3)*A THEN GOTO 10850 ELSE GOTO 10840
10840 CIRCLE(CERPX,CERPXY),RAYF,4
10850 NEXT X
10860 IF GRAPH=2 THEN GOTO 10980
10870 A1=TAN(V2)
10880 A2=B0 - A0*TAN(V2)
10890 X1=305
10900 Y1=A1*X1 + A2
10910 IF (X1)>=10) AND (X1<=198) THEN GOTO 10970
10920 Y1=195 : X1=(Y1-A2)/A1
10930 IF (Y1<=198) AND (Y1)>=10) THEN GOTO 10970
10940 Y1=10 : X1=(Y1-A2)/A1
10950 IF (X1)>=10) AND (X1<=198) THEN GOTO 10970
10960 PRINT " PAS DE POINTS D'INTERSECTION "

```

```

10960 PRINT "                PAS DE POINTS D'INTERSECTION "
10970 LINE(A0,B0)-(X1,Y1)
10980 NEXT H
10990 FOR G=1 TO 2500:NEXT G
11000 IF GRAPH=1 GOTO 4260
11010 IF GRAPH=2 THEN SCREEN 0,0,1,1 :GOTO 7450
11020 '
11030 SCREEN 9,4
11040 COLOR 1,0
11050 DIM BOX(5000)
11060 B# = " IA=45;R9NF7D1NF6D1NF501NF4D1NF3D1NF2D1NF1NR30L3NR33D1NR34D1NR35D1NR3
6D1NR35D1NR34D1R3NR30NF6D1NR5D1NR4D1NR3D1NR2D1NR1L9"
11070 X=10:Y=120
11080 'VIEW SCREEN (10,10)-(630,200),0,2
11090 PSET(X+K+15,Y),3
11100 'DRAW" A3;R9NF7D1NF6D1NF501NF4D1NF3D1NF2D1NF1NR30L3NR33D1NR34D1NR35D1NR36D
1NR35D1NR34D1R3NR30NF6D1NR5D1NR4D1NR3D1NR2D1NR1L9"
11110 DRAW" A0;NR11F1NR11F1NR11F1NR11D1NR11D1NR11D1NR11D1NR11D1NR11D1NR11D1NR45D
1NR45G1NR47G1NR49D1NR50D1NR55D1NR57D1NR58G1NR61G1NR9G1NR9"
11120 GET (X+20,Y-20)-(X+90,Y+20),BOX
11130 PUT(20,100),BOX,XOR
11140 PUT(20,100),BOX,XOR
11150 FOR Y=19 TO 600 STEP 9
11160 PUT (X,Y),BOX,XOR
11170 PUT (X,Y),BOX,XOR
11180 Y=-(.288*X)+182.82
11190 NEXT X

```

Annexe

2

...

Illustration  
Banques de  
Données

8



## CANON 40 m/m BOFORS

### Valeurs balistiques:

- Cadence de tir 120 coups/mn
- Portée maxi 10 km
- Distance de prise à parti 150 mm

### Valeurs numériques:

- Poids total 2,970 t
- Vitesse initiale 85 m/s
- Vie du tube 1500 c
- Recul normal 0,188 à 0,210 mm
- Recul maxi 0,840 mm
- Capacité maxi d'alimentation 7 cartouches
- Longueur du tube 2,25 m
- Autonomie de fonctionnement du moteur 7 heures
- Longueur de la pièce en bli 2,30 m
- Hauteur en position de route 2,185 m
- Longueur en position de route 5,73 m
- Largeur en position de route 1,83 m
- Champ de tir vertical 5° à 90°
- Champ de tir horizontal 360°

## CANON 20 m/m MODELE F.2

### I Caractéristiques générales:

#### Destination:

Le canon 20 m/m modèle F.2 est une arme automatique collective lourde pouvant effectuer des tirs tendus coup par coup ou par rafales.

Muni d'un système à double alimentation, il est monté par affût ou véhicule.

#### Renseignements numériques:

- Calibre	20 m/m
- Poids sans berceau	70 kg
- Longueur totale	2,60 m
- Longueur du tube	1,97 m
- Poids du tube	23 kg
- Vitesse initiale:	
* obus explosifs	1050 m/s
* obus perforants	1300 m/s
- Cadence de tir	700 à 750 coups/mn
- Portée utile:	
* tir antichar	1000 m
* personnel à découvert	1200 m
* tir de neutralisation	2000 m
* tension de la trajectoire	0,90 m
- Hausse de combat	1000 m
- Pouvoir de perforation:	
* 20 m/m de blindage avec incidence 60°	
* 40 m/m de blindage avec incidence 0°	

## Références

Processus Stochastiques - L. Takas - Dunod

Probabilités Cours et problèmes - S. Lipschitz - Schaum

Probabilités Combinatoire et Statistique - P. Lauquet  
et A. Vogt

Calculus and Analytic geometry - George B. Thomas ,  
Jr . Alternate Editio

Science et Vie

Hors Série-Guerre et Armement - Publications S.A.

Hors Série-Aviation 1986 - Publications S.A.

Hors Série-Aviation 1987 - Publications S.A.

N° 932 -Janvier 1987

Tir Information - Section d'instruction et étude dy tir

B.A. 120 -33 Cazaux N° 1 à 7

International Defense revue

N° 1 - Vol 4

N° 2 - Vol 4

N° 2 - Vol 3

N° 2 - Vol 5

N° 1 - Vol 5

N° 6 - Vol 4

Encyclopédie des forces aériennes - Bordas

Instruction sur le tir de l'artillerie Sol-Air -Etat Major  
de l'Armée de terre

Règlement sur la lutte anti-aérienne des unités de toute  
arme.