

PILOTEZ UN AIRBUS®

Christian COLONGO
et
Jean-Henri LLAREUS

Collection dirigée par
Bernard LAUR

© 1984 VIFI INTERNATIONAL

■ AIRBUS est une marque déposée AIRBUS INDUSTRIE

PRÉSENTATION DU LOGICIEL

AIRBUS est un logiciel exceptionnel, à la fois simulateur, jeu et outil de vulgarisation. Reproduisant fidèlement le comportement en vol du fameux avion moyen-courrier, tout dans ce logiciel a été conçu pour que vous puissiez, au terme d'un "entraînement" progressif, décoller, réaliser un vol et atterrir.

Piloter un avion n'est pas chose aisée; pour réussir, il faut avant tout comprendre : un chapitre de ce manuel vous expose en termes clairs et concis, les principes fondamentaux de l'aérodynamique, de la mécanique du vol et du pilotage. Ce chapitre s'adresse bien sûr à tous, et présente de façon simplifiée les principales notions nécessaires; cependant, même si un certain nombre de phénomènes sont passés sous silence, ceux qui sont décrits constituent bien les principes de base qui régissent le vol d'un AIRBUS. La lecture de cette partie du manuel est absolument indispensable à l'utilisation du logiciel. En outre, afin de faciliter l'apprentissage du pilotage, les auteurs ont équipé cet AIRBUS d'un collimateur (lequel fait actuellement son apparition sur les avions de ligne) qui visualise sur la verrière du cockpit des repères guidant les manœuvres à effectuer.

Le chapitre "Utilisation du logiciel" vous donne toute l'information nécessaire pour vous entraîner sur le simulateur, et passer d'un niveau de difficulté à l'autre : apprentissage du décollage, de l'atterrissage, réalisation d'un vol complet, avec puis sans les trois pilotes automatiques et le collimateur... Vous pourrez ensuite jouer et essayer de battre le meilleur score réalisé.

Une "fiche technique" détaillée vous permet de faire connaissance avec l'avion grandeur nature, et présente les caractéristiques des différents modèles d'AIRBUS en service.

Enfin, le chapitre "Histoire d'un vol" vous raconte minute par minute comment se déroule un vol de ligne entre PARIS et ATHÈNES, décrivant le rôle de l'équipage et celui de l'infrastructure au sol.

Les auteurs, le directeur de collection et VIFI INTERNATIONAL remercient pour leur collaboration et leurs conseils, AIRBUS INDUSTRIE, la Compagnie AIR FRANCE, ainsi que les pilotes qui ont apporté leur concours aux tests de ce logiciel.

Et maintenant, à vous de jouer !

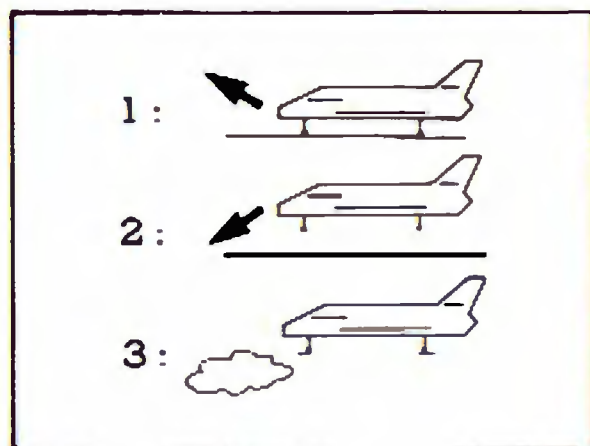
SOMMAIRE

	Page
1. UTILISATION DU LOGICIEL	
— Les différentes options et niveaux de jeu	6
— Les commandes	8
— Le cockpit	14
— Le décollage	17
— L'atterrissage	18
— Le vol	20
— Le score	23
2. AÉRODYNAMIQUE, MÉCANIQUE DU VOL ET PILOTAGE	
— Notions sur le mouvement d'un mobile	29
— Notions d'aérodynamiques	33
— Le vol en palier	37
— Le pilotage dans le plan vertical	39
— Le réglage de la manette des gaz	43
— Le pilotage dans le plan horizontal	47
— L'atterrissage	51
— Le poste de pilotage	60
3. FICHE TECHNIQUE AIRBUS	63
4. HISTOIRE D'UN VOL : AF600 - PARIS-ATHÈNES	67
5. GLOSSAIRE	91

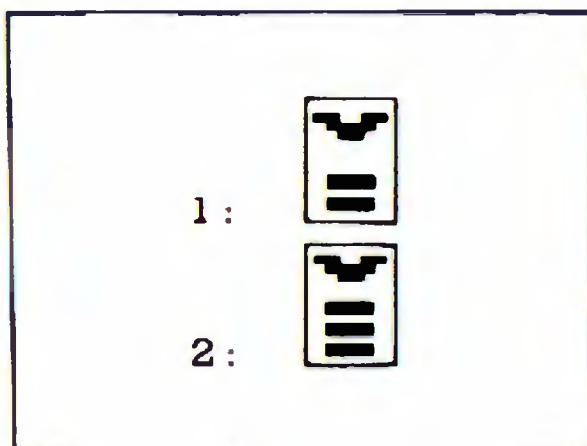
1. UTILISATION DU LOGICIEL

LES DIFFÉRENTES OPTIONS ET NIVEAUX DE DIFFICULTÉ

- Vous avez tout d'abord le choix entre trois options (écran 1) :
- **OPTION 1 : LE DÉCOLLAGE.** Vous vous trouvez en bout de piste, aligné, prêt à décoller ; vous allez devoir décoller et amener l'avion à une altitude de 500 mètres environ.
- **OPTION 2 : L'ATERRISSAGE.** Vous vous trouvez à environ 12 kilomètres du seuil de piste et à 350 mètres d'altitude ; vous devez atterrir.
- **OPTION 3 : LE VOL.** Vous allez devoir tracer vous-même votre trajet sur la carte de navigation qui apparaît à l'écran, les aéroports de départ et d'arrivée étant fixes. Puis vous réaliserez un vol complet d'une vingtaine de minutes.



Ecran 1



Ecran 2

● Vous devez ensuite indiquer le niveau de difficulté retenu (écran 2), en fonction de votre expérience. Ceci vous permet de choisir une plus ou moins grande efficacité des commandes : sur le niveau 1, les possibilités de braquage des gouvernes ont été limitées afin d'éviter au pilote inexpérimenté de placer son avion dans des configurations de vol difficiles à rétablir. Sur le niveau 2, le braquage complet des gouvernes est autorisé et l'avion répond plus vite aux sollicitations ; en contrepartie, il doit être piloté avec plus de "doigté".

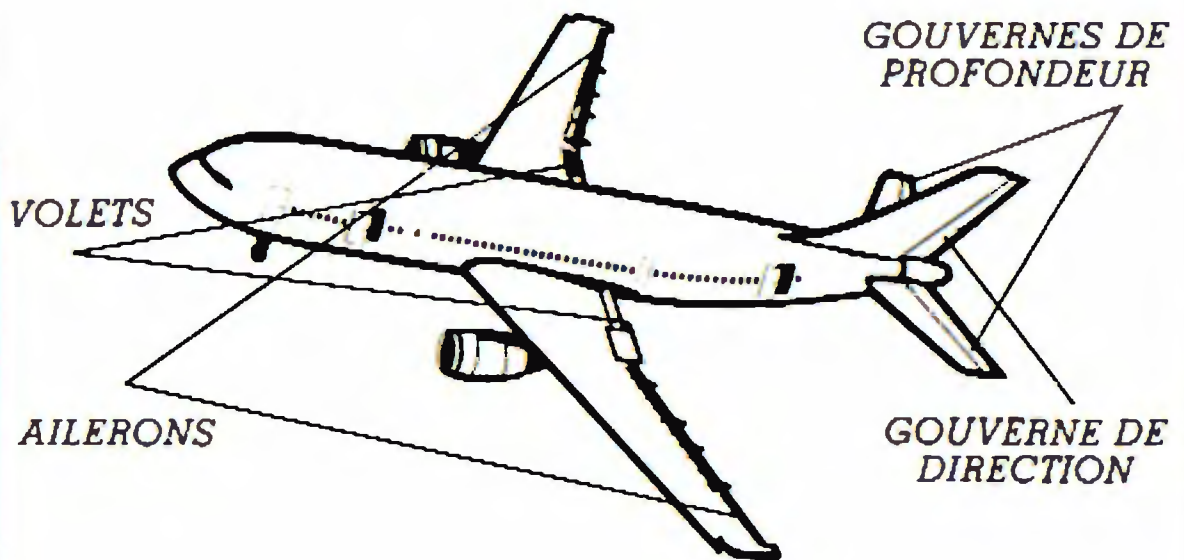
En outre, lorsque l'on a choisi au préalable l'option 2 (atterrissage), le niveau 1 de difficulté place l'avion aligné dans l'axe de piste, alors que le niveau 2 le situe dans l'axe de piste, mais faisant route suivant un cap quelconque ; il convient donc, dans ce cas, de commencer par aligner l'avion, au cap 90.

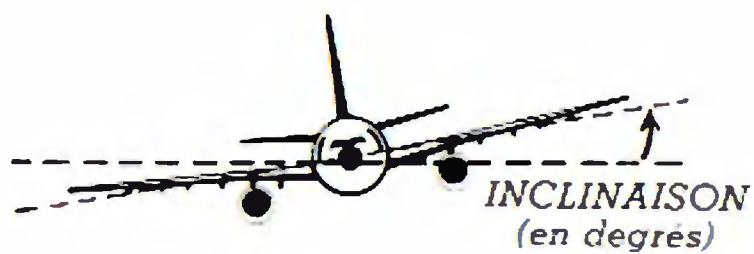
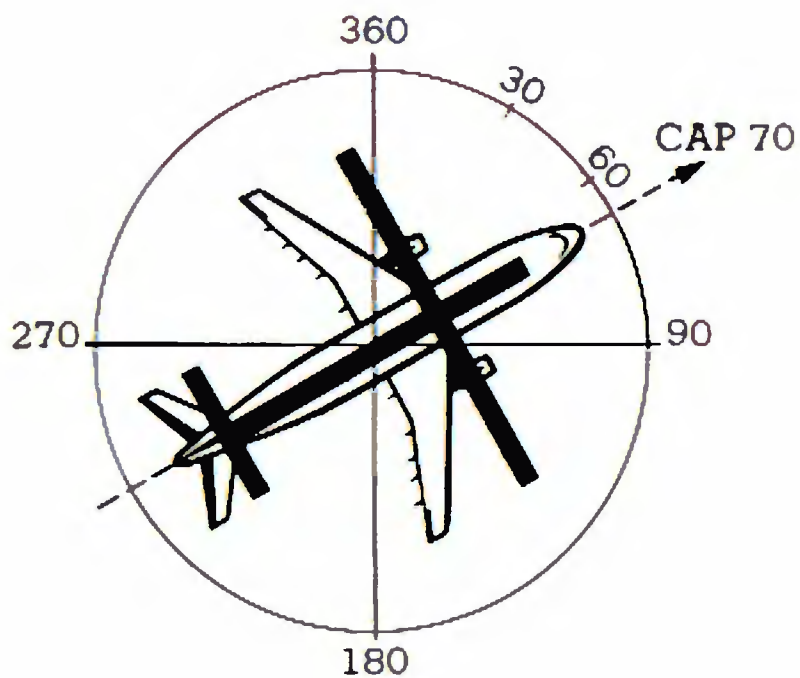
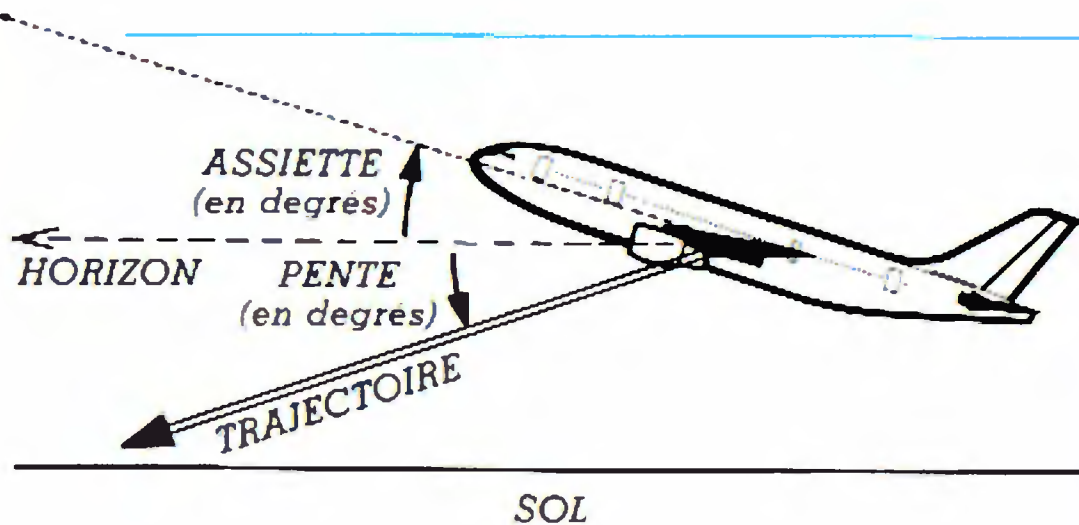
● Enfin, dans tous les cas, au moment de l'affichage du cockpit sur l'écran, vous pouvez choisir de supprimer toutes les aides visuelles au pilotage (collimateur), si vous pensez avoir acquis suffisamment de maîtrise du pilotage. Pour cela, appuyez sur la touche **H**. En cours de vol, toute action sur cette même touche **H** fera réapparaître ou disparaître les aides au pilotage.

LES COMMANDES

Le pilotage de l'avion est réalisé par l'intermédiaire des manettes de jeu et de certaines touches du clavier de votre micro-ordinateur.

MEMO DES TERMES USUELS EMPLOYÉS

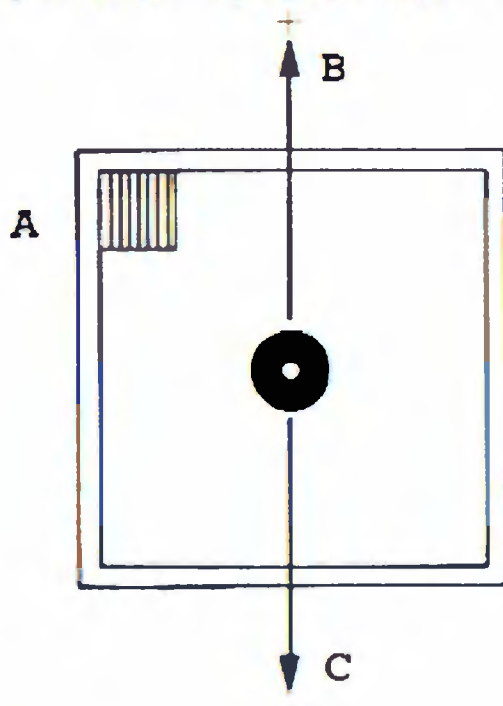




LES MANETTES DE JEU

La manette de gauche commande la puissance des réacteurs, son bouton-poussoir le freinage; la manette de droite fait office de levier de commande (aussi appelé "manche"), son bouton-poussoir actionne le TRIM (vous reporter au chapitre "Aérodynamique, mécanique du vol et pilotage" pour l'explication des termes employés et de la bonne utilisation des commandes).

● MANETTE DE GAUCHE : RÉACTEURS + FREINS



A) POUSSOIR APPUYÉ – FREINAGE

(pas d'action en vol si la puissance des réacteurs n'a pas été réduite au minimum).

☐ Sur l'écran le voyant ☒ s'allume.

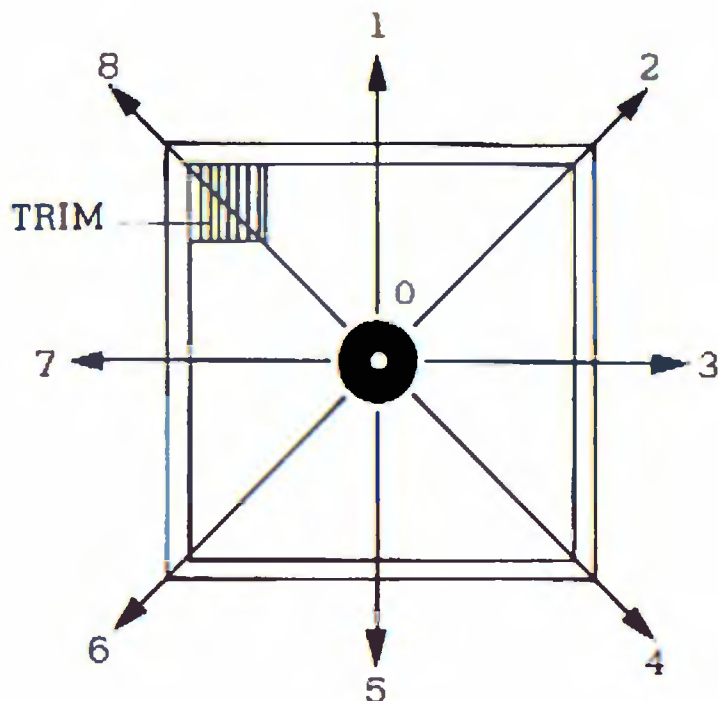
B) LEVIER POUSSÉ = LA PUISSANCE DES RÉACTEURS AUGMENTE

☐ Le niveau de puissance des réacteurs est visualisé sur la gauche de l'écran par l'échelle graduée (**TR**) et l'aiguille de couleur bleue :

- maximum en haut, (repère rouge);
- gaz coupés en bas (repère vert).

C) LEVIER TIRÉ = LA PUISSANCE DES RÉACTEURS DIMINUE

● MANETTE DE DROITE = MANCHE + TRIM



LEVIER DE COMMANDE (MANCHE)

A 8 POSITIONS :

- 0 = Commandes au neutre, pas d'action.
- 1 = Manche en avant, l'avion pique.
- 3 = Manche à droite, mise en virage à droite.
- 5 = Manche en arrière, l'avion cabre.
- 7 = Manche à gauche, mise en virage à gauche.
- 2, 4, 6, 8 = Actions combinées, par exemple :
 $4 = 3 + 5$

En maintenant le bouton-poussoir appuyé, on peut modifier le réglage du TRIM avec le levier de commande :

- Levier en 1 = TRIM en piqué;
- Levier en 5 = TRIM en cabré.

La position du TRIM est visualisée sur la droite de l'écran par l'échelle graduée (↑) et l'aiguille de couleur rouge; la position repérée en rouge est celle du TRIM au décollage.

REMARQUE IMPORTANTE : En cas de CRASH, le bouton-poussoir de cette manette permet de revenir à la page d'en-tête d'AIRBUS, et de relancer le logiciel. On peut également utiliser la touche STOP.

LE CLAVIER

Les touches suivantes sont utilisées :

1 SÉLECTION DU PILOTE-AUTOMATIQUE 1 "VITESSE" : **LE VOYANT S'ALLUME.**

Ce pilote-automatique maintient constante la vitesse qu'à l'avion au moment de sa mise en service par une action automatique sur la poussée des réacteurs quelles que soient les manœuvres réalisées.

2 SÉLECTION DU PILOTE-AUTOMATIQUE 2 "CAP" : **LE VOYANT S'ALLUME.**

Par une action appropriée sur les gouvernes, ce pilote-automatique ramène les ailes à l'horizontale et maintient le cap affiché lors de sa mise en service.

3 SÉLECTION DU PILOTE-AUTOMATIQUE 3 "ALTITUDE" : **LE VOYANT S'ALLUME.**

Par une action appropriée sur les gouvernes, ce pilote-automatique maintient l'altitude affichée lors de sa mise en service.

► Les pilotes-automatiques sont coupés dans les cas suivants : panne de carburant, avion au sol, et si, à un moment donné, la correction nécessitée est trop importante et implique un retour au pilotage manuel. La sortie des volets coupe le pilote-automatique 3 si celui-ci est en service. Tout arrêt de pilote-automatique est signalée au pilote par un "bip" de tonalité grave.

4 SORTIE/RENTÉE DES VOLETS : **le voyant s'allume/s'éteint.**

5 SORTIE/RENTÉE DU TRAIN D'ATERRISSAGE : **le voyant s'allume/s'éteint.**

H SUPPRESSION DES AIDES AU PILOTAGE
(collimateur).

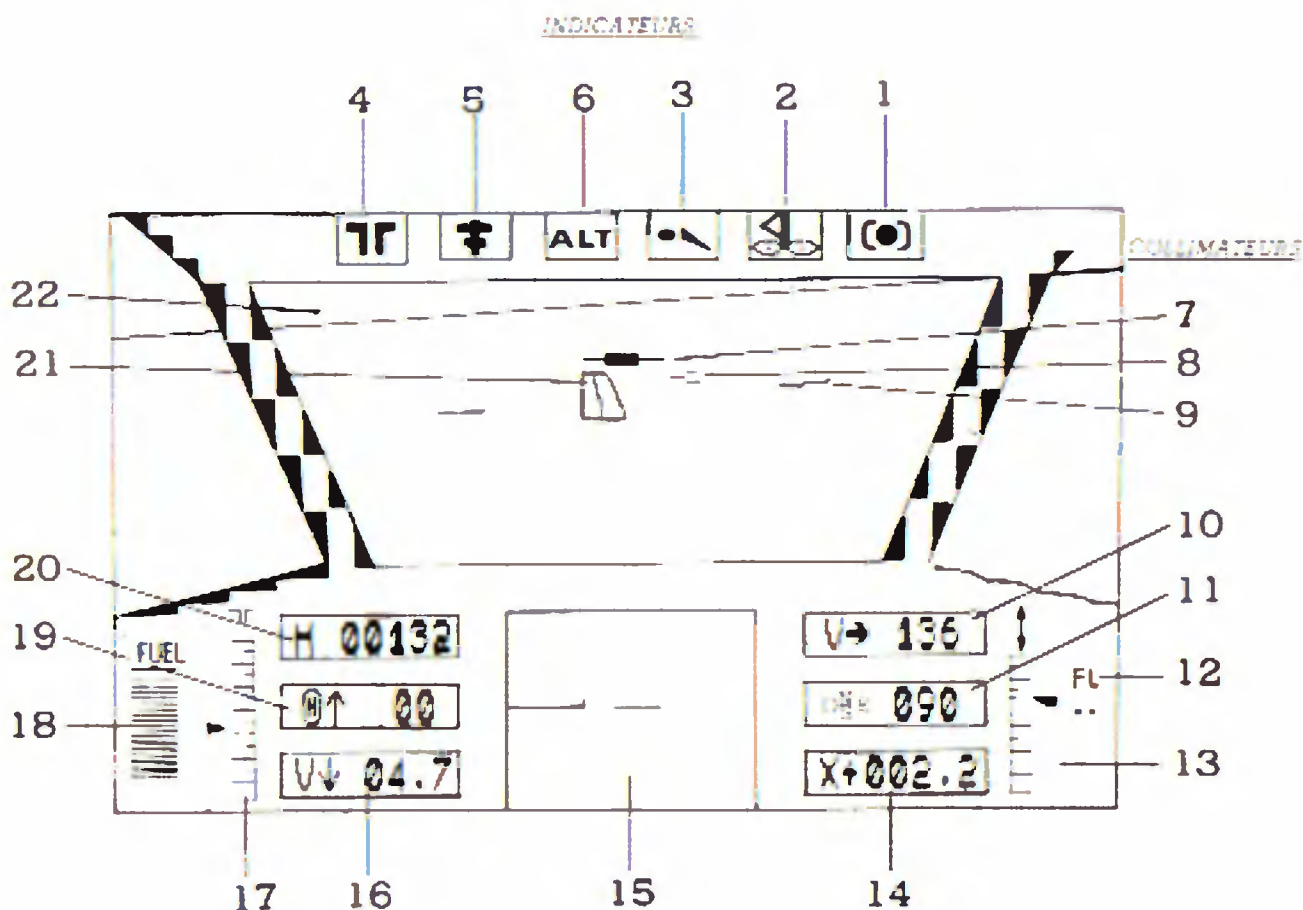
Z PASSAGE EN MODE ZOOM SUR LA CARTE DE NAVIGATION.
(Voir ci-après "LE VOL").

STOP ARRÊT DU JEU.

RECOMMANDATIONS : Un avion se pilote "en souplesse". Agissez sur les commandes avec douceur et attachez-vous à bien maîtriser le temps de réponse et l'inertie de l'avion dans la réalisation des commandes que vous lui donnez. Dans la majorité des cas, vous avez tout votre temps : évitez de prendre des inclinaisons et des pentes trop importantes sous prétexte de rattraper un cap ou une altitude au plus vite ; presque toujours, cette action trop importante déséquilibrera les autres paramètres du vol et le remède sera pire que le mal !

LE COCKPIT

Sur la planche de bord, les cadrans ont été remplacés par des afficheurs numériques afin d'en permettre la lecture rapide (ce qui correspond d'ailleurs à la tendance actuelle sur les avions de ligne modernes).



- 1 FREINS
- 2 TRAIN D'ATERRISSAGE
- 3 VOILETS
- PILOTES AUTOMATIQUES :
- 4 VITESSES
- 5 CAP
- 6 ALTITUDE
- 7 REPERE DE TRAJECTOIRE
- 8 REPERE D'ENERGIE
- 9 REPÈRES DE PENTE
- 10 VITESSE (en nœuds)
(1 nœud = 1,8 km/h)
- 11 CAP (en degré)
- 12 NIVEAU DE VOL (Flight Level)
Après sélection de l'option 3 (VOL),
rappelle l'altitude à laquelle
vous devez vous maintenir
(ALT. = 5500 mètres).
- 13 POSITION DU TRIM.
- 14 DISTANCES (en kilomètres)
— A l'atterrissage, distance de
l'avion au seuil de piste (signe +).
- Au décollage : pendant le rou-
lage, distance de l'avion à la
fin de piste (longueur de piste
restant pour décoller) puis, après
le décollage, et durant le vol, la
distance affichée n'est plus signi-
ficative, sauf lorsque l'indicateur
passe à zéro, ce qui indique le
passage de l'avion au-dessus
d'une balise. Cette distance rede-
vient significative à partir de la
dernière balise avant la piste
d'atterrissage.
- 15 CARTE DE NAVIGATION
- 16 VITESSE VERTICALE
(en mètres par seconde)
- En montée ↑
- En descente ↓
- 17 PUISSANCE DES RÉACTEURS
- 18 NIVEAU DE CARBURANT
- 19 ASSIETTE (en degrés)
- Cabré ↑
- Piqué ↓
- 20 ALTITUDE (en mètres)
- 21 PISTE D'ATERRISSAGE
- 22 HORIZON

LES ALARMES

Des bips sonores se font entendre dès que le pilote a omis une action, (sortie de train d'atterrissage par exemple), dès que un ou plusieurs des paramètres de vol s'écartent des valeurs couramment admises (vitesse ou pente trop élevée, ...) ou lorsque l'avion s'écarte de la route retenue.

Afin de faciliter l'apprentissage du pilotage, les alarmes sonores sont accompagnées d'alarmes visuelles qui indiquent au pilote sur quel(s) paramètre(s) il doit agir pour annuler l'alarme et revenir à une situation normale :

- Lorsque l'alarme porte sur un des paramètres affichés sur la planche de bord (altitude, cap, vitesse verticale, ...), celui-ci apparaît sur fond rouge (au lieu du fond bleu clair habituel).
- Lorsque l'alarme porte sur un des indicateurs situés en haut du cockpit (volets, train d'atterrissage, ...), l'indicateur est souligné d'un trait rouge.

LE DÉCOLLAGE



Vous avez sélectionné l'option 1.

● **POSITION DE DÉPART** : début de piste, aligné, puissance réacteurs réduite, volets rentrés.

● **MANŒUVRES** :

- Sortir les volets, régler le TRIM (le positionner sur le repère rouge).
- Pousser la puissance des réacteurs au maximum.
- Contrôler le roulage et maintenir l'avion dans l'axe de piste.
- A 110 nœuds, tirer le manche en arrière, l'avion se met en rotation (il lève le nez).
- A 125 nœuds, il décolle.
- Rentrer le train d'atterrissage.
- Maintenir le variomètre assez faible (12 à 14 mètres par seconde) et l'avion en accélération en agissant "à piquer" sur le manche et sur le TRIM.
- Rentrer les volets vers 200 mètres d'altitude.

MEMO DÉCOLLAGE

VOLETS SORTIS

TRIM EN POSITION DÉCOLLAGE

VITESSE DE ROTATION : 110 NŒUDS

VITESSE DE DÉCOLLAGE : 125 NŒUDS

VITESSE VERTICALE : ENTRE 12 ET 17 MÈTRES PAR SECONDE

PISTE ORIENTÉE AU CAP 90.

L'ATERRISSAGE



Vous avez sélectionné l'option 2.

● **POSITION DE DÉPART** : A 12 kilomètres du seuil de piste, 350 mètres d'altitude, et à une vitesse de 190 nœuds environ. Suivant le niveau de difficulté choisi, l'avion est aligné dans l'axe de la piste (niveau 1), ou non aligné (niveau 2). Vous allez donc devoir réaliser les manœuvres d'approche et d'atterrissage.

● MANŒUVRES :

- Maintenir l'avion en palier jusqu'à l'interception de l'axe de descente.
- Dans le cas où l'avion n'est pas dans l'axe de piste (niveau 2), effectuer les manœuvres de retour dans l'axe de piste.
- Au cours de ce palier, sortir les volets et le train d'atterrissage, puis réduire la vitesse en agissant sur la puissance des réacteurs et sur le manche jusqu'à la vitesse d'approche de 135 nœuds.
- A l'interception du plan de descente (voir le chapitre "Aérodynamique, mécanique du vol et pilotage" pour plus de détails à ce sujet), commencer la descente en agissant sur le manche et la puissance des réacteurs. Utiliser le collimateur et si nécessaire les pilotes automatiques.
- A 6 kilomètres du seuil de piste, vous devez être en configuration d'atterrissage (train et volets sortis, vitesse réduite).
- A 25 mètres d'altitude, réduire complètement la puissance des réacteurs et diminuer la pente de descente avant l'impact (manœuvre d'arrondi).
- Au sol, freiner et maintenir l'avion dans l'axe de piste.

MEMO ATTERRISSAGE

VOLETS SORTIS

TRAIN D'ATTERRISSAGE SORTI

VITESSE D'ATTERRISSAGE : 135 NŒUDS

VITESSE VERTICALE EN DESCENTE : ENTRE 2 ET 6 MÈTRES PAR SECONDE

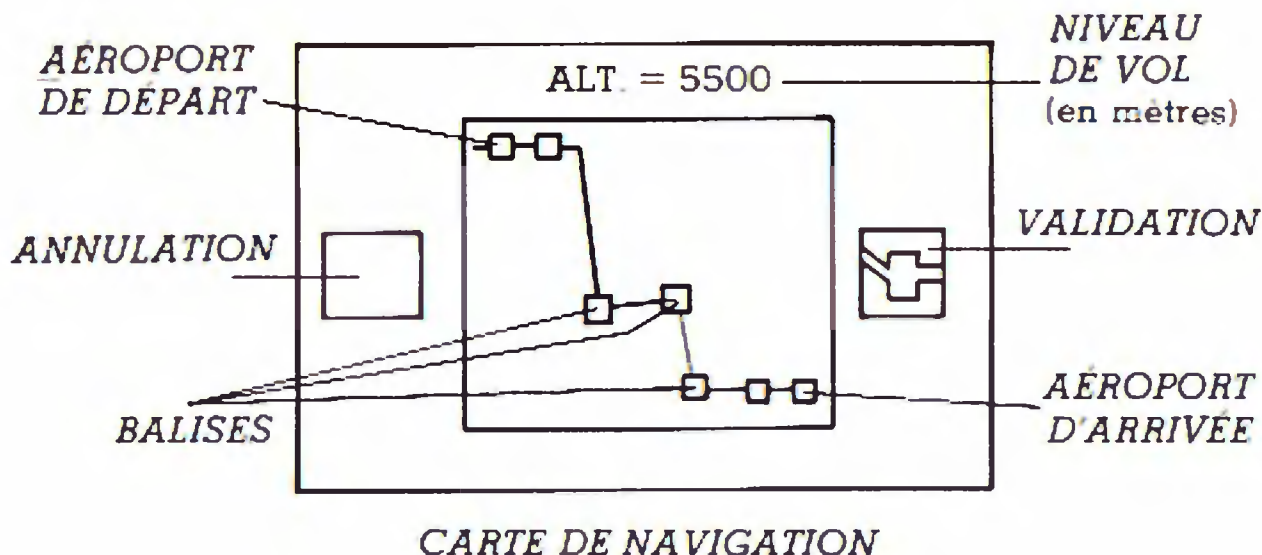
VITESSE VERTICALE A L'IMPACT : INFÉRIEURE A 3,5 MÈTRES PAR SECONDE

PISTE ORIENTÉE AU CAP 90.



Vous avez sélectionné l'option 3.

● L'écran ci-dessous apparaît et vous propose un trajet pré-défini entre les aéroports de départ et d'arrivée, ainsi qu'un niveau de vol (ALT. =) que vous devrez vous efforcer de respecter durant tout le trajet (ici 5500 mètres). Si ce trajet vous convient, validez-le en désignant la case de droite à l'aide du crayon optique ou en frappant sur la touche **ACC**. Si vous désirez créer un nouveau parcours, désignez la case de gauche avec le crayon optique; dans ce cas, la carte de navigation s'efface à l'exception des aéroports de départ et d'arrivée; vous pouvez alors, à l'aide du crayon optique, tracer un trajet inédit en désignant les balises successives (points de passage) jusqu'à l'aéroport d'arrivée. (Notez que l'on ne peut revenir en arrière lors du tracé). Validez avec le crayon optique ou la touche **ACC**.



● Le cockpit réapparaît alors avec la nouvelle carte de navigation ; le niveau de vol vous est rappelé sur la droite de l'écran (FL). L'avion est prêt au décollage. La durée totale du vol sera d'environ 20 à 30 minutes. Vous devez rallier l'aéroport d'arrivée en suivant au plus près le trajet prévu. Dans ce but, vous pouvez avoir recours au ZOOM (frapper la touche **Z**), qui vous fournira une carte de navigation, plus réduite, mais agrandie et plus précise. Toute action sur la touche **Z** fait passer de la carte normale à la carte-zoom et inversement.

● MANŒUVRES :

- Au décollage et à l'atterrissage, les manœuvres sont identiques à celles qui ont été décrites dans les paragraphes précédents.
- En vol, votre vitesse de croisière sera celle correspondant à la puissance maximale des réacteurs (entre 400 et 500 nœuds).
- Avant le décollage, étudiez votre carte de navigation et déterminez au mieux le(s) cap(s) que vous allez devoir suivre afin de tenir la route prévue, de balise en balise. Faites-le avant de décoller car après, vous serez trop occupé.
- Après la phase de décollage, rejoignez votre cap et votre niveau de vol en respectant une vitesse verticale de montée la plus forte possible à la puissance maximale des réacteurs.
- En vol, lorsque tous les paramètres du vol sont corrects, n'hésitez pas à utiliser les pilotes automatiques.
- N'oubliez pas que pour réaliser un atterrissage parfait, il faut le préparer longtemps à l'avance ; l'option 2 (Atterrissage) ne vous entraîne qu'à la phase ultime de l'atterrissage : l'approche. Celle-ci doit être précédée d'une longue phase de descente qui amènera l'appareil de son altitude de croisière à celle d'approche (300 à 400 mètres environ). Prévoyez donc de commencer votre descente à environ 100 kilomètres de l'aéroport d'arrivée.

● REMARQUE : Les deux pistes de départ et d'arrivée sont orientées AU CAP 90.

LES CAUSES DE "CRASH"

Le logiciel s'arrête chaque fois que vous faites une erreur grave ou que votre pilotage entraîne un dépassement trop important des paramètres normaux du vol. La cause de l'arrêt s'affiche sous forme d'un numéro apparaissant à l'écran à droite du pictogramme de freinage.

- 0 - Vous avez appuyé sur la touche **STOP**
- 1 - Train non sorti à l'atterrissage (ou tentative de rentrée de train avant décollage).
- 2 - Avion posé en dehors de la piste.
- 3 - Inclinaison trop forte à l'atterrissage (elle doit être inférieure à 6 degrés).
- 4 - Vitesse trop importante lors de l'impact (elle doit être inférieure à 3,5 mètres par seconde).
- 5 - Inclinaison en vol trop importante (elle doit être inférieure à 60 degrés).
- 6 - Assiette longitudinale trop importante (elle doit être comprise entre $- 32$ et $+ 32$ degrés).
- 7 - Vitesse au sol trop importante lors du décollage (elle doit être inférieure à 175 nœuds).

Dans tous les cas ci-dessus, pour relancer le logiciel, appuyer soit sur le bouton de TRIM, soit sur la touche **STOP**

Au début de chaque simulation, vous disposez d'un capital de 100.000 points. Durant la simulation, le logiciel contrôle en permanence tous les paramètres du vol, les compare à ce qu'ils devraient être au cours d'un vol idéal, et tout en tolérant des dépassements, décrémente votre capital-points lorsque le dépassement est trop important. Au terme de chaque simulation, et si le score réalisé est meilleur que l'un des 5 meilleurs scores enregistrés, le programme affiche l'écran de score ci-dessous et demande les initiales du pilote; frappez ces initiales puis la touche **ENTRÉE**; le score apparaît alors. On revient ensuite à l'écran de choix des niveaux en appuyant sur n'importe quelle touche.

1. J M R	9 9 1 2 4
2. . . .	☐ ☐ ☐ ☐ ☐
3. . . .	☐ ☐ ☐ ☐ ☐
4. . . .	☐ ☐ ☐ ☐ ☐
5. . . .	☐ ☐ ☐ ☐ ☐
. . .	?

La gestion du score est réalisée de la façon suivante :

Au décollage :

- Le score tient compte de la longueur de piste utilisée : plus elle est courte, plus le score est élevé. Pour un décollage en dehors de la piste, la pénalité est de 5.000 points.
- Le train d'atterrissage doit être rentré dans les 3 secondes qui suivent le décollage; au-delà, toutes les secondes, le logiciel enlève 100, puis 200, puis 400 points avec un maximum de 3.100 points.
- A partir de 128 mètres d'altitude, la vitesse verticale doit être comprise entre 12 et 17 mètres par seconde; le décompte des pénalités est effectué comme pour le train d'atterrissage.
- A partir de 256 mètres d'altitude, les volets doivent être rentrés; les pénalités sont décomptées comme celles du train d'atterrissage.
- La gestion du score et la simulation s'arrêtent à 512 mètres d'altitude (dans le cas de l'option 1).

- Toutes les pénalités ci-dessus se cumulent. Elles peuvent atteindre un maximum de 9.300 points par seconde.

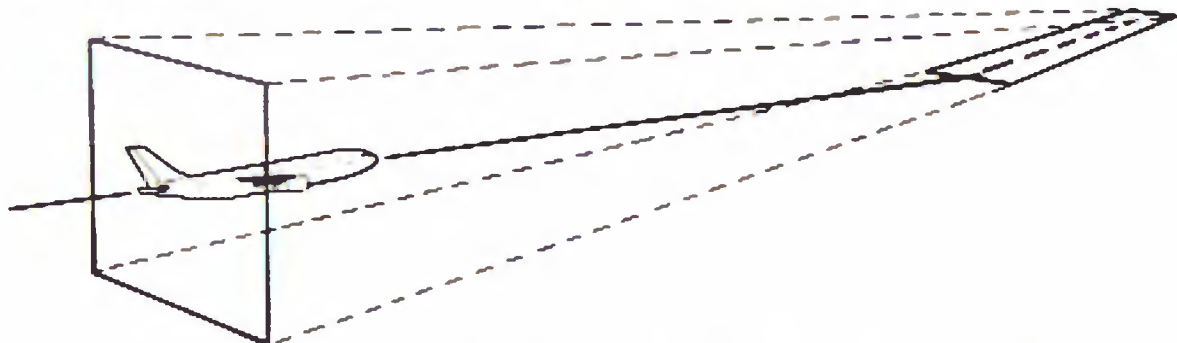
En vol :

- Tout écart de trajectoire supérieur à 1,3 kilomètre est pénalisé. Toutes les secondes, le logiciel enlève 1, puis 2, 4, 8 points, avec un maximum de 256 points.

A l'atterrissage :

- Avant d'atteindre une distance de 6 kilomètres du seuil de piste, le pilote doit avoir amené l'avion dans l'axe de piste, sorti le train d'atterrissage et les volets, et réduit sa vitesse entre 130 et 140 nœuds.

- Durant toute l'approche, l'avion doit se situer en permanence dans un corridor pyramidal faisant un angle de 0,5 degré de chaque côté de la trajectoire idéale dans le plan horizontal et de environ un degré en-dessous de la trajectoire et de deux degrés en-dessus dans le plan vertical. Toute sortie de ce corridor est pénalisée.



- La gestion du score est identique à celle décrite pour le décollage. Les différents paramètres ci-dessus n'influencent plus sur le score à partir de 24 mètres d'altitude.

- Lors de l'impact, si la vitesse verticale est supérieure à 0,5 mètre par seconde, le score est pénalisé de 0 à 3.584 points ; si la vitesse verticale est inférieure à 0,5 mètre par seconde, le score prend en compte un gain de 512 à 1.024 points.

- Lors du roulage, une sortie de piste est cause de crash.

- Lors de l'arrêt, le score est ajusté en fonction de l'écart de position de l'avion par rapport à l'axe de piste (pénalisation sauf si l'avion est dans l'axe), et de la longueur de piste restante (gain jusqu'à 600 points et perte jusqu'à 2.400 points).

Dans certaines phases de vol (décollage et atterrissage), l'utilisation des pilotes automatiques est également pénalisée, à raison de 10 points de pénalité par seconde d'utilisation.

2. AÉRODYNAMIQUE, MÉCANIQUE DU VOL ET PILOTAGE.

AVANT-PROPOS

Ce chapitre s'adresse essentiellement aux débutants et présente donc d'une manière très simplifiée le pilotage de l'avion.

Il faut noter que si un certain nombre de phénomènes (oscillations dynamiques, effets secondaires, etc.) sont passés sous silence, ceux qui sont décrits constituent bien les principes de base qui régissent au premier degré les mouvements de l'avion et son pilotage.

Il est fait appel par ailleurs aux notions de repères de trajectoire et d'énergie qui, s'ils ne sont pas utilisés encore sur tous les avions, facilitent grandement la compréhension de leur pilotage.

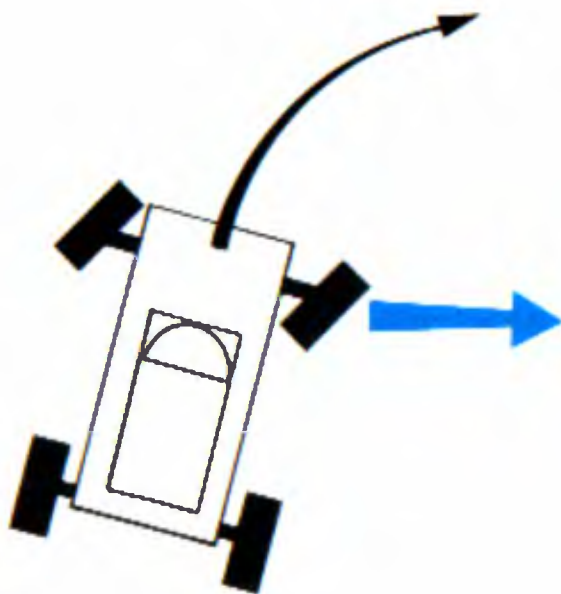
INTRODUCTION

Tango Charlie... autorisé à vous aligner... décollage sur la piste 33... vent du 260, 10 nœuds...

Vous voici promu commandant de bord, assis aux commandes d'un AIRBUS, aligné en début de piste et prêt à lâcher les freins avant le décollage. Mais avant de vous confier les quelques 300 passagers qui sont derrière vous dans la cabine, sans doute est-il nécessaire de vous apporter le minimum de connaissances requises pour piloter l'avion que vous avez entre les mains.

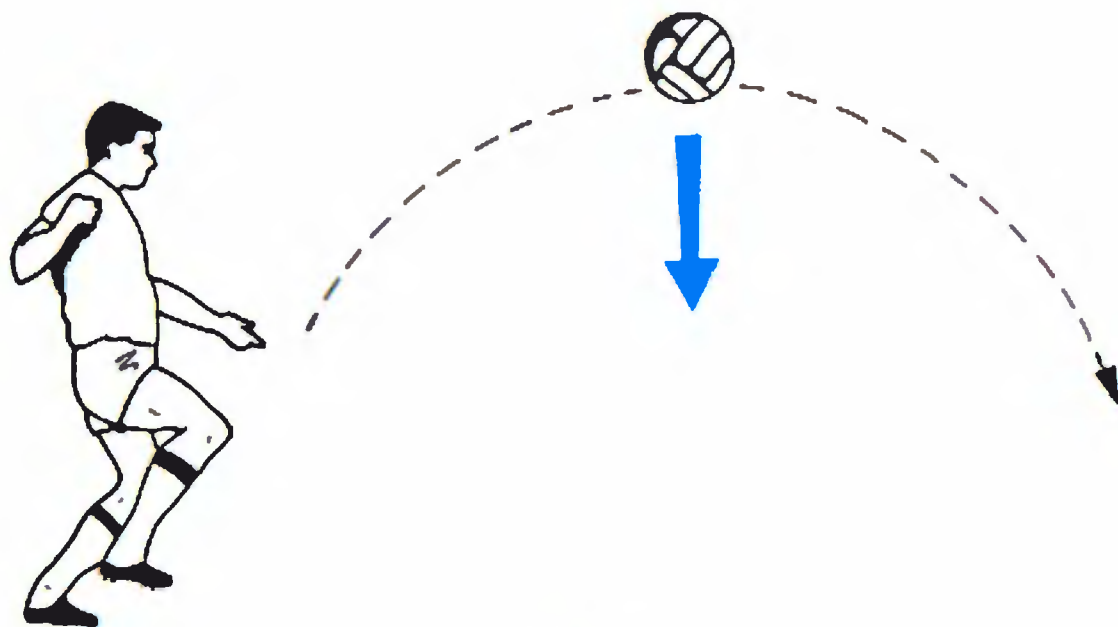
L'AIRBUS est un moyen de transport. Le rôle essentiel d'un avion consiste à transporter les passagers d'un aéroport à l'autre. Il doit être capable de rallier deux points de la surface de la Terre : c'est ce que l'on appelle la NAVIGATION. Contrairement aux autres moyens de transport terrestres ou maritimes, un avion doit aussi se mouvoir dans la troisième dimension et tenir compte de l'altitude. On peut donc parler de PILOTAGE : pilotage de l'avion dans le plan horizontal qui permet la NAVIGATION et de pilotage dans le plan vertical qui permet les variations d'altitude.

L'AUTOMOBILE ET LE BALLON...



La réaction du sol sur les pneus braqués incurve la trajectoire de l'automobile...

... comme le fait la pesanteur sur la trajectoire du ballon.



I - QUELQUES NOTIONS SUR LE MOUVEMENT D'UN MOBILE

Examinons, en premier lieu, un exemple pour illustrer l'une des lois fondamentales de la physique.

Après sa mise en vitesse par un coup de queue, la boule de billard se déplace en ligne droite sur le tapis (sauf, bien entendu, si elle rencontre un bande du billard). Sa vitesse de déplacement serait constante si aucune force de frottement ne s'exerçait entre la boule et le tapis. C'est cette force de frottement qui diminue la vitesse de la boule et finit par l'annuler : la boule s'arrête.

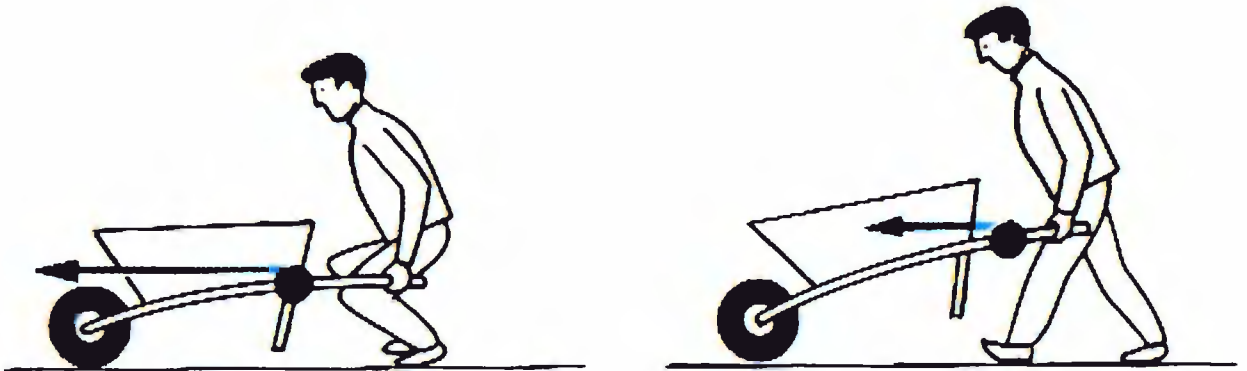
La loi s'énonce ainsi : si un mobile n'est soumis à aucune force, il est animé d'un mouvement rectiligne (en ligne droite) à vitesse constante, celle existante au début du mouvement.

Piloter un objet mobile, c'est être capable de le diriger, c'est-à-dire de modifier sa trajectoire, mais également de contrôler sa vitesse, de l'accélérer ou de la décélérer.

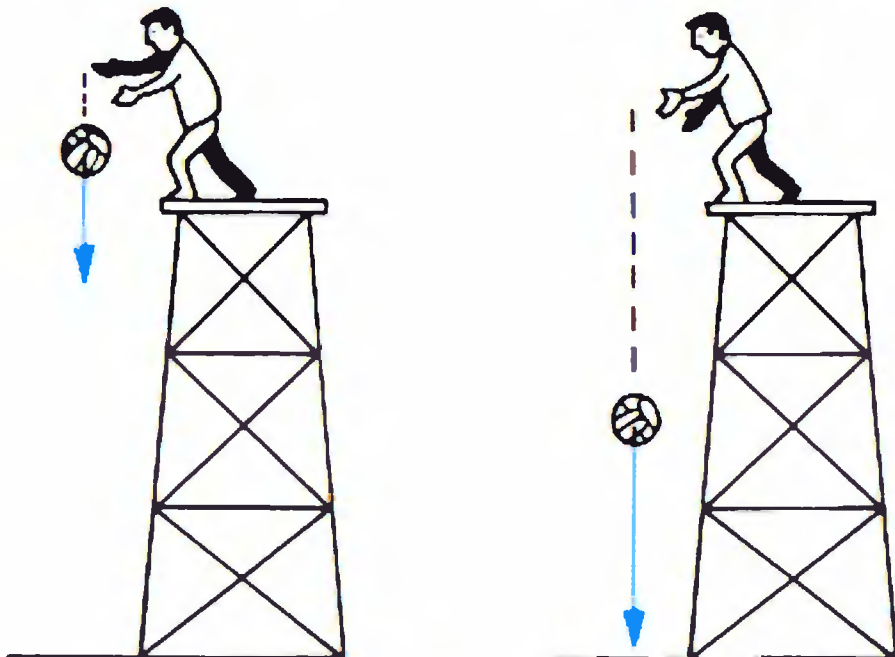
La modification de trajectoire s'obtient en créant une force "en travers" de cette trajectoire : le mobile "vire" dans le sens où s'exerce la force. C'est ce qui est réalisé tous les jours en pilotant une automobile : en braquant les roues, vers la droite, par exemple, une force de réaction du sol sur les pneus est créée, cette force fait virer l'automobile vers la droite. De même, un ballon botté suit une trajectoire courbe dans le plan vertical, sous l'action de la force de pesanteur.

LA BROUETTE ET LE BALLON...

*La mise en mouvement de la brouette nécessite un effort intense...
... mais le maintien du mouvement est beaucoup plus aisé.*



Le ballon lâché du portique accélère avant de toucher le sol.



La modification de vitesse s'obtient en créant une force qui doit s'exercer, cette fois, dans le sens de la trajectoire. Chacun de nous peut évaluer l'effort nécessaire à la mise en mouvement d'une brouette chargée afin de passer d'une vitesse nulle à la vitesse de la marche. Une fois cette vitesse acquise, l'effort requis devient bien plus faible. De même, si un ballon est lâché du haut d'un portique, la pesanteur agit, cette fois, dans le sens du mouvement et sa vitesse augmente uniformément jusqu'au contact du sol.

Pour résumer ce qui vient d'être dit, la trajectoire d'un mobile peut être contrôlée en créant une force "en travers" dans le sens de la modification de trajectoire, les variations de vitesse étant obtenues par l'application de forces dans le sens de la trajectoire.

Mais revenons au sujet qui nous intéresse, c'est-à-dire l'avion. A quels efforts est-il soumis ? Outre la force de pesanteur, que nous ne sommes pas prêts de contrôler, vont s'exercer sur lui la force de poussée des réacteurs ainsi que les efforts aérodynamiques sur lesquels le pilote peut agir à son gré, ou presque, par l'intermédiaire des commandes de vol.

Mais avant d'aborder le pilotage, il est indispensable de comprendre ce qui se cache derrière ce terme d'AERODYNAMIQUE.

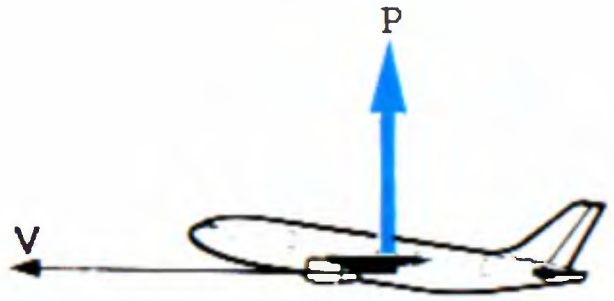
LA PORTANCE AERODYNAMIQUE

La portance varie avec la vitesse...

Faible vitesse

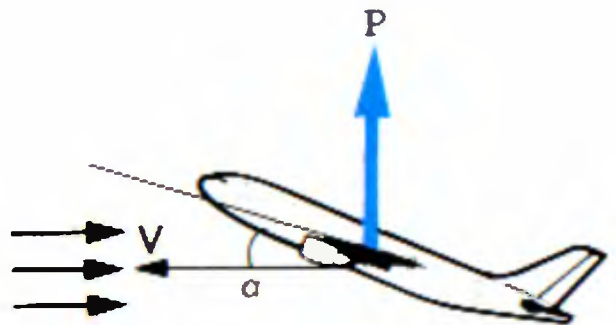
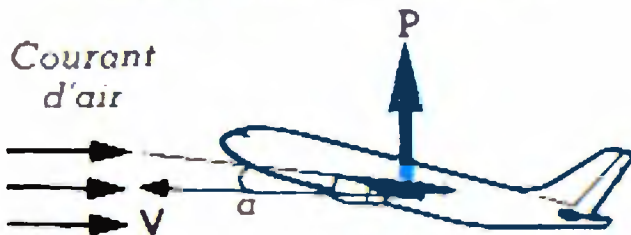


Grande vitesse



... et avec l'angle d'attaque.

Courant d'air



P = Portance

V = Vitesse

α = Angle d'attaque

II - QUELQUES NOTIONS D'AÉRODYNAMIQUES

Il suffit, pour se rendre compte de l'existence des efforts aérodynamiques, de passer la main par la portière d'une voiture en mouvement. Une force est créée par l'air en mouvement sur un objet : c'est une force aérodynamique.

C'est la même force qui agit sur l'avion équipé d'une voilure (les ailes) dont la forme a été étudiée pour que l'effort aérodynamique qui agit sur elle soit maximum. Cette force s'appelle la PORTANCE et est utilisée pour modifier la trajectoire de l'avion.

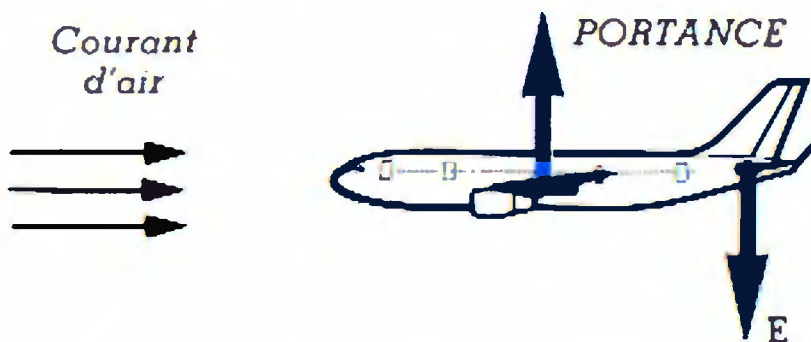
La portance dépend de deux facteurs principaux. Elle varie, d'une part, avec la vitesse de l'avion et, d'autre part, avec l'angle d'attaque de la voilure par l'écoulement de l'air.

Ces deux effets peuvent être matérialisés simplement en reprenant l'expérience décrite ci-dessus : la force aérodynamique qui s'exerce sur la main passée par la portière d'une voiture en mouvement, varie, d'une part, avec la vitesse du véhicule, par exemple à 60 km/h en ville et 130 km/h sur autoroute, et d'autre part avec l'inclinaison de la main.

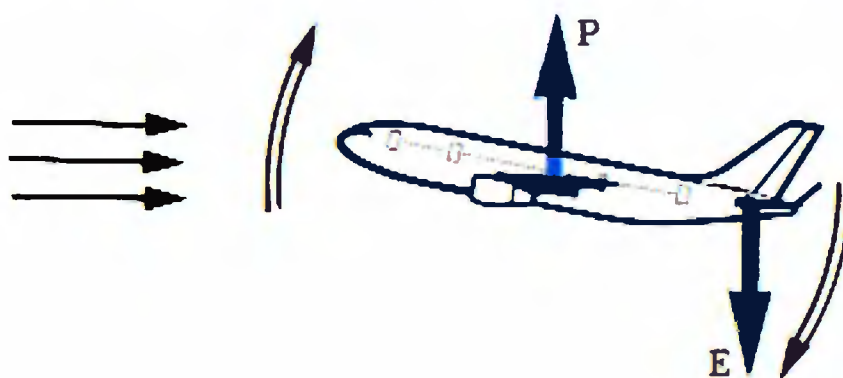
Ainsi, plus l'avion est cabré sur sa trajectoire et plus la portance augmente. Malheureusement, l'angle d'attaque ne peut être augmenté indéfiniment et, au-dessus d'une quinzaine de degrés, la portance subit une chute brutale : c'est le phénomène de "DECROCHAGE" (l'avion tombe).

COMMENT AGIR SUR L'ANGLE D'ATTAQUE

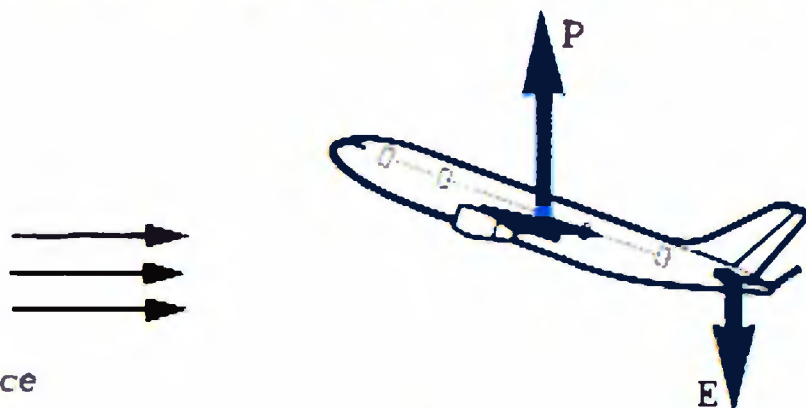
Le manche est amené en arrière, la gouverne de profondeur se braque vers le haut et crée un effort aérodynamique vers le bas...



... qui pousse la "queue" de l'avion vers le bas et le fait cabrer...



... augmentant ainsi l'angle d'attaque et donc la portance.



P = Portance

E = Effort

La modification de portance permet le pilotage de l'avion en agissant sur l'angle d'attaque de l'aile par l'intermédiaire d'une surface mobile, dite GOUVERNE, située sur la petite voilure arrière, l'EMPENNAGE, et qui est appelée, sans que l'on sache très bien pourquoi, "GOUVERNE DE PROFONDEUR". Cette gouverne est reliée directement au "MANCHE A BALAI".

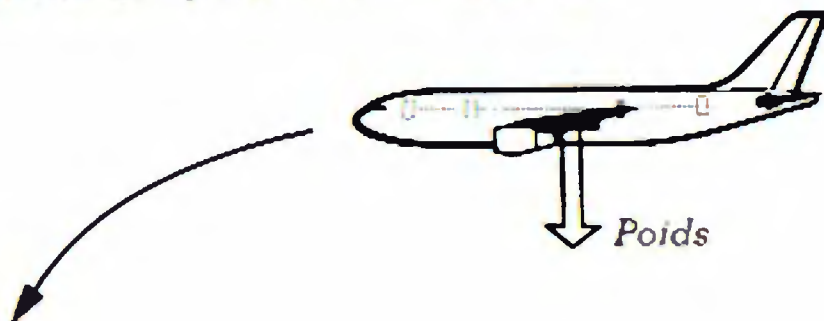
Le fait de tirer le manche à balai en arrière braque la gouverne vers le haut : un effort aérodynamique est ainsi créé qui tend à "baisser" la queue de l'avion et à le faire cabrer, augmentant ainsi l'angle d'attaque et, par conséquent, la portance.

En poussant le manche en avant, c'est le phénomène inverse qui se produit, l'avion pique du nez, l'angle d'attaque, et donc, la portance diminuent.

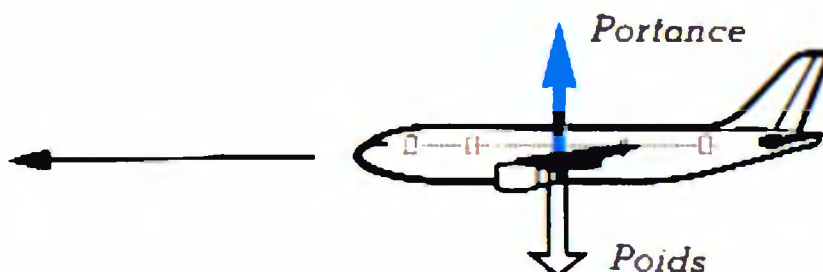
Après avoir vu comment l'effort aérodynamique agit sur l'avion, le pilotage peut maintenant être abordé, mais commençons par le plus simple.

COMMENT VOLER EN PALIER

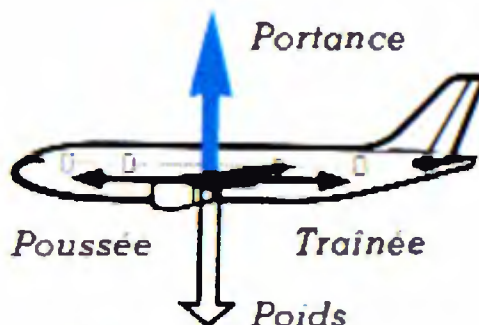
Sous l'effet de son poids l'avion tomberait...



... si la portance n'était pas là pour l'en empêcher...



... mais il faut aussi la poussée des réacteurs pour compenser la traînée et éviter la perte de vitesse.



III - LE VOL EN PALIER

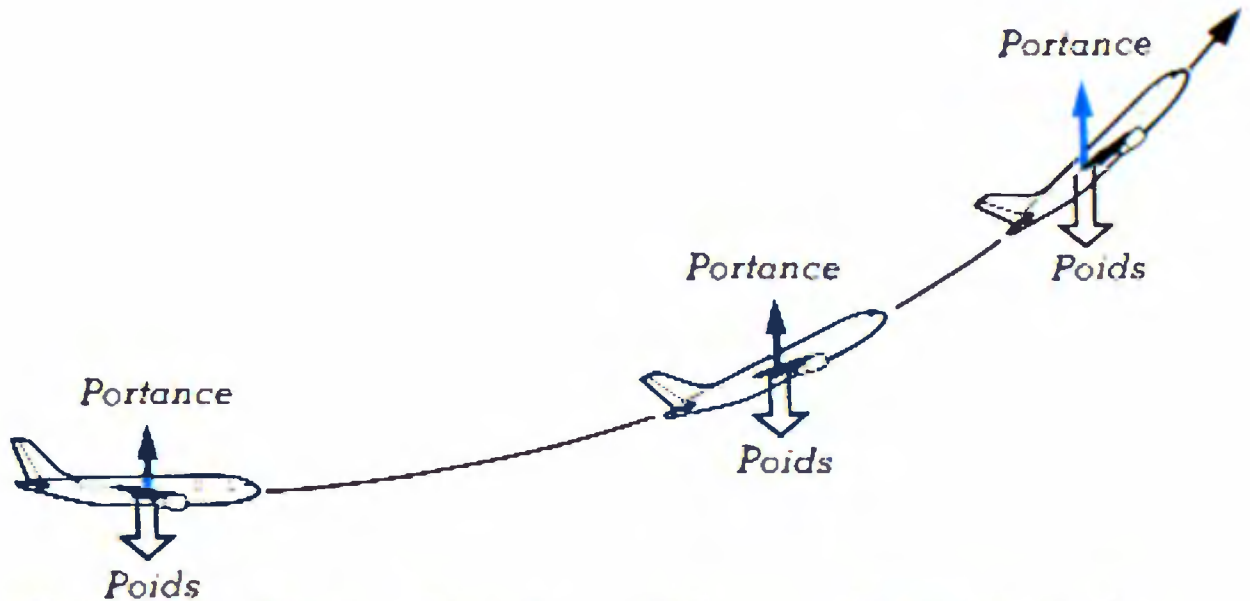
Le vol en palier est un vol à altitude constante.

Le premier impératif est de compenser la force de pesanteur qui tend inexorablement à ramener l'avion au sol. Pour que l'avion vole suivant une trajectoire rectiligne, aucun effort ne doit s'appliquer sur lui, comme nous l'avons vu plus haut. La force de pesanteur doit être annulée par la création d'une portance aérodynamique qui lui est directement opposée : c'est ce que l'on appelle "ÉQUILIBRER L'AVION".

Malheureusement, ce n'est pas tout : la création d'une portance aérodynamique s'accompagne d'une "TRAÎNÉE", force qui tend à freiner l'avion dans la masse d'air et, par conséquent, à réduire sa vitesse de vol. Et c'est là qu'interviennent les réacteurs : de même que la portance s'oppose au poids de l'avion pour le maintenir sur une trajectoire rectiligne, à altitude constante, les réacteurs produisent un effort qui s'oppose à la traînée pour éviter une diminution de la vitesse de vol. Le schéma des forces qui s'appliquent sur l'avion volant en palier stabilisé, c'est-à-dire à altitude et vitesse constantes, est donné ci-contre.

Les forces en présence s'annulent mutuellement, l'avion est en équilibre et suit donc une trajectoire rectiligne à vitesse constante, conformément à la loi énoncée plus haut.

COMMENT AGIR SUR LA TRAJECTOIRE



*Manche au neutre.
Portance = Poids
Équilibre en palier.*

*Manche en arrière.
Portance supérieure
au poids.
Courbure de la tra-
jectoire vers le haut.*

*Retour au neutre.
Portance = Poids
Vol rectiligne en
montée.*

IV- LE PILOTAGE DANS LE PLAN VERTICAL

L'avion est stabilisé en palier. Dans un premier temps, intéressons-nous au pilotage dans le plan vertical, c'est-à-dire à la montée et à la descente de l'avion. Nous examinerons plus loin comment s'effectuent les changements de trajectoire dans le plan horizontal, c'est-à-dire à droite ou à gauche.

Pour modifier la trajectoire dans le sens de la montée, une force doit être appliquée vers le haut.

Tirons sur le manche et examinons ce qu'il se passe : la portance augmente, comme nous l'avons vu précédemment, elle devient plus grande que la force de pesanteur qui s'applique sur l'avion et globalement la différence des deux efforts équivaut à une force dirigée vers le haut : la trajectoire s'incurve vers le haut.

Si le manche est ramené à sa position initiale, la portance retrouve sa valeur de départ, valeur égale au poids et la trajectoire redevient rectiligne, en montée.

Globalement, la réponse de l'avion à une action à tirer sur le manche peut être schématisée par la figure ci-contre.

C'est bien évidemment le phénomène inverse qui se produit lorsque le manche est poussé vers l'avant, la portance devient inférieure au poids, il en résulte un effort qui modifie la trajectoire de l'avion vers le bas.

COMMENT LIRE LA TRAJECTOIRE



HORIZON



HORIZON

HORIZON



Vous vous dirigez vers le milieu de la piste. L'avion est en descente.

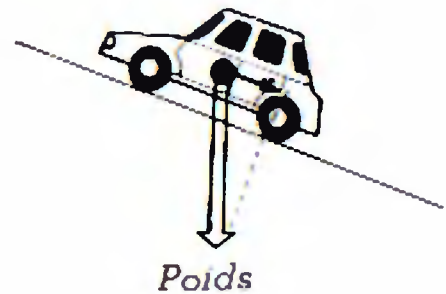
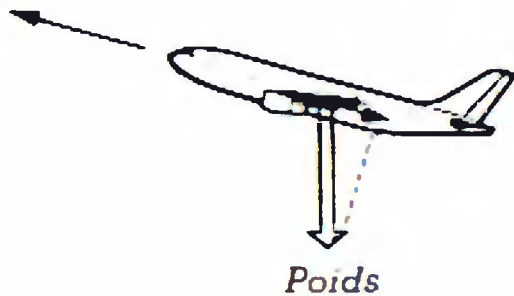
L'absence de repère explicite dans le ciel rend très difficile la connaissance, par le pilote, de la trajectoire de l'avion. Il se sert, en fait d'un certain nombre d'instruments pour déterminer sa trajectoire. Certains avions sont de plus équipés d'un système optique, appelé "COLLIMATEUR DE PILOTAGE", qui permet de superposer, à l'image vue par le pilote à travers le pare-brise, des repères symboliques qui fournissent une aide au pilotage.

Parmi ces symboles, il en est un qui donne l'information de trajectoire : il indique en fait le point vers lequel l'avion se dirige et est utilisé pour piloter l'avion dans le plan vertical.

La lecture en est simple comme le montre la figure ci-contre et permet de savoir immédiatement si l'avion est en montée (repère au-dessus de l'horizon), en palier (repère sur l'horizon) ou en descente (repère au-dessous de l'horizon).

LES EFFETS DE LA PESANTEUR

La pesanteur freine l'avion lorsqu'il est en montée...

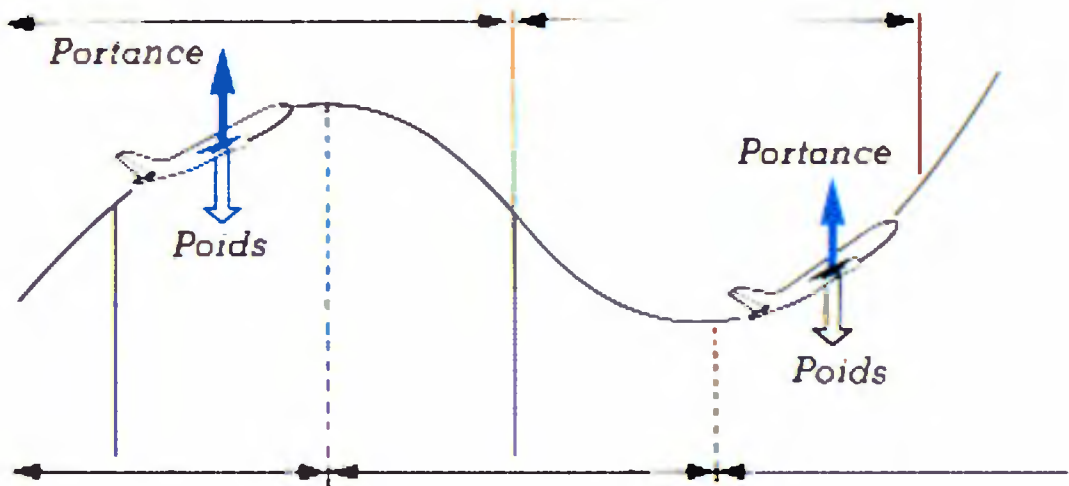


... comme l'automobile qui aborde une côte.

LA PHUGOÏDE

Zone où la portance est inférieure au poids. La trajectoire est courbée vers le bas.

Zone où la portance est supérieure au poids. La trajectoire est courbée vers le haut.



*L'avion monte.
La vitesse diminue.*

*L'avion descend.
La vitesse augmente.*

*L'avion monte.
La vitesse diminue.*

V - LE RÉGLAGE DE LA MANETTE DES GAZ

Tout ce qui a été dit précédemment n'est valable en fait que si la vitesse de l'avion est maintenue constante. En effet, nous avons vu, au chapitre aérodynamique, que la portance est sensible aux variations de vitesse.

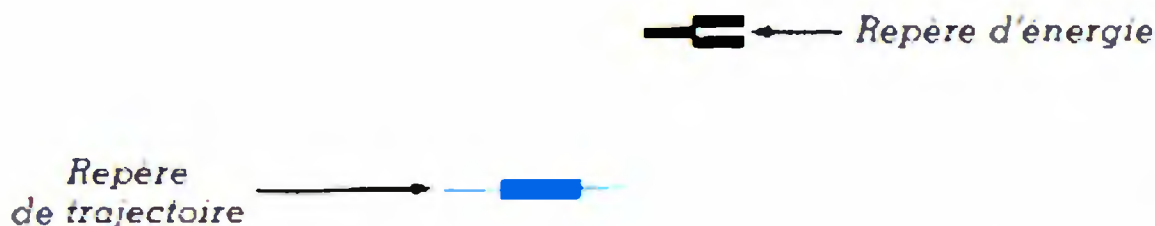
Le fait de tirer sur le manche puis de le ramener en position neutre met, comme nous l'avons vu dans un chapitre précédent, l'avion en trajectoire montante. En fait, l'avion n'est plus en équilibre car son poids n'est plus perpendiculaire à la trajectoire et il apparaît une composante de pesanteur qui va freiner l'avion et faire chuter la vitesse, exactement comme une automobile ralentit lorsqu'elle aborde une côte et que le conducteur maintient l'accélérateur dans une position constante.

Ainsi donc, si l'avion est abandonné sur une trajectoire montante, sa vitesse diminue, et avec elle la portance qui n'équilibre plus le poids; la trajectoire s'incurve alors vers le bas et l'avion finit par redescendre. Au cours de la descente, c'est évidemment l'inverse qui se produit, la portance augmente et redevient égale puis supérieure au poids : la trajectoire s'incurve alors vers le haut, l'avion monte et le mouvement se répète sur plusieurs oscillations. Ce phénomène bien connu des pilotes est appelé "PHUGOÏDE", nom mystérieux emprunté au grec.

Pour éviter le déséquilibre poids-portance et maintenir la vitesse constante en montée ou en descente, il faut agir sur la manette des gaz qui commande la force de poussée des moteurs afin de contrer la composante de pesanteur qui tend à freiner ou accélérer l'avion. Une manœuvre de mise en montée doit s'accompagner d'une augmentation de la poussée des moteurs qui, inversement, doit être diminuée lors d'une mise en descente.

En plus de leur rôle d'équilibre de la traînée, les moteurs ont donc deux fonctions distinctes : accélérer ou décélérer l'avion sur sa trajectoire et maintenir son équilibre en montée ou en descente.

COMMENT UTILISER LE REPERE D'ENERGIE



HORIZON

Si le repère d'énergie est au-dessus du repère de trajectoire, vous fournissez à l'avion plus d'énergie qu'il n'en faut pour suivre sa trajectoire ; ce supplément d'énergie va augmenter sa vitesse : il accélère.



HORIZON

Inversement, si le repère d'énergie est au-dessous de la trajectoire, vous ne fournissez pas assez d'énergie à l'avion pour suivre sa trajectoire. Le manque d'énergie se traduit cette fois par une perte de vitesse : l'avion décélère.



HORIZON

HORIZON

Equilibre en montée

Equilibre en descente

Donc, pour que l'avion vole à vitesse constante, il faut lui fournir juste assez d'énergie pour suivre sa trajectoire et placer le repère d'énergie au même niveau que le repère de trajectoire.

Un des symboles fournis par le collimateur de pilotage, le repère d'énergie, aide le pilote à régler au mieux la manette des gaz, c'est-à-dire à doser de façon optimale l'énergie disponible sur les moteurs. Lorsque le pilote pousse la manette des gaz, les moteurs produisent plus d'énergie, consomment, bien entendu, plus de carburant et donc leur poussée augmente. Le repère d'énergie du collimateur se déplace vers le haut. Inversement, lorsque le pilote amène en arrière la manette des gaz, le repère d'énergie se déplace vers le bas.

La figure ci-contre permet de comprendre la signification de ce symbole et son utilisation. En résumé, si le repère d'énergie est au-dessus du repère de trajectoire, l'avion accélère, s'il est au-dessous, l'avion décélère. La vitesse reste constante si les deux symboles sont au même niveau : l'avion est en équilibre.

L'énergie des moteurs peut donc être utilisée pour accélérer ou décélérer l'avion sur sa trajectoire ou bien modifier cette trajectoire à vitesse constante.

Pour éviter un changement de trajectoire, c'est-à-dire maintenir le vol rectiligne, au cours d'une variation de vitesse, il faut, à tout instant, établir l'équilibre poids-portance. Or, puisque la portance varie avec la vitesse, il faut agir sur le braquage de la gouverne de profondeur pour diminuer ou augmenter l'angle d'attaque de l'air au fur et à mesure que la vitesse augmente ou diminue. Cette manœuvre est réalisée en agissant sur la commande appelée "TRIM" qui provoque un braquage progressif de la gouverne de profondeur.

A partir d'une situation initiale de vol en palier, une augmentation de la poussée des moteurs, par exemple, provoque une accélération, donc une croissance de la portance, et l'avion a tendance à monter. Une manœuvre à piquer, continue ou par à-coups de la commande de TRIM, permet de maintenir une altitude de vol constante.

L'ACTION DES AILERONS

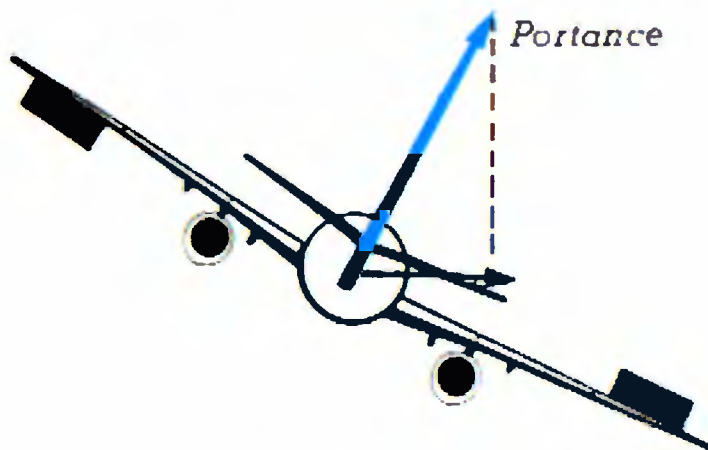
- *Manche à droite*



*L'aileron gauche est baissé.
La force aérodynamique est
vers le haut.*

*L'aileron droit est levé. La
force aérodynamique est vers
le bas.*

- *L'avion se met en roulis à droite et s'incline.*



*L'inclinaison de la portance entraîne l'apparition d'une
composante horizontale qui incurve la trajectoire à droite : c'est le
virage.*

VI - LE PILOTAGE DANS LE PLAN HORIZONTAL

C'est le pilotage qui permet la navigation. "Naviguer", c'est pouvoir modifier à volonté la trajectoire de l'avion dans un plan horizontal, et donc avoir la possibilité d'incurver cette trajectoire à droite ou à gauche, c'est-à-dire effectuer des virages.

Nous avons déjà vu qu'une modification de trajectoire imposait la création d'une force en travers de cette trajectoire et comment on pouvait piloter l'avion vers le haut ou le bas en modifiant l'intensité de la portance aérodynamique. Nous allons voir qu'un virage est obtenu en agissant également sur cette portance non plus sur son intensité, mais sur son orientation.

La création d'une force horizontale qui permettra à l'avion de virer ne peut en effet être obtenue qu'en inclinant la portance aérodynamique. Cette inclinaison comme le montre la figure ci-contre fait apparaître une composante horizontale qui provoque l'incurvation de la trajectoire vers la droite dans notre exemple. La composante verticale pour sa part équilibre le poids de l'avion si toutefois l'inclinaison n'est pas trop forte. Sinon, il faut augmenter la portance (en tirant sur le manche) pour éviter que l'avion ne descende.

Il est aisé de concevoir que la portance restant perpendiculaire au plan des ailes son inclinaison ne peut être obtenue qu'en inclinant l'avion lui-même.

On utilise pour cela la gouverne de "gauchissement", constituée de deux ailerons situés aux extrémités de l'aile, dont le braquage commandé par le manche (à droite ou à gauche) provoque l'apparition d'efforts aérodynamiques qui ont pour effet de faire "rouler" l'avion créant ainsi l'inclinaison selon le schéma de la figure page ci-contre.

LA MANŒUVRE DE VIRAGE



*Mise en virage.
Manche à droite.*



*L'avion roule à droite.
L'inclinaison augmente.*



*Retour manche au neutre.
Arrêt de l'inclinaison.
L'avion est en virage.*



*Retour aile horizontale.
Manche à gauche.*



*L'avion roule à gauche.
L'inclinaison diminue.*



*Aile horizontale.
Manche au neutre.
Arrêt du virage.*

Mais attention en ce qui concerne la manœuvre des ailerons ! Le maintien du manche à droite ou à gauche provoque une variation progressive de l'inclinaison qui ne sera "bloquée" que par un retour du manche au milieu.

Ainsi donc, un virage, à droite par exemple sera obtenu par la manœuvre décrite sur la page ci-contre.

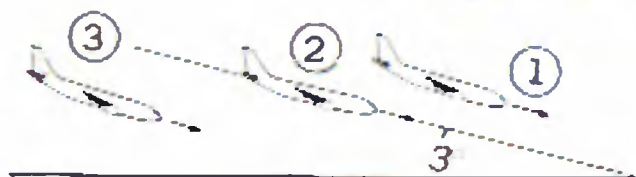
Bien entendu, plus l'inclinaison commandée est importante, et plus le taux de virage est grand (le virage est plus "serré").

LA SITUATION A L'ATERRISSAGE

SITUATION

ASPECT VISUEL

Par rapport au plan de descente



Horizon

1 : L'avion est trop haut (ou trop "long").
Le maintien d'une pente de descente de 3 degrés conduit à un impact après l'entrée de piste.



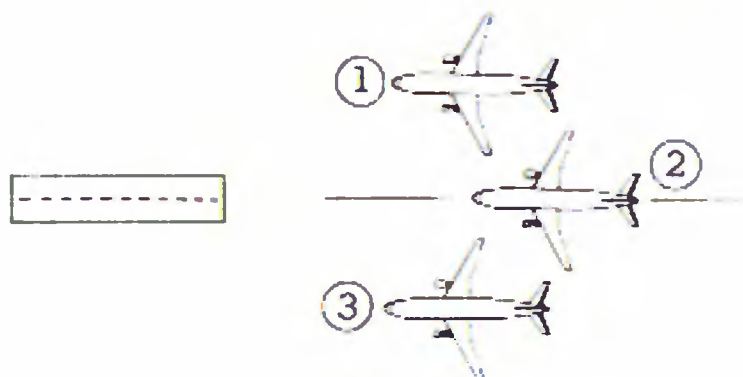
2 : L'avion est sur le plan de descente. Le maintien d'une pente de descente de 3 degrés conduit à un impact correct à l'entrée de piste.



3 : L'avion est trop bas (ou trop "court"). Le maintien d'une pente de descente de 3 degrés conduit à un impact avant l'entrée de piste.



Par rapport à l'axe



1 : L'avion est à droite de l'axe.

2 : L'avion est sur l'axe.

3 : L'avion est à gauche de l'axe.

VII - L'ATTERRISSAGE

Nous abordons là sans doute la phase du vol la plus délicate. Le problème consiste à "toucher les roues" à l'entrée de piste et ceci en suivant un plan de descente imposé par les règlements et qui fait en général un angle d'environ 3 degrés par rapport à l'horizontale.

Est-il utile de préciser que l'on doit s'efforcer, pendant toute la phase de descente, de maintenir au mieux l'avion dans l'axe de piste, ainsi qu'une vitesse d'approche convenable.

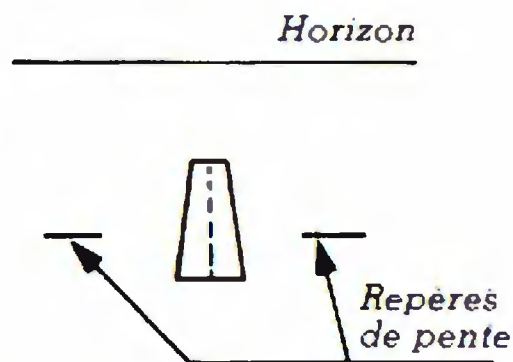
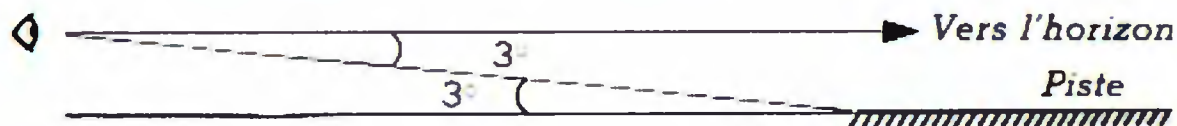
Le pilotage en approche consiste donc, à agir sur la trajectoire haut-bas de l'avion pour le maintenir sur le plan de descente, à agir sur la manette des gaz pour maintenir la vitesse d'approche (par l'intermédiaire du repère d'énergie dont l'utilisation a été décrite précédemment), l'action sur la trajectoire droite-gauche permettant la tenue de l'axe de piste.

Les situations qui peuvent se présenter durant le phase d'atterrissage sont décrites sur la figure de la page ci-contre (qui montre d'une part les différentes positions possibles de l'avion par rapport à la trajectoire de descente, et d'autre part l'aspect correspondant de la piste telle qu'elle est visible à travers le pare-brise.

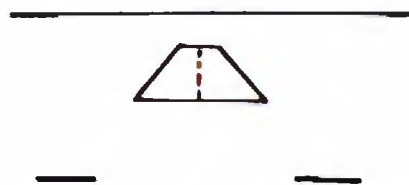
Le déroulement correct de la phase d'atterrissage impose une bonne connaissance de la position exacte de l'avion par rapport à la trajectoire de descente ainsi que des actions à effectuer pour rejoindre cette trajectoire ou y rester.

Si l'expérience montre que la tenue de l'axe de piste est relativement aisée et naturelle, le suivi correct du plan de descente à 3 degrés est par contre beaucoup plus délicat et c'est la raison pour laquelle nous aborderons en premier lieu cet aspect du problème.

LES REPÈRES DE PENTE ET LEUR UTILISATION



1 L'avion est au-dessus du plan de descente. Le pilote "voit" le repère de pente après l'entrée de piste.



2 L'avion est au-dessous du plan de descente. Le pilote "voit" le repère de pente avant l'entrée de piste.



3 L'avion est sur le plan de descente. Le pilote "voit" le repère de pente au niveau de l'entrée de piste.

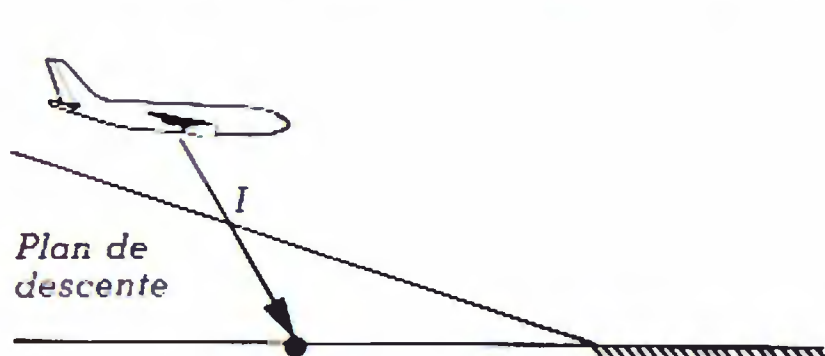
La figure précédente montre qu'en regardant à travers le pare-brise, il est possible d'apprécier selon l'aspect visuel de la piste la position approximative de l'avion par rapport au plan de descente. Mais cette approximation est trop subjective pour fournir une indication suffisamment précise de la position de l'avion. C'est la raison pour laquelle il est nécessaire de fournir au pilote un repère lui permettant de lire avec précision sa situation vis-à-vis du plan de descente.

Là encore il faut faire appel au collimateur de pilotage qui permet de projeter un repère optique à travers le pare-brise.

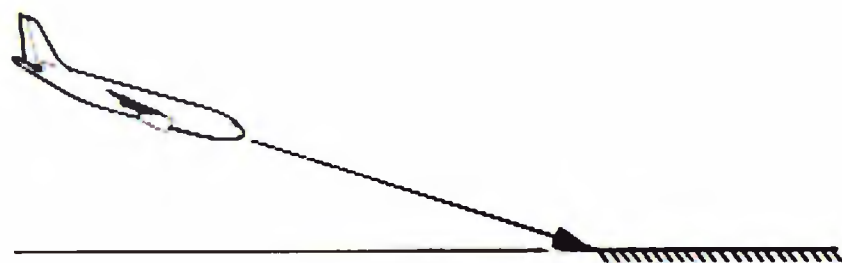
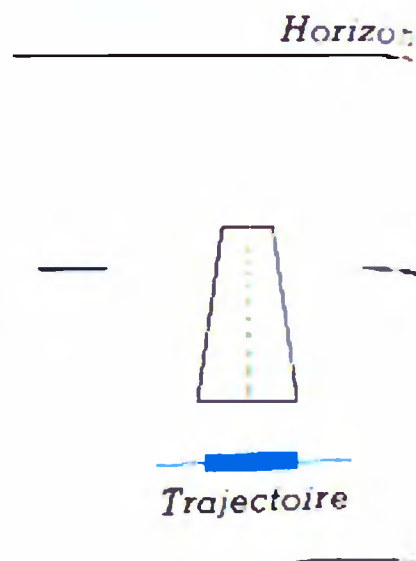
Observons sur la figure de la page ci-contre que lorsque l'avion est sur le plan de descente, l'entrée de piste (c'est-à-dire le point d'impact) est visible à 3 degrés sous l'horizon. Il est donc possible de fournir dans le collimateur un repère formé par deux traits horizontaux "attachés" à l'horizon et à 3 degrés au-dessous.

La lecture de position de l'entrée de piste vis-à-vis de ce repère donne avec précision comme le montre la figure page 52 la position de l'avion par rapport au plan de descente.

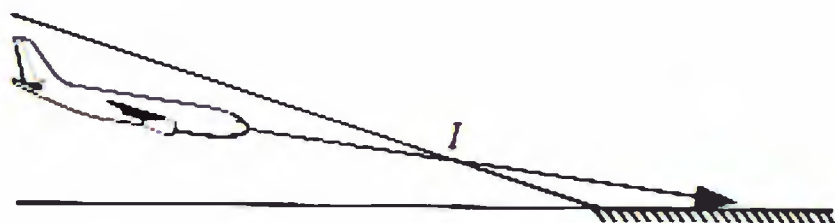
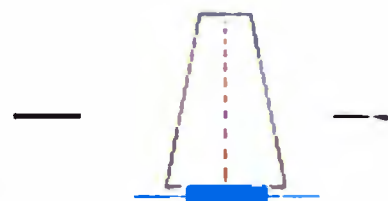
COMMENT RALLIER LE PLAN DE DESCENTE



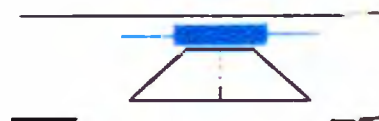
L'avion est au-dessus du plan de descente.



L'avion est sur le plan de descente.



L'avion est au-dessous du plan de descente.



I = Intersection

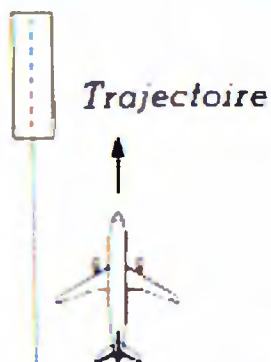
Cette position étant connue nous pouvons aborder la description des manœuvres à effectuer pour rejoindre dans de bonnes conditions le plan de descente ou y rester si l'on est dessus. Nous utiliserons dans ce but le symbole de trajectoire projeté dans le collimateur et qui a été décrit dans les chapitres précédents.

Mieux qu'une longue explication, la figure page 54 décrit les corrections à effectuer pour ramener l'avion dans le plan de descente ou l'y maintenir.

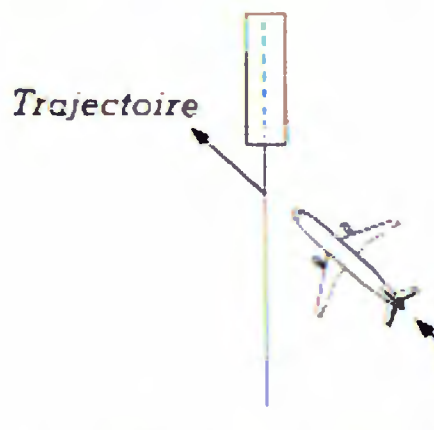
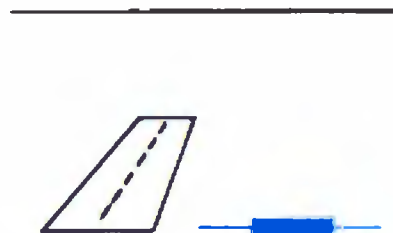
Le schéma du haut montre clairement que pour rallier le plan de descente dans le cas où l'avion est au-dessus, il faut placer la trajectoire vers un point de visée située en avant de l'entrée de piste. Cette manœuvre permet de rejoindre le plan de descente en I, point à partir duquel il faudra ramener la trajectoire vers l'entrée de piste pour se retrouver dans la configuration du schéma central.

Sur le schéma du bas où l'avion est au-dessous du plan de descente la correction s'effectue en plaçant la trajectoire sur un point situé en arrière de l'entrée de piste ce qui permet de rallier le plan de descente au point I à partir duquel on se retrouve dans le cas précédent.

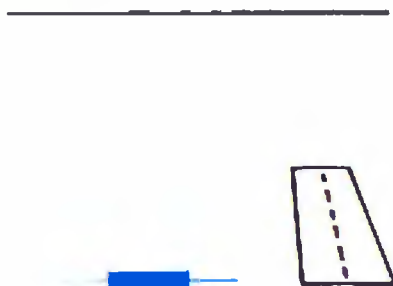
COMMENT REVENIR DANS L'AXE DE PISTE



L'avion est à droite de l'axe, il faut virer à gauche.



Lorsque l'avion arrive dans l'axe, il faut virer à droite pour le remettre sur la bonne trajectoire.



Connaissant les manœuvres à effectuer pour maintenir l'avion sur le plan de descente, examinons maintenant le problème de la tenue de l'axe de piste.

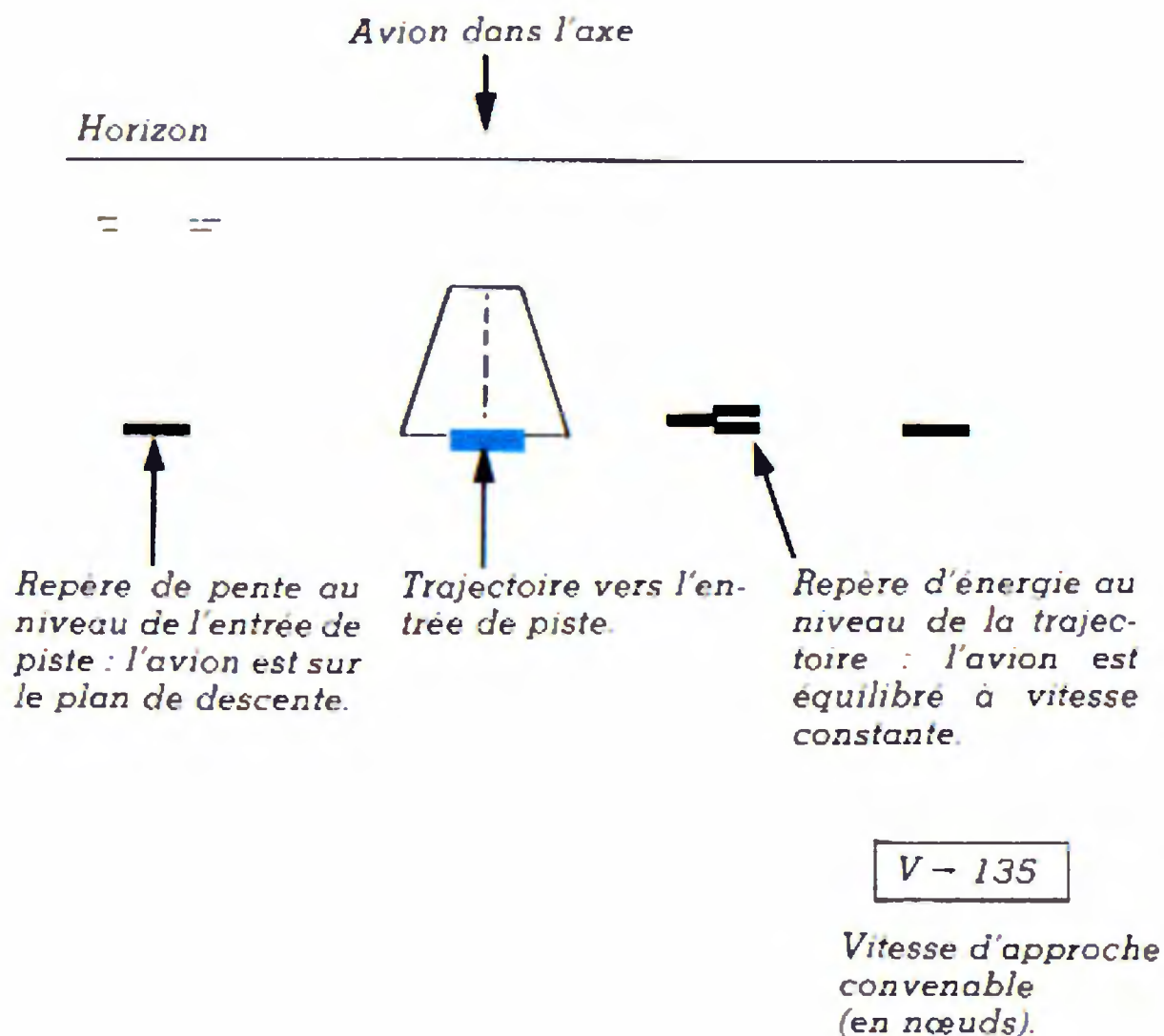
Comme nous l'avons dit précédemment l'expérience montre qu'en fait le pilotage de l'avion dans le plan horizontal (droite-gauche) est beaucoup plus aisé.

La seule vision de l'aspect de la piste permet d'apprécier d'une manière naturelle et avec une précision largement suffisante les écarts de position par rapport à l'axe visualisés sur la figure présentée au début de ce chapitre.

Quant aux corrections à effectuer elles sont réalisées naturellement en pilotant la trajectoire à droite ou à gauche selon les principes de la figure page ci-contre.

La manœuvre de ralliement décrite par cette figure compte tenu de sa forme caractéristique est connue par les pilotes sous le terme de "baionnette". La principale difficulté de réalisation de cette manœuvre réside dans l'anticipation du mouvement. Il faut en effet apprécier à quel moment le dernier virage (à droite dans le cas de la figure) doit être engagé pour rallier l'axe de piste sans le dépasser, ce qui nécessite une bonne connaissance du "temps de réponse" de l'avion.

LA CONFIGURATION D'ATTERRISSAGE IDÉALE



Est-il utile par ailleurs de rappeler que l'avion se pose sur son train d'atterrissage et qu'il n'est pas inutile de le sortir avant d'aborder la piste...

Un autre système est également utilisé à l'atterrissage. Ce sont les volets hypersustentateurs situés sur la voilure et qui comme leur nom l'indique en augmentant la portance, permettent ainsi d'atteindre des vitesses de vol suffisamment basses sans augmenter inconsiderement l'angle d'attaque, augmentation qui conduirait inévitablement au décrochage.

Pour clore ce chapitre essentiel, la figure ci-contre présente la configuration idéale à l'atterrissage et résume ce qui vient d'être décrit.

VIII - LE POSTE DE PILOTAGE

Pour mener à bien les différentes manœuvres qui ont été décrites ou surveiller le bon fonctionnement des systèmes de bord, l'équipage dispose à l'intérieur du poste de pilotage d'un ensemble complexe de commandes et d'instruments dont les principaux sont l'objet d'une description dans ce chapitre.

LES COMMANDES :

- Le manche :

Il permet le pilotage de l'avion par action sur la portance aérodynamique ; une action droite-gauche agit sur le braquage de la gouverne de gauchissement (inclinaison de la portance), une action poussé-tiré agit sur le braquage de la gouverne de profondeur (modification de l'intensité de la portance).

- Le palonnier :

Il est constitué de deux pédales commandées aux pieds qui agissent sur le braquage de la gouverne de direction située à l'arrière de la dérive. Cette commande peu utilisée en vol sauf pour contrer des effets secondaires permet essentiellement de maintenir l'avion dans l'axe de piste au roulage au sol à grande vitesse et de contrer la dissymétrie due à une panne moteur.

- Les manettes des gaz :

Elles commandent la poussée des réacteurs (maximum manettes en avant).

- La commande de volets :

Sortie et rentrée des volets hypersustentateurs.

- La manette de train :

Sortie et rentrée du train d'atterrissage.

- Les freins :

La commande aux pieds est en général située sur le palonnier.

- Le volant :

Situé sur la console à gauche ou à droite du pilote, il permet de diriger l'avion au sol par orientation de la roulette avant.

LES INSTRUMENTS DE PILOTAGE :

- Le collimateur :

Comme nous l'avons vu précédemment il fournit deux informations essentielles (la trajectoire et l'énergie disponible) et tend à se généraliser sur les avions modernes.

- **L'horizon artificiel :**

Il visualise la position de l'horizon tel qu'il est visible depuis l'avion à l'aide des informations fournies par la "centrale de verticale".

- **L'anémomètre, l'altimètre, le variomètre :**

Ils donnent respectivement la vitesse, l'altitude et la vitesse verticale de l'avion. Ces informations sont fournies par des mesures de pression de l'air effectuées par "l'installation anémométrique".

- **Le compas :**

C'est en quelque sorte une boussole qui indique le cap suivi par l'avion et constitue donc une aide à la navigation.

- **Les tachymètres :**

Ils donnent le régime des réacteurs et permettent l'ajustement de la poussée et le contrôle de leur bon fonctionnement.

LES INSTRUMENTS DE NAVIGATION :

- **La centrale inertielle :**

C'est un instrument moderne qui à partir de mesures d'accélération et de positions angulaires de l'avion permet de connaître avec précision sa vitesse par rapport au sol ainsi que sa position exacte. C'est l'instrument de navigation essentiel à bord des avions qui en sont équipés.

- **L'indicateur "V.O.R." :**

Des dizaines de balises radio au sol dont les positions sont parfaitement connues émettent des signaux radio-électriques qui sont captés à bord de l'avion et permettent la visualisation sur l'indicateur "V.O.R." de la position de l'avion par rapport à la balise choisie par le pilote.

- **L'indicateur "aiguilles croisées" :**

Cet indicateur fournit au pilote une information sur la position de l'avion par rapport à la trajectoire idéale de descente vers la piste grâce à un faisceau radio-électrique (I.L.S.) qui émet à partir du sol dans la direction de l'axe de descente.

LES LIAISONS AIR-SOL :

L'émetteur-récepteur VHF permet les liaisons vocales entre l'équipage de l'avion et le contrôle aérien au sol.

LES INSTRUMENTS DE SURVEILLANCE :

Trop nombreux pour les citer tous, ils permettent la surveillance du bon fonctionnement des différents systèmes de bord (génération électrique, génération hydraulique, climatisation, pressurisation, etc.).

3. FICHE TECHNIQUE AIRBUS

LES DIFFÉRENTS APPAREILS

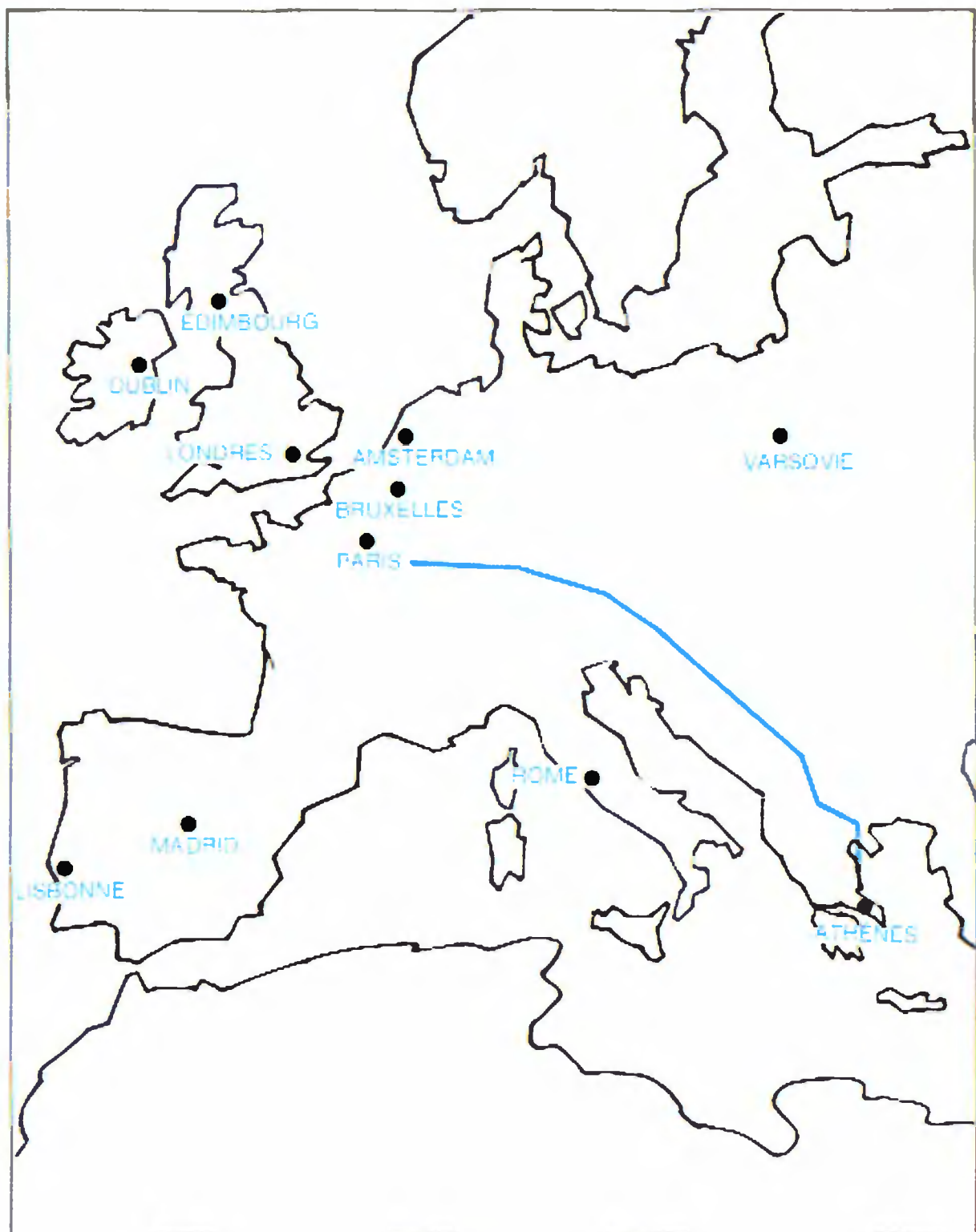
MODÈLE	A300-B2	A300-B4	A300-600	A310-200	A310-300	A320
Nombre de passagers :	240-345	240-345	260-345	210-265	210-265	135-179
Rayon d'action (en kilomètres) :	3.700 km (avec 251 passagers)	6.100 km (avec 251 passagers)	6.500 km (avec 267 passagers)	5.200 à 7.000 km (avec 218 passagers)	8.500 à 9.300 km (avec 218 passagers)	3.700 km (5.750 km) (avec 150 passagers)
Masse maximale au décollage : (en tonnes)	142t	165t	165t	142t	150t (153t)	66t (72t)
Volume maximal de carburant : (en litres)	44.600l	62.900l	62.900l	55.100l	61.260l (68.260l)	15.900l (23.950l)
Charge marchande maximale (en tonnes)	34,2t	37,5t	41,4t	41,4t	34,2t 33,4t	18,7t 18,2t
Envergure : (en mètres)	44,84 m	44,84 m	44,84 m	43,90 m	43,90 m	33,91 m
Longueur hors tout : (en mètres)	53,52 m	53,62 m	54,08 m	46,66 m	46,66	37,57 m
Hauteur hors tout : (en mètres)	16,53 m	16,53 m	16,53 m	15,80 m	15,80 m	11,76 m
Nombre de réacteurs :	2	2	2	2	2	2
Mise en service :	Mai 1974	Mai 1975	Mars 1984	Avril 1983	Dec 1985	Printemps 1988

- AIRBUS Industrie a également en projet deux autres appareils : un avion moyen courrier pouvant emporter 400 à 500 passagers sur des distances pouvant atteindre 5.400 kilomètres, le TA9, et un avion long courrier quadri-réacteurs pouvant emporter 250 passagers sur 11.000 kilomètres, le TA11 ; ces deux appareils pourraient être mis en service dans les années 1990.

- L'avion fictif simulé par le logiciel est du type AIRBUS A300.

4. HISTOIRE D'UN VOL : AF600 PARIS-ATHÈNES

(décollage Charles de Gaulle : 8 h 30 -
arrivée Athènes : 12 h 40).



Une semaine avant le vol environ, le tableau de service a donné la composition de l'équipage du vol AF600, à savoir :

- Trois PNT (personnel navigant technique) : commandant de bord, co-pilote et mécanicien ;
- Neuf PNC (personnel navigant commercial) : chef de cabine principal, chef de cabine et sept hôteses et stewards.

Il n'y a pas d'équipage constitué, pas de ligne attribuée. Toutefois, il y a une spécialisation des équipages techniques : un commandant de bord, un co-pilote et un mécanicien pilotant toujours le même type d'appareil. A chaque vol le commandant retrouve un nouveau co-pilote, un nouveau mécanicien, un nouveau personnel navigant commercial. L'équipage ainsi constitué réalisera ensemble un circuit, passant par plusieurs villes de plusieurs pays, avant de revenir à son point de départ, et de se séparer. Lorsque les temps de vol sont importants, l'équipage pourra être amené à faire des haltes en certains points du circuit, afin de prendre quelque repos, avant de continuer et de terminer son périple. C'est ainsi que des équipages successifs vont se relayer chaque jour pour assurer ce même vol AF600 entre PARIS et ATHÈNES, vol quotidien Aller et Retour (AF601), assuré par un AIRBUS A300B, transport moyen courrier pouvant emporter 292 passagers et du fret sur des distances de 4.000 kilomètres.



1 HEURE 30 MINUTES AVANT LE VOL : EN SALLE DE PRÉPARATION DES VOLS.

C'est dans la salle de préparation des vols que le commandant rencontre son équipage (co-pilote et mécanicien). Les opérations de préparation du vol peuvent alors commencer, en collaboration avec les agents de préparation des vols.

Le commandant de bord et le co-pilote vont s'attacher à déterminer la route à suivre et la quantité de carburant à emporter, et ce en fonction des conditions météorologiques au sol et en altitude, de l'infrastructure au sol (aéroports de décollage), du chargement de l'appareil (passagers et fret) et des impératifs de sécurité. De son côté, après avoir fait connaissance avec l'avion affecté au vol grâce à un bilan technique détaillé fourni par ordinateur et retraçant son fonctionnement durant les derniers mois, le mécanicien part pour une visite technique de l'avion.

Pour rallier PARIS à ATHÈNES, il existe deux routes aériennes, l'une passant par le Nord (par Bâle et Sarajevo) et l'autre plus au Sud (par Genève, l'île d'Elbe et la botte de l'Italie). Pour cette ligne aérienne régulière, un plan de vol "répétitif" (ce qui signifie qu'il a été déposé une seule fois pour un vol donné et pour toute une saison) est enregistré qui permet le contrôle et la diffusion des informations relatives au vol des avions de ligne aux organismes de contrôle aérien et aux aéroports. Sur cette ligne, c'est la route Nord qui est choisie pour le PLN (plan de vol) répétitif. Le plan de vol prévoit une route, un niveau de vol (altitude) et une vitesse ; il est fixé à priori mais peut être remis en question en cas d'événements particuliers : conditions météorologiques très mauvaises, fermeture de route aérienne en totalité ou en partie pour des raisons politiques, sociales ou militaires, fermeture d'aéroport.

Le commandant de bord et le co-pilote prennent alors connaissance d'un ensemble d'informations :

- Les conditions météorologiques en altitude, grâce aux cartes fournies par le centre météorologique régional de zone de Francfort (direction et force des vents, perturbations et nuages) ;
- Les conditions météorologiques au sol (prévisions et évolution) sur les aéroports de départ, d'arrivée et de décollage (aéroports situés sur le parcours d'une part, à proximité de l'aéroport d'arrivée d'autre part, utilisables en cas d'incident ou de fermeture de l'aéroport d'arrivée).

- Les feuillets de Renseignements Complémentaires Navigation et Infrastructure (RCNI) regroupant certaines informations particulières et valables pendant une durée limitée, concernant en particulier les aéroports (pistes fermées pour travaux, ...);
- Les Renseignements complémentaires techniques (RCT) détaillant par type d'avion et par avion, les particularités liées à leur équipement (par exemple équipement de navigation nouveau, type de pneumatiques, ...);
- Le chargement de l'avion en passagers et en fret.



A partir de ces informations, le choix de la route est confirmé, en général la plus courte en temps de vol donc la plus économique. Au cas où la route passant par l'Italie est choisie, le plan de vol répétitif est annulé et un nouveau plan de vol est déposé par télex auprès des organismes de contrôle. La quantité de carburant à emporter est alors déterminée, en utilisant soit un programme informatique à partir d'un terminal d'ordinateur installé en salle de préparation des vols soit des documents pré-établis, soit des diagrammes. Compte tenu de l'importance du coût du carburant dans le coût global d'exploitation d'un avion, il est impératif de n'emporter ni trop de carburant (auquel cas il sera nécessaire de dépenser du carburant supplémentaire pour transporter ce carburant inutile), ni trop peu de carburant ce qui, en cas d'imprévu (nécessité d'atteindre un aéroport de dégagement si l'aéroport d'arrivée est inaccessible par exemple), mettrait en jeu la sécurité du vol. En pratique, l'autonomie moyenne de vol supplémentaire est de une à deux heures. Cette quantité de carburant ayant été fixée, le commandant de bord demande alors le remplissage des réservoirs de l'avion.

De son côté, le co-pilote a déjà vérifié la sacoche des documents de vol, laquelle contient toute l'information technique qui sera ou pourra être nécessaire au bon déroulement du vol :

- Les "routiers" (cartes des routes aériennes) ;
- Les "fiches de terrain" (cartes descriptives des trajectoires d'approche des aéroports, plans des aéroports) ; pour un vol Paris-Athènes, les cartes disponibles sont celles des aéroports de départ, d'arrivée et de décollage : Charles de Gaulle, Athènes, Salonique, Rhodes, Héraklion ;
- Un Atlas Général regroupant les réglementations particulières aux pays et les plans des terrains de secours de toute une partie du monde (Europe, Asie, ...), ainsi que les caractéristiques des zones interdites de survol (zones militaires, etc.) ;
- Le répertoire des fréquences d'appel radio des compagnies au sol, des aéroports et des services météorologiques locaux ;
- Les feuilles de limitation au décollage fournissant par type d'avion, par type de moteur, par avion et par piste d'aéroport, des abaques qui permettent de calculer la vitesse de décollage en fonction de la vitesse du vent au sol, du braquage des volets, de la température, de la masse de l'avion et de la pression atmosphérique.
- Les feuilles de préparation et de suivi de vol ;
- Ainsi que des cartes à vue, des feuilles de calcul des quantités de carburant, et divers autres documents de moindre importance.

Cette vérification effectuée, la sacoche est transférée à bord.

Le commandant de bord et le co-pilote quittent alors la salle de préparation des vols et se dirigent vers leur avion.

En salle P.P.V.



45 MINUTES AVANT LE VOL : PRÉPARATIFS A BORD.

L'équipage technique (PNT) retrouve à bord l'équipage commercial (PNC).

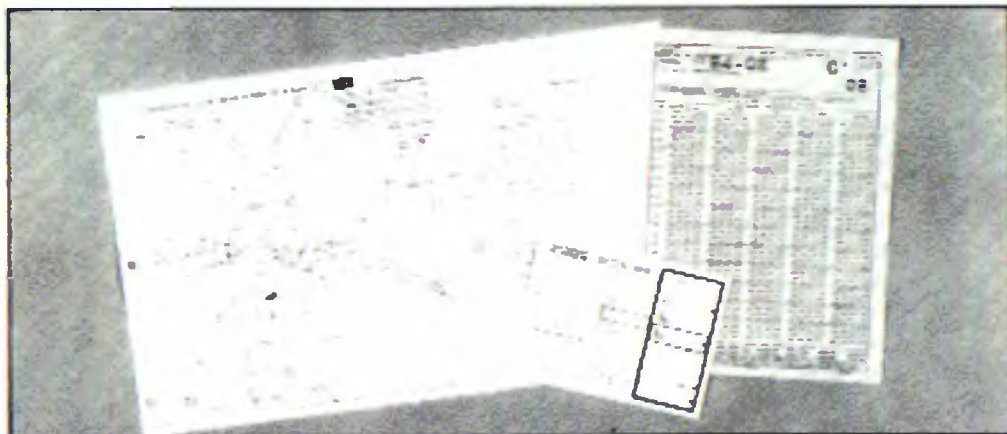
Le commandant de bord et le co-pilote s'installent dans le cockpit.

Le mécanicien revient de sa visite technique de l'avion et fait un bref compte rendu.

Le co-pilote contacte la tour de contrôle (Service "Prévol") et vérifie :

- l'acceptation du plan de vol ;
- le délai éventuel de mise en route des moteurs ;
- la dernière météo locale.

L'équipage calcule alors, à l'aide d'abaques, la masse maximum à laquelle le décollage est possible, ainsi que les vitesses V_1 , V_R et V_2 , qui sont respectivement les vitesses de décision (vitesse à laquelle, en cas de panne moteur, il reste suffisamment de longueur de piste pour arrêter l'avion), de rotation et de décollage. Il convient de souligner ici qu'une panne moteur au décollage sur un avion de ligne, survenant au-delà de la vitesse de décision, si elle requiert l'application d'une procédure particulière, ne met aucunement en jeu la sécurité du vol.



L'équipage étudie ensuite les trajectoires à suivre au décollage (altitude, virages), en procédure normale et en cas de panne moteur.

Les services au sol assurent le chargement des bagages et du fret.

Des équipes spécialisées s'occupent du nettoyage de la cabine et de l'embarquement de tout ce qui est nécessaire au service à bord (plateaux-repas, boissons, ...).



35 MINUTES AVANT LE VOL : LES PASSAGERS COMMENCENT A EMBARQUER.

15 MINUTES AVANT LE VOL : PRÉPARATION DU DÉCOLLAGE.

L'équipage effectue une première vérification ("check-list préliminaire") : vérification de l'oxygène, des feux lumineux de position, des centrales de cap...

Les services au sol de la compagnie apportent le "devis de poids" exact (masse de l'avion au décollage) ; l'équipage peut alors, s'il constate une différence importante de la masse de l'avion par rapport aux prévisions faites en salle de préparation des vols (cas où par exemple le vol d'une autre compagnie a été annulé et tous les passagers transférés sur leur vol en dernière minute), modifier les vitesses au décollage (un nœud en plus ou en moins pour deux tonnes de charge en plus ou en moins), et, dans des cas plus rares, emporter plus de carburant et demander pour cela aux "pétroliers" (la compagnie pétrolière assurant le ravitaillement) de se "re-brancher" et de compléter le plein de l'appareil.

Le co-pilote demande au contrôle d'aéroport l'autorisation de mise en route des moteurs ; sitôt cette autorisation obtenue, l'équipage réalise une "check-list avant mise en route", procède à la mise en route des moteurs, puis à une "check-list après mise en route" (moteurs, dégivrage, fenêtres, ...).

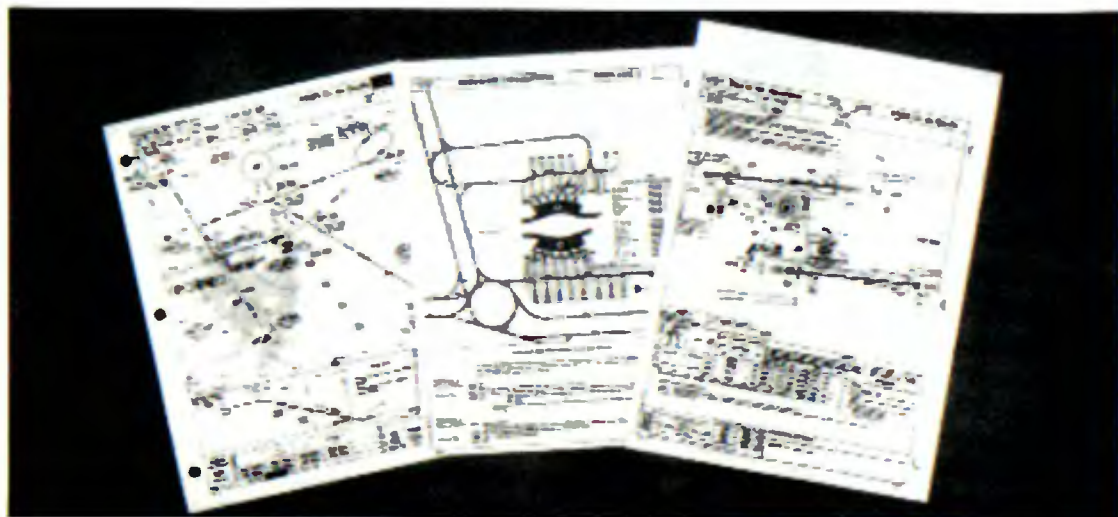
Hôtesse et Stewards vérifient que les consignes lumineuses sont appliquées (interdiction de fumer, ceintures attachées).

Le co-pilote demande à la tour de contrôle l'autorisation de rouler.

Sitôt l'autorisation obtenue, le commandant demande (si cela est nécessaire), via le mécanicien au sol relié par interphone, à un tracteur de pousser l'avion pour le dégager des passerelles d'accès.

Hôtesse et stewards passent les issues sur "automatique", ce qui signifie qu'en cas d'urgence, il suffira de déverrouiller les portes pour provoquer leur ouverture et la mise en place des toboggans.

L'avion commence à rouler ; l'équipage suit pour se diriger les plans de piste en sa possession et les instructions de la tour de contrôle transmises soit par radio, soit par des lampes de couleur placées sur les taxiways.



Pendant le roulage, l'équipage vérifie les freins, les commandes de vol, le bon braquage des volets et le bon fonctionnement des centrales de cap (par exemple en comparant l'orientation du taxiway notée sur les plans par rapport au cap fourni par les instruments).

L'avion arrive au point d'attente en bout de taxiway où se déroule un briefing avant décollage avec compte rendu du chef de cabine principal et répartition des rôles entre le commandant de bord et le co-pilote, l'un pilotant et l'autre assurant les liaisons radio ; cette répartition des rôles sera inversée lors du trajet suivant (cette répartition des rôles a très bien pu être faite auparavant, en salle de préparation des vols par exemple).

L'autorisation de s'aligner sur la piste et de décoller est alors demandée à la tour de contrôle ; celle-ci est toujours assortie d'une "clearance" pour le début du vol, la tour de contrôle autorisant une montée jusqu'à une altitude et un point donné de la carte .

DÉCOLLAGE

Le pilote amène alors l'avion sur la piste et l'aligne dans l'axe, prévient les passagers du décollage imminent. Hôtesse et stewards s'assoient et attachent leur ceinture.

Le pilote pousse alors les manettes des gaz tandis que le mécanicien ajuste la poussée et vérifie le régime des réacteurs.

L'avion roule et prend de la vitesse ; dès que la vitesse est suffisante (VR) le pilote tire sur le manche et effectue manuellement le décollage.

L'équipage commande alors la rentrée du train d'atterrissage, celle des volets et applique éventuellement une procédure antibruit (virage, réduction du régime des moteurs), puis il effectue une "check-list" après décollage. Hôtesse et stewards peuvent alors à nouveau se déplacer en cabine.



UNE MINUTE APRÈS LE DÉCOLLAGE

La tour de contrôle de l'aéroport appelle l'équipage par radio et lui demande de contacter le contrôle d'approche ROISSY-DÉPART ; cette nouvelle équipe de contrôleurs va assister l'équipage pendant quelques minutes et lui indiquer une trajectoire de sortie de la zone d'approche de l'aéroport).

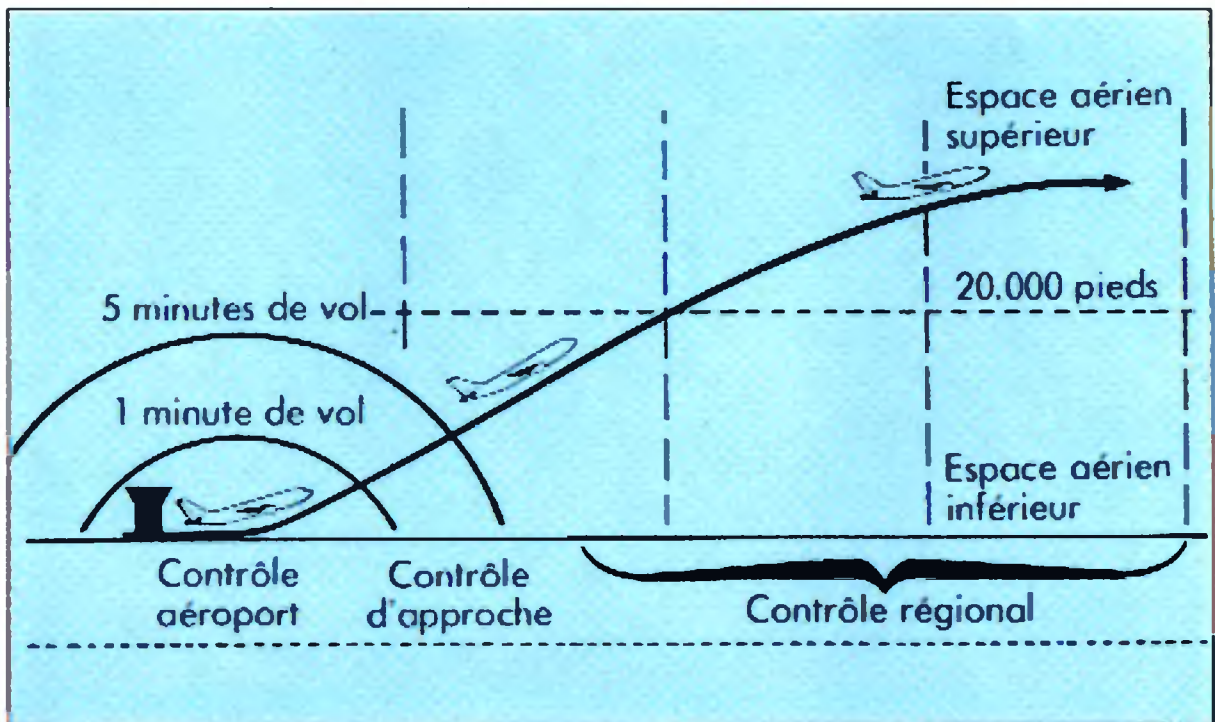
CINQ MINUTES APRÈS LE DÉCOLLAGE

L'avion sort de la zone de surveillance du contrôle de ROISSY-DÉPART, lequel demande à l'équipage de contacter le centre de contrôle régional qui a en charge l'espace aérien et va fixer la suite du plan de vol et le niveau de vol (altitude) définitifs (ceux-ci peuvent différer du plan de vol établi au départ en fonction du trafic et de la météo du moment).

LE CONTROLE AÉRIEN

Chaque avion est suivi en permanence par des contrôleurs aériens au moyen d'installations radar (du moins dans les zones bénéficiant d'une couverture radar). Ceux-ci sont chargés d'assurer la circulation en toute sécurité de tous les avions se déplaçant dans l'espace aérien. L'espace aérien est divisé en zones, le contrôle de chaque zone étant assuré :

- Au décollage et pendant la première minute : par la tour de contrôle ;
- Pendant les cinq premières minutes : par le contrôle d'approche de l'aéroport ;
- Pendant le vol : par les centres de contrôle aériens régionaux des pays traversés (il y en a 5 en France). L'espace aérien d'un contrôle régional est lui-même divisé en espace aérien inférieur (en dessous de 20.000 pieds) et supérieur (au-dessus de 20.000 pieds) et en secteurs plus réduits, chacun étant supervisé par deux contrôleurs sur leur écran-radar. Durant le vol, un avion passe ainsi de secteur en secteur, et de contrôleurs en contrôleurs. Sur l'espace aérien français, un avion traverse un secteur de contrôle en dix minutes environ.



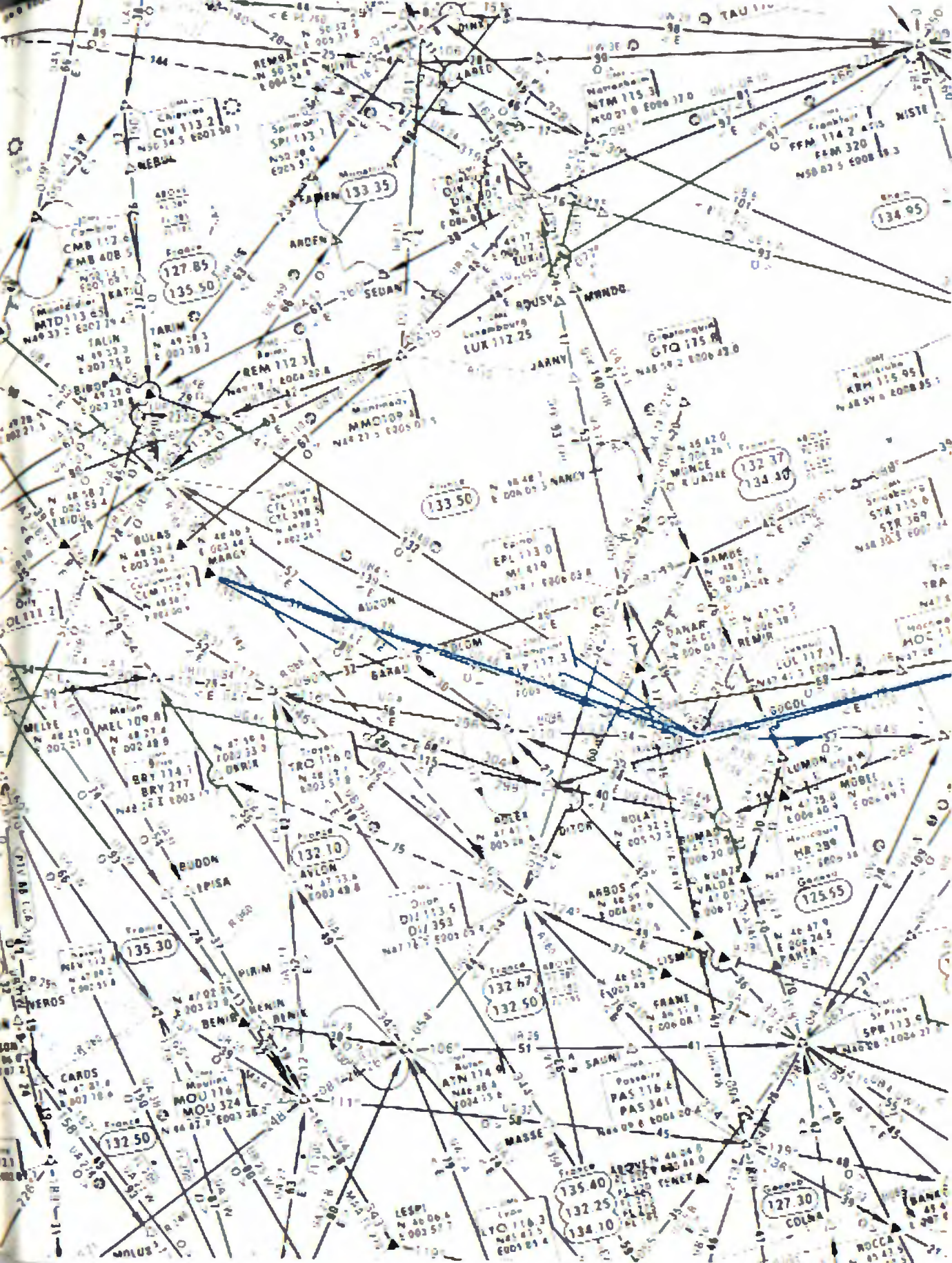
L'avion a atteint son altitude de croisière. L'équipage branche alors le pilote automatique ; ce dernier peut fonctionner suivant plusieurs modes : en mode "stabilisateur" où il conserve le cap, la vitesse et l'altitude de l'avion, et en divers modes plus élaborés où il peut soit amener l'avion à une altitude ou à un cap donné, soit, couplé aux centrales à inertie, suivre une route en passant par 9 points pré-programmés et définis par des coordonnées (latitude et longitude).

Durant le vol, chacun surveille les automatismes ; le mécanicien réalise des relevés périodiques des paramètres du vol. Au fur et à mesure de la progression, l'équipage se tient informé des conditions météorologiques sur les aéroports de dégagement et maintient le contact avec les contrôleurs aériens, prêt à répondre à toute sollicitation de ces derniers (changement de niveau de vol, de vitesse ou de route). Dans les cas où il n'y a pas de couverture radar sur les zones survolées, c'est l'équipage qui fournit régulièrement au contrôle la position de l'avion, en lui communiquant l'heure de passage à la verticale d'une balise VOR donnée.

En cabine, hôtesses et stewards assurent le service à bord.



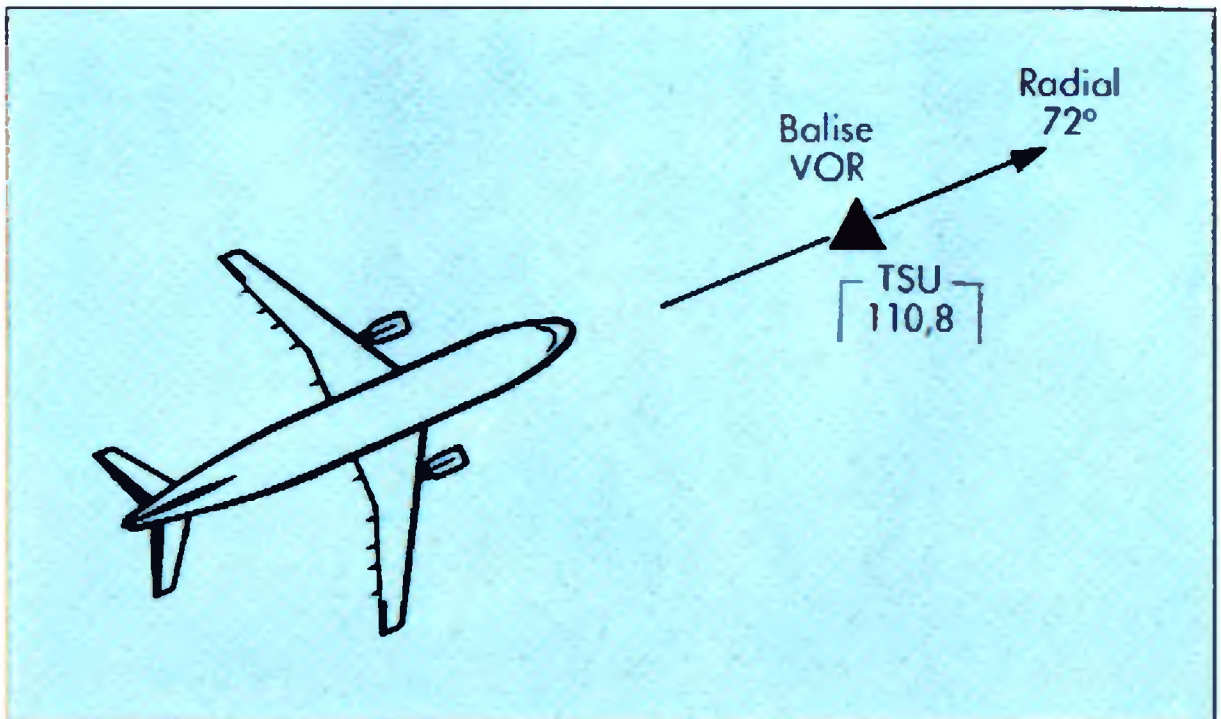




LA NAVIGATION : BALISES VOR ET DME

Les balises VOR (Very High Frequency Omnidirectional Range) sont les systèmes de guidage les plus couramment utilisés en navigation aérienne. Une balise VOR est une station radio très haute fréquence, installée au sol, qui émet une onde de fréquence donnée dans chaque direction, de degré en degré, à l'image des rayons d'une roue de bicyclette, chaque rayon constituant un "radial" de cap donné. Les avions de ligne sont équipés de récepteurs VOR qui leur permettent de recevoir l'onde émise sur un radial donné, et d'indiquer au pilote toute déviation de ce radial. Lorsqu'un pilote souhaite diriger son avion sur une balise en suivant un radial donné, il affiche sur son récepteur VOR la fréquence de la balise (ici 110,8 Mhz) et le radial à suivre (ici 72°).

Le système DME (Distance Measuring Equipment) est un équipement complémentaire qui affiche en permanence la distance qui sépare l'avion de la balise VOR vers laquelle il se dirige.



EN VOL : DIX MINUTES AVANT LE DÉBUT DE LA DESCENTE.

L'avion est alors à environ 100 nautiques de l'aéroport d'arrivée (180 kilomètres).

L'équipage s'informe des conditions météorologiques sur l'aéroport d'arrivée : si celles-ci sont très mauvaises et les perspectives d'évolution pessimistes, le commandant de bord peut décider de se diriger vers l'aéroport de déroutement.

L'équipage procède alors à un briefing d'arrivée et décide de sa trajectoire de descente ; celle-ci dépend de plusieurs facteurs : l'altitude de croisière, la direction des vents, l'orientation de la piste d'atterrissage à utiliser, les restrictions données par la tour de contrôle d'arrivée (un fort trafic nécessitant la mise de l'avion sur un circuit d'attente pourra inciter à retarder la descente afin d'économiser le carburant, l'avion consommant moins en altitude), et la procédure d'approche et d'atterrissage (atterrissage à vue ou aux instruments-ILS). L'équipage a alors un souci, consommer le moins de carburant possible, et une contrainte, le relief du sol ; il examine par ailleurs la procédure à suivre au cas où il serait nécessaire de procéder à une remise de gaz en approche.

L'équipage demande au contrôle l'autorisation de descendre : ce dernier peut alors soit laisser descendre, soit donner une altitude de palier ; il précise l'heure d'approche prévue, s'il y a de l'attente due au trafic ou à la météo et à quel niveau il faudra attendre ; l'équipage pourra alors demander à attendre plus haut et, dans les cas extrêmes, se dérouter sur un terrain de dégagement.

L'équipage effectue alors une "check-list" de descente (consignes lumineuses affichées, pressurisation, ...) et met l'avion en descente soit manuellement, soit en fournissant au pilote-automatique les modifications de trajectoire à réaliser.

DIX MINUTES AVANT L'ATERRISSAGE : L'APPROCHE.

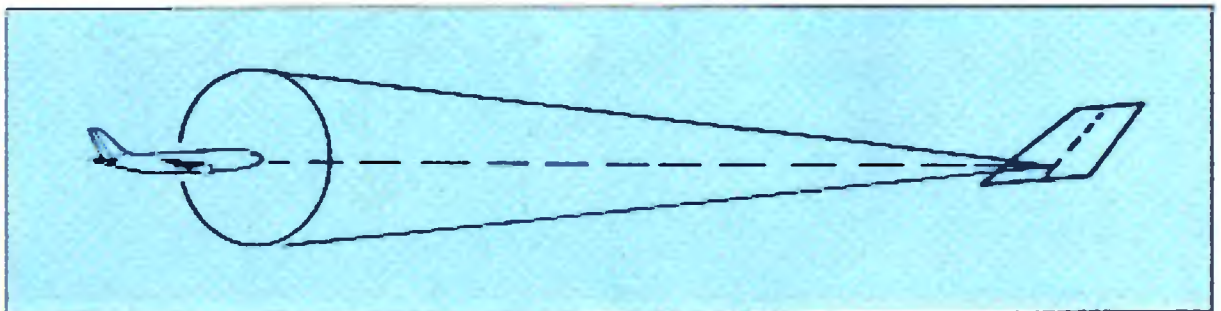
L'avion a été transféré au contrôle d'approche de l'aéroport d'arrivée ; l'équipage a demandé l'autorisation d'approche et l'a reçue ; il effectue alors une importante vérification ("check-list d'approche") comportant entre autres choses le réglage des altimètres en prenant comme référence l'altitude de l'aéroport d'arrivée.

Le pilote automatique est alors débranché ; ceci n'est pas une obligation, en particulier dans le cas où l'atterrissage est réalisé de façon entièrement automatique grâce au système "tous temps" ILS. La procédure d'atterrissage en mode automatique est utilisée par visibilité réduite (125 m minimum), alors que cette visibilité doit être d'au moins 350 m pour un atterrissage manuel.

L'équipage maintient l'avion sur sa trajectoire d'approche et réduit peu à peu sa vitesse.

LE SYSTÈME D'ATERRISSAGE "TOUS TEMPS"-ILS

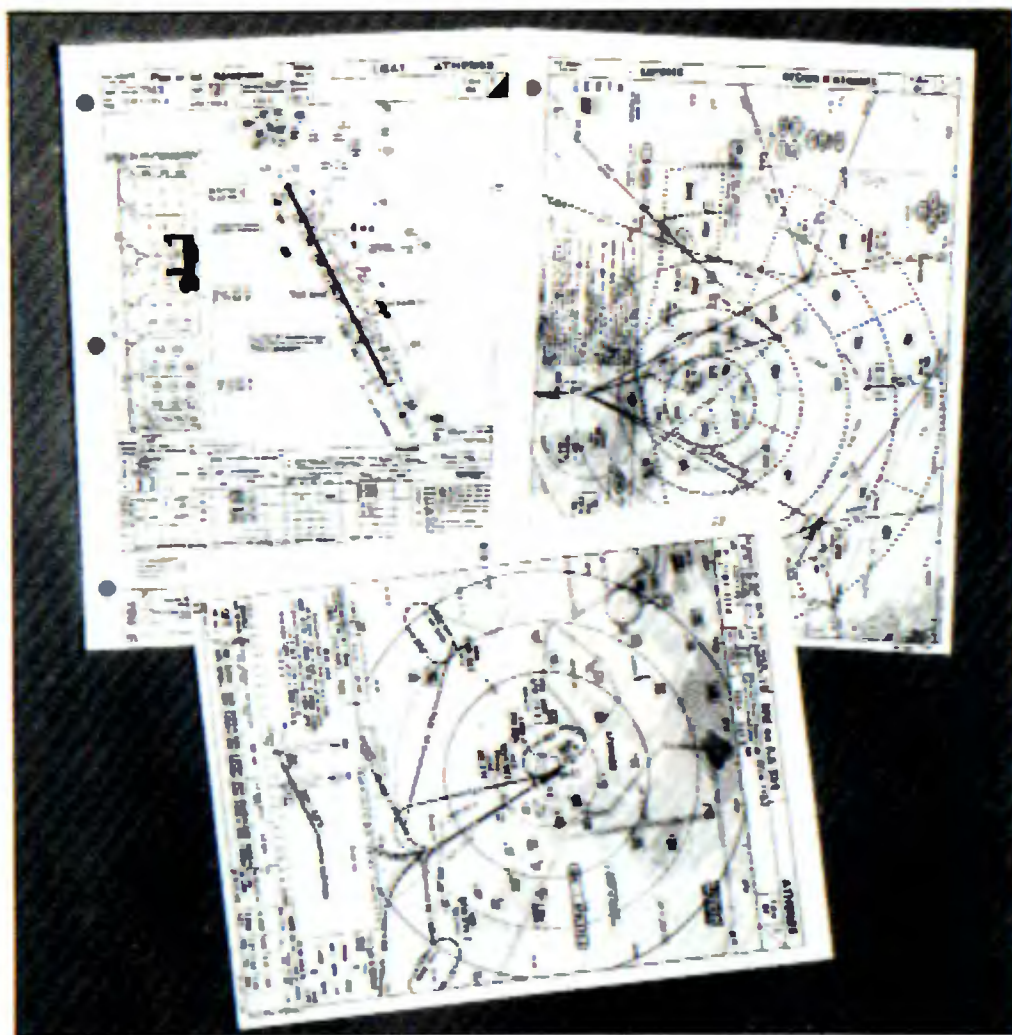
Le système ILS (Instrument Landing System) permet les atterrissages dans des conditions de visibilité réduite (125 mètres minimum). Des émetteurs placés en bout de piste génèrent des faisceaux d'ondes qui constituent le "cône ILS" dont le sommet se situe au sol. A bord de l'avion, un récepteur ILS reçoit les faisceaux et commande des automatismes sophistiqués qui maintiennent en permanence l'avion à l'intérieur de ce cône et le dirigent jusqu'à l'arrivée sur la piste.



TROIS MINUTES AVANT L'ATERRISSAGE

L'avion est transféré à la tour de contrôle qui lui donne le feu vert pour continuer (il faut savoir qu sur certains aéroports très fréquentés, aux heures de pointe de trafic, on peut compter un atterrissage toutes les une à deux minutes ; un avion en approche peut donc recevoir de la tour un ordre de remise des gaz moins d'une minute avant l'impact).

L'équipage sort les volets et le train d'atterrissage, puis réalise une dernière vérification ("check-list d'atterrissage).



L'ATERRISSAGE

Le pilote effectue la fin de l'approche ; la piste d'atterrissage est en vue ; à partir de cent mètres d'altitude, le mécanicien lit à haute voix les indications de la sonde altimétrique.

Lorsque l'appareil va toucher le sol, le pilote réalise la manœuvre d'arrondi (léger cabrage de l'appareil au moment de l'impact afin de diminuer sa vitesse verticale et de toucher la piste en douceur), puis, sitôt l'appareil posé, il déclenche le freinage par inversion de la poussée des réacteurs (des déviateurs envoient le flux des réacteurs vers l'avant), afin de faire chuter la vitesse et d'utiliser ensuite les freins des roues du train d'atterrissage.

L'appareil s'arrête, dégage la piste et roule sur le taxiway en suivant les consignes de la tour de contrôle ; l'équipage réalise alors une "check-list après atterrissage" (rentrée des volets, ...).



AU SOL

La tour de contrôle affecte un point de parking à l'avion et le dirige vers ce point soit par radio, soit par voiture "FOLLOW ME" ("suivez moi"), soit par feux de couleur au sol.

La manœuvre finale consiste pour l'équipage à amener l'avion auprès des passerelles de l'aérogare, dirigé soit par un "batman" (personne au sol indiquant au pilote par des mouvements codés des bras les manœuvres à effectuer), soit par d'autres feux lumineux.

Hôtesse et stewards désarment les toboggans, c'est-à-dire passent les portes en mode d'ouverture manuel.

L'équipage met le frein de parking et coupe les moteurs, puis réalise une dernière vérification ("check-list de fin de vol") : température des freins, moteurs coupés...

Les passagers quittent l'appareil.

DIX MINUTES APRÈS L'ATTERRISSAGE

L'équipage quitte l'avion ou se prépare à un nouveau décollage.

5. GLOSSAIRE

AÉRODYNAMIQUE

Étude de l'écoulement de l'air autour de l'avion.

AILERON

Gouverne qui commande l'inclinaison.

ALTIMÈTRE

Instrument qui mesure l'altitude.

ALTITUDE

Hauteur de l'avion au-dessus du sol.

ASSIETTE

Position angulaire de l'avion par rapport à l'horizontale (cabré ou piqué).

AXE DE DESCENTE

Chemin à suivre pour effectuer l'atterrissage.

BALISE

Point de repère au sol, matérialisé par un émetteur radio-électrique (VOR).

BRAQUAGE

Modification de la position angulaire d'une gouverne.

CABRÉ

Assiette positive, nez dans le ciel.

CAP

Orientation du nez de l'avion; en général, direction de la trajectoire.

CENTRALE DE CAP

Système qui permet de mesurer le cap de l'avion.

CENTRALE DE VERTICALE

Système qui permet de mesurer l'assiette et l'inclinaison de l'avion.

COLLIMATEUR

Système optique qui permet de superposer des symboles lumineux sur le paysage extérieur.

CONFIGURATION

Ensemble des conditions de vol dans lesquelles se trouve l'avion (position angulaire, braquage, gouverne, etc.).

CRASH

Contact un peu brutal avec la planète.

DME

Système radio-électrique qui donne la distance de l'avion par rapport à une balise.

GOVERNE

Surface mobile qui permet de commander les mouvements de l'avion.

GOVERNE DE PROFONDEUR

Commande l'angle d'attaque de l'avion par l'écoulement d'air.

GOVERNE DE GAUCHISSEMENT

Commande l'inclinaison.

GOVERNE DE DIRECTION

Permet de maintenir un écoulement d'air symétrique autour de l'avion en vol, ou de le diriger au sol.

ILS

Système radio-électrique qui donne la position de l'avion par rapport à l'axe de descente vers la piste.

IMPACT

Toucher des roues sur le sol.

INCLINAISON

Angle entre les ailes et l'horizontale.

MÉCANIQUE DU VOL

Étude des mouvements de l'avion en vol.

MOYEN COURRIER

Avion conçu pour être exploité sur des étapes moyennes (1.000 à 4.000 km).

NIVEAU DE VOL

C'est le centième de l'altitude en pieds (ex. : Niveau 50 = 5.000 pieds, 1 pied = 30 cm). Le niveau de vol est utilisé dans tous les échanges radio concernant l'altitude entre le pilote et le sol.

NŒUD

Unité de mesure de la vitesse (1 nœud = 1 mile marin/heure, soit 1,8 km/h).

PALIER

Vol à altitude constante.

PALONNIERS

Pédales dans le poste de pilotage qui permettent au pilote de commander le braquage de la gouverne de direction.

PENTE

Angle entre la trajectoire et l'horizontale (pente positive : l'avion est en montée, pente négative : l'avion est en descente).

PILOTAGE

Actions permettant de diriger l'avion.

PILOTE AUTOMATIQUE

Système qui se substitue au pilote pour maintenir l'avion dans des conditions de vol définies.

PIQUÉ

Assiette négative, nez vers le sol.

SEUIL DE PISTE

Point de la piste où doit normalement se situer l'impact.

SIMULATEUR

Système qui reproduit au sol et le plus fidèlement possible les conditions de vol de l'avion, pour l'entraînement des pilotes.

TRAJECTOIRE

Chemin suivi par l'avion.

TRIM

Système qui permet de braquer progressivement une gouverne sans action au manche.

VARIOMÈTRE

Instrument qui mesure la vitesse verticale de montée ou de descente.

VITESSE D'APPROCHE

Vitesse à laquelle s'effectue toute la phase d'approche vers la piste d'atterrissage.

VITESSE DE CROISIÈRE

Vitesse à laquelle la croisière est effectuée. Cette vitesse est en général calculée pour minimiser la consommation de carburant.

VITESSE DE ROTATION

Vitesse à laquelle on augmente l'assiette de l'avion pour décoller.

VITESSE VERTICALE

C'est la vitesse de montée ou de descente ; si l'avion est en palier, la vitesse verticale est nulle.

VOLETS

Surfaces mobiles qui permettent d'augmenter la portance de l'avion.

VOR

Système radio-électrique qui donne la position de l'avion par rapport à une balise au sol.

NOTES :

NOTES :

CONSEILS D'UTILISATION DES LOGICIELS VIFI NATHAN

Cassettes

IL EST IMPERATIVEMENT RECOMMANDE DANS L'UTILISATION :

- du magnétophone ;

- d'éviter de passer de l'avance rapide au retour rapide et vice versa sans passer par le stop ;
- nettoyer de temps en temps avec un coton imbibé d'alcool (à 90°C) la tête magnétique, les galets d'entraînement et les guides-bandes de votre magnétophone, ou avec une cassette autonettoyante ;

- de la cassette :

- ne pas toucher la bande avec les doigts ;
- protéger de la poussière en rangeant la cassette dans sa boîte ;
- éviter les hautes températures, l'humidité et le voisinage avec les champs magnétiques.

CONDITIONS DE GARANTIE

1 - Conditions générales

De cette cassette, cartouche ou disquette protégée par copyright, toute reproduction directe ou indirecte par quelque moyen électronique, électrique, magnétique, optique, laser, acoustique ou toutes autres technologies similaires existantes ou à venir est strictement interdite sous peine de poursuite.

2 - Conditions de garantie

Cette garantie couvre les défauts de fabrication des composants physiques de la cassette, de la cartouche ou de la disquette, et les erreurs éventuelles de duplication des programmes.

ECHANGE STANDARD DU LOGICIEL CHEZ VOTRE REVENDEUR :

- gratuitement pendant un an à compter de la date d'acquisition pour les cassettes, les disquettes et les cartouches.

CHARGEMENT DU PROGRAMME

- Insérer la cartouche (MEMO 7 ou MEMO 5).
- Mettre le téléviseur et l'ordinateur sous tension.
- Régler le crayon optique (sur MO 5, appuyer sur la touche **RAZ**).
- Sur T07 et T07-70, appuyer sur la touche **1**.
- La page d'en-tête du logiciel s'affiche; frapper n'importe quelle touche pour obtenir l'écran de sélection des options.