

**ARRETE DU MINISTRE DES TRANSPORTS**

**N° 218-96 du 23 ramadan 1416(13 février 1996)**

**Modifiant et complétant l'arrêté du Ministre des Travaux Publics et des Communications n° 487-72 du 24 Avril 1972 fixant le programme d'instruction et le régime des examens pour l'obtention de la Licence de Pilote de Ligne Avion**

**LE MINISTRE DES TRANSPORTS**

VU le décret n° 2.61.161 du 7 Safar 1382 (10 Juillet 1962) portant réglementation de l'Aéronautique Civile tel qu'il a été modifié ou complété, notamment son article 34.

VU l'arrêté n° 738-69 du Ministre des Travaux Publics et des Communications du 25 Kaada 1389 (2 Février 1970) relatif aux licences et qualifications du personnel aéronautique, notamment ses articles 4, 5 et 24.

VU l'arrêté du Ministre des Travaux Publics et des Communications n° 487-72 du 24 Avril 1972 fixant le programme d'instruction et le régime des examens pour l'obtention de la Licence de Pilote de Ligne Avion.

**Sur proposition du Directeur de l'Aéronautique Civile**

**A R R E T E**

**ARTICLE PREMIER** : L'examen exigé pour l'obtention de la licence de pilote de ligne "avion" comprend des épreuves théoriques et des épreuves pratiques en vol. La consistance des épreuves et le programme des connaissances demandées sont précisées dans l'annexe du présent arrêté.

**ARTICLE 2** : La commission d'examen pour l'obtention de la licence de Pilote de Ligne (avion) est composée ainsi qu'il suit :

- Le Directeur de l'Aéronautique Civile : Président
- Le Chef de la Division des Transports Aériens : Membre
- Le chef du Service Technique des Transports Aériens : Membre
- Le Directeur chargé du Personnel Navigant de Royal Air Maroc ou son représentant : Membre

La commission d'examen peut adjoindre d'autres membres en raison de leur compétence.

### **ARTICLE 3 : EPREUVES THEORIQUES.**

Les épreuves théoriques sont subies avant les épreuves pratiques. Les candidats ont la possibilité de se présenter aux épreuves théoriques de deux manières différentes :

1 - Ils peuvent se présenter au cours d'une même session à l'ensemble des épreuves prévues.

2.- Ils peuvent se présenter successivement à l'un des certificats définis en annexe dans un ordre quelconque.

Les candidats déclarés reçus à l'ensemble des épreuves théoriques ou ayant obtenu tous les certificats mentionnés ci-dessus dans une période inférieure à trois ans reçoivent de la commission d'examen un certificat d'aptitude.

### **ARTICLE 4 : EPREUVES PRATIQUES EN VOL;**

Pour être admis à se présenter aux épreuves pratiques en vol, le candidat doit être titulaire du certificat d'aptitude visé à l'article 3 ci-dessus et justifier qu'il a subi de manière satisfaisante et complète l'instruction dont le programme de base est défini en annexe au présent arrêté.

Le programme détaillé de l'instruction ainsi que les moyens mis en oeuvre pour son exécution doivent être approuvés par le Directeur de l'Aéronautique Civile.

A l'issue de cette instruction, le candidat est présenté aux épreuves pratiques en vol par l'instructeur Pilote de Ligne ayant dispensé, dirigé ou achevé la formation, qui certifie que ce candidat possède les connaissances professionnelles et pratiques du niveau de la Licence de Pilote de Ligne.

Les épreuves pratiques en vol sont définies en annexe au présent arrêté ; Elles sont passées sur un avion multiturbine requérant la licence de Pilote de Ligne pour l'exercice de la fonction Commandant de Bord en transport public ou sur un avion qui a des performances démontrées au moins équivalentes et dont le choix est approuvé par la commission d'examen; elles ont lieu en présence d'un Examineur choisi par le Président de la commission sur la liste des Examineurs agréés et d'un Instructeur choisi par l'organisme qui a préparé le candidat à ces épreuves.

Un certificat d'aptitude est délivré au candidat ayant satisfait aux épreuves en vol. Ce certificat a une validité de six mois.

Un candidat peut se présenter plusieurs fois aux épreuves en vol. Aucune durée minima n'est fixé à priori entre deux tentatives,

mais le Président de la Commission peut déclarer irrecevable la demande d'un candidat qui, ayant précédemment échoué, ne se serait pas suffisamment entraîné depuis lors.

**ARTICLE 5** : La Direction de l'Aéronautique Civile est chargée de l'organisation des examens théoriques et pratiques ; à ce titre, elle reçoit les candidatures, fixe la date des examens et assure la convocation des candidats.

**ARTICLE 6** : Le Directeur de l'Aéronautique Civile est chargé de l'exécution du présent Arrêté, qui sera publié au Bulletin Officiel.

**RABAT, LE 23 RAMADAN 1416**

**(13 Février 1996)**

**ESSAID AMASKANE**

## A N N E X E

### TITRE 1

#### EPREUVES THEORIQUES

##### ARTICLE 1 : Consistance des épreuves

1.- Les candidats peuvent se présenter au cours d'une même session à l'ensemble des épreuves ou successivement à l'un des certificats définis ci-dessous. Les durées des épreuves sont fixées comme suit:

C E R T I F I C A T		
		DUREE
ECRITS	DROIT AERIEN.....	2 Heures
	REGLEMENTATION .....	2 Heures
	NAVIGATION GENERALE .....	3 Heures
	NAVIGATION TRANSOCEANIQUE ET POLAIRE ..	2 Heures
	AEROTECHNIQUE AVION A .....	2 Heures
	AEROTECHNIQUE AVION B .....	2 Heures
	TECHNIQUE DU VOL AVION .....	3 Heures
	METEOROLOGIE .....	2 Heures
	FACTEURS HUMAINS .....	1 Heure
ECRITS & ORAL	ANGLAIS .....	2 Heures

2.- Chaque épreuve est notée sur 20. Lorsque l'épreuve est sous forme de questions à choix multiple, la commission d'examen détermine la méthode de correspondance entre la notation des

questions à choix multiple et la note définitive sur 20.

Pour être reçu à un certificat, le candidat doit avoir obtenu au moins la moyenne de 10 sur 20.

## **ARTICLE 2 : PROGRAMME DES CONNAISSANCES EXIGEES.**

### **SYMBOLES**

Les symboles suivants sont utilisés pour servir de guides aux candidats et examinateurs.

#### **E = Evaluation**

Connaissance essentiellement qualitative ou compréhension dans ces grandes lignes d'une idée générale.

#### **A = Application**

Connaissance assez complète de la question tant sur le plan théorique que sur le plan pratique et pouvant donner lieu à des applications numériques et à des exercices pratiques.

#### **RP = Rapidité et précision :**

Dans les déterminations numériques. Ce symbole implique obligatoirement l'aptitude "A" - Application.

#### **P = Pratique :**

De la mise en oeuvre d'instruments classiques, de techniques courantes, de procédures, etc...

### **1°/ DROIT AERIEN:**

#### **1. Notions générales de droit**

E

Les sources du droit du travail et leur hiérarchie : lois et décrets, statuts, conventions collectives, accords d'entreprises, contrat de travail (notions générales).

Droits civil et pénal.

E

Notions adaptées à l'aéronautique sur :

- le droit civil ;
- le droit pénal et la procédure pénale.

Autorité, responsabilité civile et pénale du  
Commandant de Bord.

A

## **2. Sources du droit aérien**

E

La législation nationale.

Contenu et portée des principales conventions  
internationales : Chicago, Varsovie, Tokyo,  
La Haye, Montréal.

Le Traité de Rome et l'Acte unique européen  
(données générales).

## **3. L'Administration Marocaine chargé de l'Aviation Civile**

E

## **4. Transport Aérien**

E

Le Transport aérien public et les entreprises  
marocaines de transport aérien.

Le transport international :

- Les accords bilatéraux et multilatéraux (entre  
Etats, entre compagnies);
- L'exploitation des services réguliers et les  
transports non-réguliers.

A N N E X E

TITRE 1

EPREUVES THEORIQUES

**ARTICLE 1 : Consistance des épreuves**

1.- Les candidats peuvent se présenter au cours d'une même session à l'ensemble des épreuves ou successivement à l'un des certificats définis ci-dessous. Les durées des épreuves sont fixées comme suit:

C E R T I F I C A T		
		DUREE
ECRITS	DROIT AERIEN.....	2 Heures
	REGLEMENTATION .....	2 Heures
	NAVIGATION GENERALE .....	3 Heures
	NAVIGATION TRANSOCEANIQUE ET POLAIRE ..	2 Heures
	AEROTECHNIQUE AVION A .....	2 Heures
	AEROTECHNIQUE AVION B .....	2 Heures
	TECHNIQUE DU VOL AVION .....	3 Heures
	METEOROLOGIE .....	2 Heures
	FACTEURS HUMAINS .....	1 Heure
ECRITS & ORAL	ANGLAIS .....	2 Heures

2.- Chaque épreuve est notée sur 20. Lorsque l'épreuve est sous forme de questions à choix multiple, la commission d'examen détermine la méthode de correspondance entre la notation des questions à choix multiple et la note définitive sur 20.

Pour être reçu à un certificat, le candidat doit avoir obtenu au moins la moyenne de 10 sur 20.

**ARTICLE 2 : PROGRAMME DES CONNAISSANCES EXIGEES.**

**SYMBOLES**

Les symboles suivants sont utilisés pour servir de guides aux candidats et examinateurs.



**E = Evaluation**

Connaissance essentiellement qualitative ou compréhension dans ces grandes lignes d'une idée générale.

**A = Application**

Connaissance assez complète de la question tant sur le plan théorique que sur le plan pratique et pouvant donner lieu à des applications numériques et à des exercices pratiques.

**RP = Rapidité et précision :**

Dans les déterminations numériques. Ce symbole implique obligatoirement l'aptitude "A" - Application.

**P = Pratique :**

De la mise en oeuvre d'instruments classiques, de techniques courantes, de procédures, etc...

**1°/ DROIT AERIEN:**

**1. Notions générales de droit**

E

Les sources du droit du travail et leur hiérarchie :

lois et décrets, statuts, conventions collectives, accords d'entreprises, contrat de travail (notions générales).

Droits civil et pénal.

E

Notions adaptées à l'aéronautique sur :

- le droit civil ;
- le droit pénal et la procédure pénale.

Autorité, responsabilité civile et pénale du Commandant de Bord.

A

## **2. Sources du droit aérien**

E

La législation nationale.

Contenu et portée des principales conventions internationales : Chicago, Varsovie, Tokyo, La Haye, Montréal.

Le Traité de Rome et l'Acte unique européen (données générales).

## **3. L'Administration Marocaine chargé de l'Aviation Civile**

E

## **4. Transport Aérien**

E

Le Transport aérien public et les entreprises marocaines de transport aérien.

Le transport international :

- Les accords bilatéraux et multilatéraux (entre Etats, entre compagnies);
- L'exploitation des services réguliers et les transports non-réguliers.

## **5. Statuts de l'Aéronef**

E

Le registre d'immatriculation.

Les Effets Juridiques de l'Immatriculation.

L'hypothèque aérienne.

La location d'aéronef et le crédit-bail.

Les différents cas de saisie des aéronefs.

## **6. L'Entreprise de Transport Aérien**

E

Le statut juridique d'entreprise et les différentes formes de sociétés, le cas particulier de ROYAL AIR MAROC.

Le Contrôle de l'Etat.  
Les Autorisations de Transport Aérien Public.  
Le principe et l'étendue des droits de trafic.

## **7. Les Contrats de Transport Public**

E

Propriétaire, transporteur et exploitant.  
Le billet de passage et le bulletin de bagages.  
La lettre de Transport Aérien (L.T.A.).  
La Convention de Transport combiné.  
L'endos des titres de transport.

## **8. La responsabilité du Transport Aérien**

A

Responsabilité civile vis-à-vis des passagers.  
Responsabilité civile vis-à-vis des tiers non passagers, en particulier à la surface.  
Responsabilité civile pour les marchandises transportées (notions).  
Notions sur les assurances aériennes.

### **2°/ REGLEMENTATION :**

Sous cette rubrique, la lettre A est employée quand le candidat devra avoir une bonne connaissance des textes de base correspondants.

La lettre E est employée quand il aura à connaître l'esprit et les idées essentielles des questions sans avoir à en connaître les détails.

#### **1.**

#### **Généralités**

- 1.1. Administration Marocaine de l'Aviation Civile E
- 1.2. L'Organisation de l'Aviation Civile Internationale. E  
Annexes techniques à la Convention de Chicago.
- 1.3. Le code de l'Aviation Civile (Divisions, utilisation). E
- 1.4. L'Aéronef. A
  - 1.4.1. Définition - Catégorie.
  - 1.4.2. Immatriculation, nationalité.
  - 1.4.3. Navigabilité - Certificat de navigabilité et certificat

de limitation de nuisance : Certificat de type, certificat individuel, laisser-passer, délivrance, validité, retrait.

1.4.4. Incidents et accidents aériens (rapports d'équipage, enquête).

## **2. Circulation Aérienne**

- 2.1. Organisation de la Circulation Aérienne A
- 2.2. Règles de l'Air. A
  - 2.2.1. Règles Générales.
    - 2.2.1.1. Action préliminaire au vol.
    - 2.2.1.2. Protection des personnes et des biens.
    - 2.2.1.3. Prévention des abordages.
    - 2.2.1.4. Plan de vol (dépôt obligatoire ou non teneur, modifications, clôture).
    - 2.2.1.5. Signaux lumineux et visuels - Cas de détresse - Signaux d'interception.
    - 2.2.1.6. Observations en vol.
    - 2.2.1.7. Conditions de vol dangereuses et anormales.
  - 2.2.2. Règle de vol à vue.
  - 2.2.3. Règles de vol aux instruments (cas de la panne radio).
- 2.3. Service de la Circulation Aérienne. A
  - 2.3.1. Service du Contrôle.
    - 2.3.1.1. Généralités.  
Divisions de l'espace aérien ;  
Autorisation de contrôle de la circulation aérienne au départ, en vol).  
Autorisation V.M.C. - Approche à vue.  
Espacements (types d'espacements, exemples) ;  
Transfert de contrôle (notions) ;
    - 2.3.1.2. Service de contrôle régional.
    - 2.3.1.3. Service de contrôle d'approche.
    - 2.3.1.4. Service de contrôle d'aérodrome.

- 2.3.2. Service d'information de vol.
- 2.3.3. Service d'alerte : organisation, différentes phases
- 2.4. Organismes de la circulation aérienne (notions). E
- 2.4.1. Généralités sur l'organisation et le fonctionnement des organismes de la circulation aérienne.
- 2.4.2. Utilisation du radar primaire.
- 2.4.3. Utilisation du radar secondaire.
- 2.4.5. Régulation du trafic aérien.
- 2.4.6. Coordination entre circulations civile et militaire.
- 2.4.7. Compte rendu Airmis.- Réclamations, suggestions.
- 2.5. Autres services rendus aux aéronefs. A
- 2.5.1. Service d'information aéronautique, documents.
- 2.5.2. Service de recherches et de sauvetage.
- 2.5.3 informations en vol : Atis, Volmet, Sigmet;

### **3. Infrastructure aéronautique.**

- 3.1. Utilisation des aérodromes et aérosurfaces. A
- 3.1.1. Classification des aérodromes suivant l'usage.
- 3.1.2. Atterrissage et décollage des aéronefs hors des aérodromes. A
- 3.2. Caractéristiques des aérodromes ( notions). E
- 3.2.1. Classification des aérodromes suivant les caractéristiques.
- 3.2.2. Pistes et bandes.
- 3.2.3. Surfaces de dégagements d'obstacles.
- 3.2.4. Force portante des pistes.
- 3.3. Equipement des aérodromes ( notions) E
- 3.3.1. Balisage.
- 3.3.2. Signalisation.
- 3.3.3. Sécurité incendie.

#### **4. Exploitation des aéronefs**

- 4.1. Aménagements et équipements des aéronefs.
- 4.1.1. Aménagements et équipements de sécurité. A
- 4.1.2. Equipements concernant certaines circonstances de vol (liste minimale des équipements).
  - 4.1.2.1. Vol aux instruments, vol de nuit, vol en atmosphère givrante. A
  - 4.1.2.2. Survol de l'eau et des régions inhospitalières. A
  - 4.1.2.3. Vol à haute altitude. A
- 4.1.3. Equipements radioélectrique A
- 4.1.4. Autres équipements : enregistrements de bord. A
- 4.1.5. Equipements de secours, issues de secours, plan d'armement. A
- 4.2. Règlementation concernant le transport. A
  - 4.2.1. Transport des passagers.
    - 4.2.1.1. Poids forfaitaires.
    - 4.2.1.2. Transport des enfants.
  - 4.2.2. Transport des marchandises et matériels divers.
    - 4.2.2.1. Transports interdits.
    - 4.2.2.2. Transports réglementés.-Transport et usage des appareils photographiques et cinématographiques. Matières dangereuses et animaux infectés.
- 4.3. Règlementation concernant l'exploitation. A
  - 4.3.1. Notions sur les procédures d'attente et d'approche aux instruments.
  - 4.3.2. Utilisation des aérodrômes par mauvaises conditions météorologiques. Règlementation des minimums opérationnels.
  - 4.3.3. Détermination des quantités de carburants et de lubrifiants à embarquer.
  - 4.3.4. Manuel d'exploitation, documents de bords,

documentation en général.

- 4.4. Entretien des aéronefs. A
- 4.4.1. Généralités.-Manuels d'entretien.-  
Documents d'entretien.-  
Contrôle de l'entretien par l'Etat.
- 4.4.2. Organisation de l'entretien.-Potentiels.-Visites.-  
Vols de contrôle.- Evolution de l'organisation de  
l'entretien.

## **5. Personnel navigant**

A

- 5.1. Licences et qualifications.
- 5.1.1. Définitions .- Liste des Licences et qualifications.
- 5.1.2. Composition des équipages.
- 5.1.3. Conditions de délivrance et de renouvellement des  
licences et qualifications intéressant le personnel  
navigant technique.- Privilèges correspondants.
- 5.1.4. Maintien et contrôle des compétences.
- 5.2. Statut du personnel navigant professionnel.
- 5.2.1. Relations entre le personnel navigant et l'Etat.
- 5.2.1.1. Inscription aux registres.
- 5.2.1.2. Infractions.- Conseil de discipline.- Sanctions.-  
Procédures de recours.-
- 5.2.2. Relations entre le personnel navigant et l'employeur.
- 5.2.2.1. Contrat de travail.
- 5.2.2.2. Durée du travail.
- 5.2.3. Autorité et responsabilité du Commandant de Bord  
(aspects pratiques).

## **6. Télécommunications**

- 6.1. Fréquences radio. E
- 6.1.1. Fréquence principale et fréquence secondaire.

- 6.1.2. Plan des fréquences VHF et HF.
- 6.1.3. Portées d'utilisation des fréquences assignées aux différents services de la circulation aérienne et au contrôle d'opérations des compagnies.
- 6.2. Méthodes d'exploitation et radiotéléphonique A
- 6.2.1. Catégorie des messages et ordre de priorité.
- 6.2.2. Phraséologie
- 6.2.3. Procédure selcal.
- 6.2.4. Procédure de détresse.
- 6.2.5. Procédure d'urgence.
- 6.2.6. Abréviations et signaux d'usage courant.
- 6.2.7. Composition des messages - Etablissement du contact. corrections et répétitions.
- 6.2.8. Collationnement.
- 6.2.9. Méthode de communication.

### **3°/ NAVIGATION GENERALE:**

#### **1. Généralités.**

- 1.1. Le globe terrestre.
- 1.1.1. Repères fondamentaux. E
- 1.1.2. Distances : unités usuelles RP
- 1.1.3. Magnétisme terrestre : déclinaison, déviation et variation du compas. RP
- 1.1.4. Caps, gisements, relèvements, dérive, route vraie: transformation des gisements en relèvements et vice versa. A
- 1.1.5. Variation de la minute d'arc d'un parallèle avec la latitude. A
- 1.2. Les cartes aéronautiques
- 1.2.1. Définition des propriétés des cartes (conformité,



	équivalence, équidistance), classification des canevas.- Echelle d'une carte.	E
1.2.2.	Canevas Mercator direct : propriété, construction et utilisation.	E
1.2.3.	Canevas Mercator oblique et transverse:utilisation.	E
1.2.4.	Canevas conique conforme Lambert : Propriétés, construction et utilisation.	A
1.2.5.	Canevas stéréographique polaire : utilisation.	E/P
1.3.	Les routes.	E
1.3.1.	Loxodromie : propriétés et éléments.	E
1.3.2.	Orthodromie : propriétés et éléments.	E
1.3.3.	Convergence des méridiens sur la terre et correction de Givry.	A

## **2- Navigation estimée.**

2.1.	Le triangle des vitesses : détermination de la vitesse sol, de la dérive et du vent.	RP
2.2.	Mesure des éléments de l'estime.	A
2.2.1.	Mesure de l'altitude : réglages, corrections,erreurs.	
2.2.2.	Détermination de la température.	
2.2.3.	Détermination de la vitesse propre.	
2.2.4.	Détermination du nombre de mach.	
2.3.	Résolution des problèmes courants de l'estime sur les cartes Mercator et Lambert.	
2.4.	Usage pratique des moyens de calcul pour les problèmes de navigation estimée.	
2.5.	Calcul de la distance franchissable, du rayon d'action, des points et heures équitemps sur un parcours, du point de non-retour.	
2.6.	Diverses incertitudes de l'estime et moyens pratiques de les réduire.	E

### **3. Navigation radio-électrique**

- 3.1. Différents lieux radio-électriques.
- 3.2. Détermination du point par relèvements radio-électriques utilisation pratique sur carte Lambert. A

### **4. Navigation par inertie**

- 4.1. Principe d'utilisation du calculateur. E
- 4.2. Procédures d'alignement. A
- 4.3. Utilisation, erreurs. E/P

### **5. Cosmographie**

- 5.1. Généralités sur les mouvements réels et apparents des corps célestes - Cas particulier de la lune (phases). E/P
- 5.2. Mouvements saisonniers et apparents du soleil : cas de l'observateur en vol, notamment aux hautes latitudes. E/P
- 5.3. Définition du temps et utilisation : temps civil, temps du fuseau, temps légal, temps universel coordonné. RP

### **6. Notions sur les nouveaux procédés de navigation**

- 6.1. Navigation par satellite. E
- 6.2. Navigation de zone. - Systèmes utilisés. - Précision.

### **7. Gestion du vol** P

- 7.1. Conduite générale de la navigation en vol, tenue et exploitation du journal de navigation.

- 7.2. Préparation du voyage.- Plan de vol.-  
Choix des routes et des altitudes.-  
Prise en compte de la situation des terrains  
de dégagement.

#### **4°/ NAVIGATION TRANSOCEANIQUE ET POLAIRE.**

##### **1. Magnétisme terrestre**

- 1.1. Particularités du magnétisme en zones polaires. A

##### **2. Les routes**

- 2.1. Routes polaires : grille, but et utilisation,  
calcul route et cap grille. A

##### **3. Navigation estimée**

- 3.1. Résolution sur les cartes stéréographiques polaires  
directes des problèmes courants de l'estime. RP
- 3.2. Point équitemps. Point de non-retour : RP  
Calculs et tracés.

##### **4. Navigation radioélectrique**

- 4.1. Détermination du point par relèvements radio-  
électriques et utilisation pratique sur cartes  
Mercator et stéréographique polaire directe. A
- 4.2. Utilisation des moyens radioélectriques en zone  
Polaire. A

##### **5. Navigation de secours**

- 5.1. Navigation en gyro libre : A  
Calage compas en gyro libre, recalage.  
Choix du moyen primaire de navigation de secours,

cap ou I.N.S.

Recoupements

Principe et utilisation du système de correction de la précession total.

## **6. Cosmographie**

- 6.1. Les éphémérides aéronautiques : description et usage. E/P
- 6.2. Coordonnées sur la sphère locale et la sphère céleste: relations entre les coordonnées. A
- 6.3. Orientation astronomique en secours.  
Observation des astres en navigation en mode Cap, en mode inertie. A

## **7. Espaces MNPS** E

Définition  
Limites géographiques.  
Règlementation  
Consignes.

## **8. Route de temps minimum (R.T.M.)** E/P

Définition  
Détermination du tracé de la R.T.M.

## **5°/ AEROTECHNIQUE AVION A**

### **(Cellule-Moteurs-Circuits)**

**Nota :-** Les notions théoriques de résistance des matériaux, d'électricité générale, d'électronique générale et de thermodynamique, sont supposées connues et leur utilisation peut être nécessaire au niveau des questions d'examen.

## 1. Technologie cellule

- 1.1. Alliages et matériaux utilisés en construction aéronautique. E
- 1.2. Voilure :
- Efforts appliqués à la voilure en vol et au sol E
  - Structure et modes de construction E
  - Dispositifs hypersustentateurs (fonctionnement). A
  - Freins aérodynamiques (fonctionnement). A
  - Les vibrations : leurs causes, leurs conséquences suivant l'écoulement (supersonique, transonique, sonique local). E
  - Notions de flottement. E
- 1.3. Fuselage :
- Efforts appliqués au fuselage. E
  - Structure et mode de construction. E
  - Cabines étanches : résistance et étanchéité, passage des commandes, portes, hublots, panneaux de décompression. E
  - Assemblage voilure, fuselage. E
- 1.4. Empennages et gouvernes :
- Efforts appliqués E
  - Structure et mode de construction. E
  - Etude des différents systèmes de compensation A
    - Compensation des régimes.
    - Compensation d'évolution.
    - Plan horizontal réglable.
    - Equilibrage des gouvernes. E
    - Vibration des gouvernes et flottement "flutter" E

-Le concept de commandes de vol automatiques généralisées

- 1.5. Nacelles moteurs : divers types et assemblage avec l'avion. E

## **2. Equipements et circuits.**

- 2.1. Equipements et circuits hydrauliques E

2.1.1. Généralités et principe de fonctionnement :  
Liquides hydrauliques.  
Notions de pression débit.  
Unités utilisées. Equivalence.

2.1.2. Généralités sur les éléments principaux des circuits de génération :  
Pompes, régulateur, bâches et accumulateur, échangeur, filtres, clapets-anti-retour, vannes.  
Schéma simple du circuit hydraulique sur un avion moderne permettant un fonctionnement normal.

2.1.3. Dispositif de commande, de contrôle et d'alarme.

2.1.4. Circuit de secours :  
Les circuits complétant le circuit normal.

- 2.2. Equipements et circuits électriques E

2.2.1. Généralités et principe de fonctionnement

2.2.2. Généralités sur les éléments des circuits de génération électrique :  
L'alternateur à fréquence fixe  
Transmission à vitesse constante (C.S.D.).  
Éléments de contrôle du C.S.D.  
Tensions et fréquences normalisées  
Raison du choix de 400 Hz.  
L'alternateur et le couplage sur le réseau  
Relais d'excitation, de ligne, de couplage  
Transformateur. Convertisseur statique  
Génératrice à courant continu.-Batterie.  
Alimentation par groupe de parc.  
Bilan de l'énergie électrique à bord de l'avion.

2.2.3. Schéma du circuit de distribution.  
Schéma de circuit alternatif 115 V/400 Hz, 28V/400Hz.  
Schéma de circuit continu.

2.2.4. Dispositifs de commande et contrôle.

- Dispositifs de contrôle. Détecteur de défaut :
- sous-tension, surtension ;
  - sous-excitation, surexcitation ;
  - sous - vitesse , survitesse ;
  - sous-fréquence , surfréquence ;
  - décrabotage.
- Protection, isolement.  
Instruments de contrôle.
- 2.2.5. Circuits de secours :  
Cas de panne. Perte d'alternateurs, Bilan électrique.
- 2.2.6. Compréhension d'un circuit électrique simple  
(circuit avion)
- 2.3. Commandes de vol : E  
Efforts à transmettre, servocommandes..  
Différents systèmes d'asservissement :  
Commandes réversibles et irréversibles, propriétés  
de la chaîne d'asservissement.  
Dispositif de sensation musculaire.  
Commandes de vol électriques.
- 2.4. Atterrisseurs : E  
Efforts appliqués à l'atterrisseur. E  
Différents types d'atterrisseurs et amortisseurs: E  
.description ; E  
.cinématique ; E  
.Circuits de commande; E  
.Freinage ; A  
.dispositif de contrôle de freinage ; A  
.pneumatique ; E  
.système de contrôle de pression et température ; E  
.mesure de masse et centrage. E
- 2.5. Circuit carburant. E
- 2.5.1. Généralités et principe de fonctionnement.  
Différents types de carburant.  
Schéma type d'un circuit carburant.  
Notion de pression, Basse pression, Haute pression.
- 2.5.2. Généralités sur les éléments principaux d'un  
circuit carburant :  
Réservoir.  
Echangeur huile/carburant.Réchauffeurs.  
Pompes.  
Systèmes de sécurité sur les pleins de carburant.  
Circuit de vidange rapide.  
Circuits d'alimentation et de transfert.
- 2.5.3. Circuits de commande et de contrôle.  
Jaugeage, débitmètres.

- 2.6. Circuit de conditionnement d'air. E
- 2.6.1. Généralités et principe de fonctionnement:
  - Rappel sur les unités de pression.
  - Equivalence entre les unités de pression.
  - Force exercée sur les parois d'une cellule.
  - Principe de pressurisation, climatisation, ventilation.
  - Génération d'air.
  - Schéma type de conditionnement d'air.
  - Bloc diagramme de pressurisation.
  - Bloc diagramme de climatisation .
- 2.6.2. Généralités sur les éléments principaux d'un circuit de conditionnement d'air.
  - 2.6.2.1. Eléments de pressurisation :
    - Contrôleurs de pressurisation.-Différents types.
    - Vannes régulatrices de débit, vanne de décharge.
  - 2.6.2.2. Eléments de climatisation :
    - Groupe de climatisation.
    - Vannes régulatrices de débit.
    - Sondes de température.
    - Différents types de ventilation (venturi, système de ventilation, ventilateur de recirculation d'air).
    - Echangeurs.
- 2.6.3. Dispositif de commande, contrôle et sécurité :
  - Réglage et mise en oeuvre de la pressurisation et du conditionnement d'air.
  - Altitude maxi.
  - Protections : surchauffe, givrage.
  - Chauffage par zones.
  - Régularisation automatique.
- 2.6.4. Dispositif de secours.
  - Pressurisation.- Commande manuelle.-
  - Alimentation électrique de secours des soupapes.
  - Surpression.- Dépression.- Vario excessif.
  - Climatisation.- Commande manuelle. E
- 2.7. Circuit de protection contre le givrage. E
- 2.7.1. Généralités et schémas types des circuits de protection contre le givrage.
- 2.7.2. Eléments principaux d'un circuit de protection contre le givrage:
  - Sonde.
  - Pitots.
  - Glace pare-brise.
  - Régulateur de chauffage glace pare-brise.



- 2.7.3. Dispositif de commande et contrôle.  
Surchauffe.  
Défaut d'ouverture ou de fermeture des vannes.
- 2.8. Circuit de protection contre l'incendie. E
- 2.8.1. Généralités et principe de fonctionnement.  
Différents types de feux.  
Conditions d'établissement d'un feu.  
Particularités de chaque zone.  
Schéma de protection contre l'incendie.  
Circuit de détection d'incendie.  
Circuit de détection des fumées.  
Circuit d'extinction.
- 2.8.2. Principaux éléments intervenant dans les circuits de détection et d'extinction.  
Sondes.  
Lignes de détection.-Doubles boucles.  
Boîtiers de contrôle.  
Extincteurs.-Différents types.
- 2.8.3. Eléments de commande, contrôle et sécurité.  
Circuit électrique de percussion extincteurs.  
Circuit de contrôle.  
Alimentation et protection du circuit.  
Expansion thermique.
- 2.9. Circuit oxygène. E
- 2.9.1. Généralités et principe de fonctionnement. E  
Raréfaction de l'oxygène en fonction de l'altitude.  
Influence de l'oxygène sur le corps humain.  
Délais d'intervention.  
Précautions d'emploi.  
Schémas types.  
Circuit équipage.  
Circuit passagers.  
Circuit individuel.
- 2.9.2. Eléments principaux d'un circuit d'oxygène.  
Bouteilles d'oxygène.- Différents types.  
Régulateur.- Détendeur.  
Masques.
- 2.9.3. Système de génération chimique.
- 2.9.4. Système de commande, contrôle et sécurité.  
Sécurité en fonction de l'altitude cabine.

### **3. Entretien des avions-Fiabilité:Critères retenus**

4. Technologie propulseur

4.1. Propulseurs. E

4.1.1. Le turboréacteur.

4.1.1.1. Etude générale du fonctionnement thermodynamique.  
Cycle théorique et réel.  
Evolution des paramètres dans le turboréacteur.  
Poussées, puissances, rendements, Consommation spécifique.  
La compression:  
Différents types de compresseurs.- Etude d'un étage de compression sur un compresseur axial. Fonctionnement et adaptation du compresseur. Pompage.  
La combustion : caractéristiques générales et rendements de combustion.  
La détente : étude d'un étage de turbine.- Tuyères à section fixe ou variable.  
Principe du turboréacteur à double flux.

4.1.1.2. Technologie du turboréacteur.  
Problèmes posés par la réalisation des entrées d'air.  
Technologie d'un compresseur centrifuge et axial.  
Technologie des chambres de combustion.  
Technologie de la turbine.  
Technologie des dispositifs spéciaux de tuyère.  
Circuits et accessoires.  
Démarrage :  
Problèmes posés par le démarrage des turboréacteurs.  
Dispositifs de démarrage. Les démarreurs.  
  
Allumage :  
- allumage H.T.  
- allumage H.E.  
- rallumage en vol.  
La régulation :  
- fonctions devant être assurées par le dispositif de régulation ;  
- principe de régulation ;  
- système de régulation (régulation électronique)  
Les dispositifs anti-pompage.  
Fonctions devant être assurées par le circuit d'huile.  
Circuits types de graissage. Différents types de lubrifiant.  
Refroidissement et ventilation. Circuits internes et externes.  
Prélèvements d'air (pour dégivrage, réchauffage, pressurisation, etc)

Les inverseurs de poussée.

4.1.2. Le turbopropulseur.

4.1.2.1. Etude du fonctionnement thermodynamique.  
Puissance, rendements, consommation spécifique, poussée résiduelle.

4.1.2.2. Technologie du turbopropulseur :

Accouplement turbine-hélice.

Le réducteur.

L'hélice.

-Problèmes particuliers au turbopropulseur ;

-système d'inversion de pas ;

-petit pas sol ;

-freins d'hélice.

Circuits et accessoires :

- démarrage ;

- allumage ;

- régulation, fonctions devant être assurées par le

dispositif de régulation. Le régulateur de combustible. Le régulateur d'hélice.

- liaison régulateur de combustible - régulateur d'hélice.

4.2. Technique d'utilisation du propulseur.

A

4.2.1. Le turboréacteur.

Paramètres de base pour la conduite moteur :

limitations.

Fonctionnement au point fixe : démarrage. Courbes caractéristiques.

Influence des conditions extérieures. Moyens utilisés pour améliorer les performances.

Ralenti sol.

Fonctionnement en vol : courbes caractéristiques.-

Influence des conditions extérieures. -Ralenti vol-

Conditions de rallumage en vol.

4.2.2. Le turbopropulseur :

Paramètres de base pour la conduite moteur, limitations.

Fonctionnement au point fixe : démarrage. Courbes caractéristiques.

Influence des conditions extérieures. Moyens utilisés pour améliorer les performances.

Fonctionnement en vol : Courbes caractéristiques.

Influence des conditions extérieures. Conditions de rallumage en vol.

## 6°/ AEROTECHNIQUE AVION B:

(Aérotechnique des composants)

## 1. Instruments de bord

Nota : Les notions théoriques d'électricité générale et d'électronique sont supposées connues et leur utilisation peut être nécessaire au niveau des questions d'examen.

- 1.1. Introduction aux mécanismes asservis. E
- 1.1.1. Définition générale d'un système asservi.  
Généralités sur les amplificateurs.  
Éléments constitutifs d'une chaîne d'asservissement.
- 1.1.2. Automatique linéaire.  
Notion d'automatisme et de commande de système.  
Notions de stabilité.  
Précision statique et dynamique (gain, bande passante, temps de réponse).  
Correcteurs.
- 1.1.3. Notions sur les transmissions électriques à distance en courant alternatif (Autosyn et synchrocomparateur).  
Application des transmissions électriques à distance aux mécanismes asservis (le transmetteur et l'indicateur).
- 1.2. Principes sommaires et utilisation des instruments de contrôle moteur. E  
Précision.
- 1.2.1. Mesure des pressions.  
Mesure de différentes pressions sur un propulseur (huile, carburant, etc..).  
Mesure de poussée.  
Notion d'"EPR"
- 1.2.2. Mesures de températures :  
Thermomètre à résistance.  
Thermocouple : principe et réalisation.
- 1.2.3. Mesure des quantités et des débits :  
Jaugeurs électriques ;  
Jaugeurs à capacité ;  
débitmètres volumétriques et massiques ;  
compteurs de carburant (totaliseurs) .
- 1.2.4. Mesure de vitesse de rotation :  
Tachymètres électriques ;  
Alternateurs et indicateurs à induction ;  
Tachymètres électroniques ;  
Synchroscope .

- 1.2.5. Systèmes de contrôle des vibrations.
- 1.3. Instruments de pilotage.
  - 1.3.1. Instruments non gyroscopiques.
    - 1.3.1.1. Mesure des températures. E  
Sondes de température.
    - 1.3.1.2. Mesure de l'altitude. E  
Atmosphère type. Principe de la mesure.  
Réalisation altimètre :  
capsules, mécanismes, système électrique.  
Erreurs.  
Altitude alert.
    - 1.3.1.3. Le variomètre . E  
Principe de la mesure. Schéma type.  
Réalisations.  
Variomètre à énergie totale.
    - 1.3.1.4. Mesure des vitesses A  
L'anémomètre. Principe. Schéma type.  
Différentes prises statiques et dynamiques.  
Différents types de vitesse : vitesse indiquée  
corrigée, vitesses équivalente, vitesse propre.  
Le machmètre: principe, réalisation, schéma type.  
Avertisseurs de dépassement des limites d'utilisation:  
- VMO - MMO ;  
- Principe de réalisation.
    - 1.3.1.5. Mesure de l'incidence. A  
Indicateur de l'incidence. Avertisseur de décrochage.
    - 1.3.1.6. Centrales aérodynamiques : A  
Informations élaborées. Organisations (différents  
types de calculateur).
  - 1.3.2. Instruements de pilotage gyroscopiques.
    - 1.3.2.1. Le gyroscope (définition, propriétés). E
    - 1.3.2.2. L'horizon artificiel : E  
Principes, erreurs systématiques.  
Systèmes érecteurs . Différents types.  
Système d'alimentation, détecteurs de panne.  
Schéma type.
    - 1.3.2.3. Le directionnel E  
Principe.  
Sytstème érecteurs.  
Systèmes d'alimentation, détecteur de panne.  
Schéma type.

1.3.2.4.	Indicateur de virage. Principe. Système d'alimentation. Schéma type.	E
1.3.2.5.	Centrale gyroscopique. Principe ; Description.	A
1.4.	Instruments de navigation.	
1.4.1.	Le compas magnétique : Principe, réalisation, organes compensateurs. Comportement des compas magnétiques en vol .	E
1.4.2.	La vanne de flux : Principe, réalisation. Application : le compas flux gate.	E
1.4.3.	Les compas gyromagnétiques : Système gyrosyn.	E
1.5.	Le Pilotage automatique.	
1.5.1.	Principe et diverses conceptions. Principe de guidage sur un avion moderne. Modes de base : assiette, inclinaison . Modes supérieurs : guidage dans le plan horizontal et vertical. Approche et atterrissage automatiques.	A
1.5.2.	Réalisation : Les détecteurs. Les références. Amplificateurs et servo-moteurs. Indicateurs de charge, compensateur automatique. Notions sur la synchronisation et sur les dispositifs de sécurité.	E
1.6.	Le directeur de vol : Principe. Description.	A E
1.7.	Les instruments intégrés : Principe.	A
1.8.	Systèmes de référence et de navigation par inertie : Principe des différents types de plate-forme Méthodes d'alignements.	A E
1.9.	Les enregistrements : Paramètres de vol. Conversations cockpit.	E

- 1.10. Visualisation tête haute : A  
Le pilotage tête haute : différents principes, réalisation.
- 1.11. Affichage automatique de la poussée : A  
Diverses fonctions assurées.
- 1.12. Instruments de radionavigation :  
Principes fondamentaux de propagation des ondes radioélectriques. E  
Principes sommaires ou description par "bloc diagramme", cause d'erreur, limitation d'emploi, précision, portée, utilisation des systèmes suivants: E
- radiogoniomètres VHF ;
  - radiocompas automatique ;
  - VOR ;
  - DME ;
  - Radiobornes à rayonnement vertical ;
  - ILS ;
  - GCA ;
  - Radioaltimètre ;
  - Radar météorologique ;
  - Radar primaire et secondaire ;
  - MLS ;
  - OMEGA;

## 2. Circuits logiques et notions d'informatique E

- 2.1. Généralités sur les circuits logiques. Notions de logique combinatoire et séquentielle.
- 2.2. Notions d'informatique.
- 2.2.1. Architecture générale d'un système informatique.
- 2.2.1.1. L'unité centrale de traitement.  
Le calculateur.  
Les mémoires.  
Le microprocesseur.  
Déroulement d'une opération.
- 2.2.1.2. Les unités de contrôle.
- 2.2.1.3. Les unités périphériques :  
Les périphériques de stockage.  
Les périphériques de visualisation.  
Les périphériques d'entrée d'information.
- 2.2.2. Le logiciel :

Etude des besoins.  
Définition des moyens.  
Mise en oeuvre.

- 2.2.3. L'exploitation :  
Applications opérationnelles dans l'aéronautique.  
Perturbations. Réinitialisation

### 3. Avionique digitale

E

- 3.1. Généralités.  
Notions d'architecture système.  
Notions d'informatique répartie.  
Recommandations ARINC.  
Liaisons bus numériques : point à point, multiplexage.  
Tubes cathodiques multichromes : différents types de balayage.  
Boîtier de contrôle : fonctions assurées, exemples de réalisation.
- 3.2. Conduite de vol informatisée :  
Calculateurs de performances.  
Figurations électroniques de pilotage (les boucles de pilotage).  
Gestion de la trajectoire (visualisation tête haute).  
Conduite moteur (systèmes de régulation électronique).
- 3.3. Contrôles systèmes :  
Calculateurs de surveillance-alarme :  
- Informations utilisées ;  
- fonctions assurées ;  
- redevances .  
Présentation de l'information systèmes.  
Enregistreurs, acquisition, traitement des paramètres en temps réels.
- 3.4. Notions de C.A.G. (Conduite automatique généralisée) :  
Définition générale.  
Commandes de vol électriques :  
chaîne de commande, actuateurs, lois de commande, calculateur.  
Conséquences sur la conception de la cellule, vol à stabilité réduite, protection anti-turbulence et flutter.



7°/ TECHNIQUE DU VOL AVION:

1. Mécanique des fluides

E

- 1.1. Grandeurs physiques caractérisant l'état d'un fluide parfait.
- 1.2. Equations fondamentales de l'écoulement permanent d'un fluide parfait.
- 1.3. Viscosité d'un fluide, nombre de Reynolds; couche limite.

2. Aérodynamique

- 2.1. Mesure expérimentale des forces et moments aérodynamiques. E
- 2.2. Action de l'air sur une voilure en écoulement incompressible. E
  - 2.2.1. Définitions géométriques relatives au profit et à la voilure.
  - 2.2.2. Répartition des pressions et vitesses autour d'un profil.
  - 2.2.3. Coefficients aérodynamiques : définitions, étude des variations de ces coefficients avec l'incidence.
  - 2.2.4. Polaire de l'aile et de l'avion complet.
  - 2.2.5. Influence de l'allongement, de la forme du profil et de l'hypersustentation sur les qualités aérodynamique d'une aile.
- 2.3. Comportement de la voilure en écoulement compressible (subsonique, transsonique et supersonique). L'aile supercritique. E
- 2.4. Hypersustentation. E
  - 2.4.1. Dispositifs de bord d'attaque et de fuite.
  - 2.4.2. Contrôle de la couche limite.
- 2.5. Freins aérodynamiques (aérofreins, spoilers, parachutes, etc.). E

- 1.6. Hélice. E
- 1.6.1. Rappel des principes.
- 1.6.2. Adaptation de l'hélice aux différents régimes de vol.
- 1.6.3. Rendement et coefficient de traction.
- 1.6.4. Hélice à pas variable.
- 1.6.5. Fonctionnement de l'hélice en moulinet et en réserve.
- 1.6.6. Drapeau.

### **3. Mécanique du vol des avions équipés de turbomachines** **(en régime subsonique et supersonique)**

- 3.1. Equilibre des forces appliquées à l'avion. A
- 3.1.1. En vol horizontal uniforme.
- 3.1.2. En vol de descente rectiligne uniforme (pente de la trajectoire).
- 3.1.3. En vol de montée rectiligne uniforme (pente de la trajectoire).
- 3.1.4. En virage et dans les ressources.
- 3.1.5. Facteur de charge (vol en turbulence).
- 3.2. Etude des points de fonctionnement caractéristiques de la polaire. E
- 3.3. Domaine de vol : plafond de sustentation, plafond de propulsion. E
- 3.4. Notions sur l'équilibre de l'avion autour du centre de gravité. E
- 3.4.1. Stabilité statique longitudinale : rôle de l'empennage horizontal et de la gouverne de profondeur. Effet d'un changement de configuration, limite de centrage, maniabilité.
- 3.4.2. Stabilité statique transversale : rôle de la dérive.

### **4. Technique d'utilisation des avions équipés de turbomachines**

- 4.1. Limite d'utilisation (aspect navigabilité et aspect

exploitation).

- 4.1.1. Limitation de structure : existence de la masse maximale au décollage, à l'atterrissage et sans carburant :  
Diagramme de vol en rafales et en manoeuvres.  
Vitesses limites, nombre de Mach limite. A
- 4.1.2. Limitation au décollage :  
Définitions des vitesses associées au décollage.  
Distance de décollage et distance accélération-arrêt.  
Trajectoire d'envol après décollage.  
Utilisation pratique des paramètres opérationnels.  
Détermination du poids au décollage en fonction des performances exigées et des limitations dues à l'infrastructure.  
Utilisation sur piste mouillée ou contaminée.  
Décollage à poussée réduite. A
- 4.1.3. Limitation en croisière.  
Panne d'un propulseur : Panne de deux propulseurs.  
Méthode de contrôle de survol des obstacles. E
- 4.1.4. Limitation à l'atterrissage :  
Distance d'atterrissage. Longueur utile des pistes.  
Détermination de la masse à l'atterrissage en fonction des performances exigées et des limitations dues à l'infrastructure.  
Utilisation sur piste mouillée ou contaminée. A
- 4.1.5. Devis de masse - Centrage :  
Devis de masse : masse de base, équipements permanents et variables, masse en opération, limitation utile, charge offerte, masse forfaitaire.  
Centrage : limite avant et arrière, détermination de la position du centre de gravité, influence du carburant. A
- 4.2. Méthodes d'exploitation. E/P
- 4.2.1. Montée.  
Lois de montée en exploitation.
- 4.2.2. Croisière :  
La consommation distance.  
Maximum range, long range : choix des altitudes et des incidences de vol.  
Régime de vol optimal.  
Choix pratique des régimes de croisière.
- 4.2.3. Attente :  
La consommation horaire.  
Choix de l'altitude et de l'incidence de vol.  
Régime optimal d'attente.

- 4.2.4. Descente :  
Lois de descente en exploitation.
- 4.3. Aspect commercial : E  
Vitesse commerciale. Variation de la charge offerte en fonction de la distance. Volume et potentiel de transport.
- 4.4. Préparation du vol : P  
Synthèse de limitations.  
Plan de vol technique : délestage, réserves, dégagement.  
Etablissement d'un devis de masse et d'une feuille de centrage.
- 4.5. Exécution du vol :  
Tolérances en courrier, liste minimale d'équipements. E  
Suivi du vol : courbe de consommation/distance. P  
Courbe de consommation/temps. Point milieu.  
Point de non-retour.  
Escale technique facultative. Dégagement. P  
Panne d'un ou de deux moteurs. Déroutement.  
Vidange en vol. Panne de pressurisation. Décence de secours. P

## 8°/ METEOROLOGIE :

### 1. Généralités

- 1.1. Brève description de l'atmosphère. E  
Méthodes d'exploration.
- 1.2. Les transferts de chaleur dans l'atmosphère.
- 1.3. Troposphère, tropause, stratosphère.
- 1.4. Composition de l'air.

### 2.- Météorologie Générale

- 2.1. Le rayonnement. E
- 2.1.1. Rayonnement solaire incident. ses variations en fonction des paramètres géographiques et atmosphériques.
- 2.1.2. Rayonnement émis par la surface terrestre.
- 2.1.3. Absorption par l'atmosphère des rayonnements solaire et terrestre.

2.2.	La température.	
2.2.1.	Repérage - Echelles - Conversions.	A
2.2.2.	Variations en un point (diurne, annuelle, accidentelle).	E
2.2.3.	Variations avec l'altitude.	E
2.2.4.	Répartition des température à la surface du globe.	E
2.2.5.	Représentation du champ de température.	E/P
2.2.6.	Transformation adiabatique, température potentielle	E
2.3.	L'humidité.	
2.3.1.	Notions générales sur la physique de l'eau, changements d'état, sursaturation, surfusion.	E
2.3.2.	Paramètres d'humidité : tension de vapeur, humidité relative, rapport de mélange, humidité absolue température du point de rosée, température pseudoadiabatique potentielle d'un thermomètre mouillé.	A
2.3.3.	Mesure de l'humidité.	E
2.3.4.	Principe d'utilisation d'un émagramme.	E
2.4.	La pression atmosphérique.	
2.4.1.	Mesure et unités.	A
2.4.2.	Variations locales et dans l'espace.	E
2.4.3.	Représentation du champ de pression : isobares, isohypses.	P
2.4.4.	Variation avec l'altitude : notions sur la réduction à un niveau de référence.	E
2.4.5.	Relation entre les surfaces isobares et la répartition des températures.	E
2.5.	Le vent.	
2.5.1.	Unités - Conversions.	A
2.5.2.	Mesure au sol : vent synoptique, vent aéronautique.	E
2.5.3.	Mesure en altitude.	E
2.5.4.	Relations entre le vent et la pression - vent géostrophique - Vent du gradient -	

	Règles de Buys -Baillot.	E/P
2.5.5.	Evaluation de la vitesse et de la direction du vent d'après une carte de surface isobare , utilisation d'abaques.	RP
2.5.6.	Variation du vent suivant la verticale - Vecteur "vent thermique".	E
2.5.7.	Vent au voisinage du sol, influence du frottement.	E
2.6.	Stabilité verticale dans l'atmosphère.	E
2.6.1.	Définition de la stabilité et de l'instabilité de l'équilibre vertical d'une particule d'air.	
2.6.2.	Critères de stabilité : stabilité et instabilité absolues, instabilité conditionnelle.	
2.6.3.	Influence d'un soulèvement d'ensemble sur l'instabilité de l'équilibre dans une couche.	
2.6.4.	Stabilité et instabilité convectives - Instabilité sélective.	

### **3. Phénomènes atmosphériques généraux**

3.1.	Nuages.	E
3.1.1.	Classification internationale.	
3.1.2.	Nébulosité - Mesure de la hauteur des nuages - Variations diurnes.	E
3.1.3.	Conditions de vol dans les différents types de nuages.	E/P
3.1.4.	Constitution physique des nuages.	E
3.1.5.	Processus de formation.	E
3.1.6.	Utilisation d'un diagramme aérologique : base et sommet des nuages de convection , subsidence.	E/P
3.1.7.	Trainées de condensation.	E
3.2.	Visibilité, brouillard, brume.	E
3.2.1.	Définition de la visibilité météorologique et la portée visuelle de piste.	

Visibilités horizontale, oblique et verticale.  
Procédés de mesure (notions).  
Représentativité des mesures.

- 3.2.2. Définition du brouillard et de la brume.
- 3.2.3. Différents types de brouillard, processus de formation et de dissipation. Conditions géographiques et météorologiques favorables à leur formation.
- 3.2.4. Dissipation artificielle du brouillard (notions).
- 3.2.5. Brume sèche.
- 3.2.6. Dangers pour les aéronefs.
- 3.3. Précipitations. E/P
- 3.3.1. Définitions et classifications.
- 3.3.2. Répartition à la surface du globe.
- 3.3.3. Processus de formation.
- 3.3.4. Détection à l'aide du radar.
- 3.3.5. Dangers pour les aéronefs.
- 3.4. Givrage. E/P
- 3.4.1. Définition, Intensité.
- 3.4.2. Processus de formation des différents types de givrage :  
Gelée blanche, givre opaque, givre transparent.
- 3.4.3. Conditions météorologiques favorables au givrage.  
Effets sur les aéronefs. Moyens de lutte.  
Influence de l'écart entre les températures statique et dynamique sur le givrage pour les avions rapides.
- 3.4.4. Dangers pour les aéronefs au sol et en vol.
- 3.5. Turbulence. E/P
- 3.5.1. Définition.
- 3.5.2. Différents types de turbulence :  
thermique, dynamique, en ciel clair, sillage.
- 3.5.3. Conditions météorologiques favorables aux différents types de turbulences. Types de nuages indiquant une turbulence. Effet de la turbulence sur les aéronefs.

- 3.5.4. Dangers pour les aéronefs.
- 3.6. Orages, grêle, foudroiement. E/P
- 3.6.1. Etude physique : différents stades de l'évolution d'une cellule orageuse.
- 3.6.2. Différents types d'orages : thermiques, orographiques, frontaux : grains. Situation météorologique associée.
- 3.6.3. Phénomènes dangereux pour l'aéronautique pouvant accompagner les nuages d'orages : grêle, foudroiement, tornades, trombes, gradient et cisaillement du vent.
- 3.6.4. Dangers pour les aéronefs.
- 3.7. Gradient et cisaillement du vent dans les basses couches. E/P
- 3.8. Exploitation des informations météorologiques fournies par le radar de bord.

#### **4. Météorologie synoptique**

- 4.1. Circulation générale de l'atmosphère.
- 4.1.1. Répartition moyenne des pressions autour du globe (au niveau de la mer et en altitude).
- 4.1.2. Répartition moyenne des courants atmosphériques : alizés, courants d'Ouest des latitudes moyennes, courant d'Est polaires.
- 4.1.3. Schéma zonal, schéma méridien, nécessité des courants méridiens.
- 4.1.4. Influence thermique des continents : moussons.
- 4.2. Masses d'air: Origine, évolution, trajectoires, classification, propriétés aux différentes latitudes. E
- 4.3. Fronts et perturbations frontales.
- 4.3.1. Front polaire, front intertropical, fronts temporaires (front arctique, front des alizés). E
- 4.3.2. Notions sur la théorie norvégienne des perturbations (frontales. Systèmes nuageux associés (évolution). P
- 4.3.3. Variation des éléments météorologiques au passage



- d'une perturbation. E  
Conditions aéronautiques liées aux perturbations.  
Observations par satellite.
- 4.4. Effets côtiers : E  
Brises de terre et de mer. Brouillards et Statuts  
côtiers. Instabilité côtière.  
Effet d'une côté sur l'activité d'une perturbation.
- 4.5. Effets orographiques. E
- 4.5.1. Effets du relief sur les perturbations frontales.
- 4.5.2. Brises de montagne et de vallée. Brise de pente.
- 4.5.3. Effet du Foehn.
- 4.5.4. Ondes de relief.
- 4.5.5. Conséquences pour l'aéronautique :  
nuages, température, turbulence, givrage.
- 4.6. Caractères météorologiques de régions tropicales. E
- 4.6.1. Anticyclones subtropicaux.
- 4.6.3. Convergence intertropicale.
- 4.6.4. Lithométéores.
- 4.7. Caractères météorologiques des régions polaires. E
- 4.7.1. Température - Précipitations - Vents - Nébulosité.
- 4.7.2. Caractères particuliers des masses d'air et de la  
Circulation atmosphérique.
- 4.8. Courants - Jets.
- 4.8.1. Définition - Localisation moyenne - Jet équatorial -  
Jet subtropical - Jet lié aux perturbations.  
Jet stratosphérique polaire. E
- 4.8.2. Structure et caractéristiques :  
gradients de vitesse et de température E
- 4.8.3. Phénomènes associés : nuages, turbulence, particula-  
rités de structure de la tropopause. Variations  
annuelles et accidentelles. E
- 4.8.4. Mise en évidence du jet sur les cartes de surface  
isobares et sur la carte tropopause - coupe verticale. P
- 4.9. Cartes météorologiques - Pointage - Codes.

- 4.9.1. Cartes d'analyses de base - Cartes en altitude -  
Fréquence d'établissement -  
Utilisation : symboles de pointage. E/P
- 4.9.2. Utilisation des observations météorologiques  
faites à bord par les centres de prévisions. P
- 4.9.3. Codes chiffrés en vigueur (la connaissance par  
coeur des codes ne sera pas exigée :  
par contre il pourra être demandé au candidat de  
traduire des messages à l'aide d'un tableau de  
code qui lui sera fourni. P
- 4.10. Notions générales sur la prévision du temps -  
Echéances - Méthodes - Cartes prévues en surface  
et en altitude. E
- 4.11. Interprétation des cartes utilisées dans les  
stations météorologiques aéronautiques.  
Caractères de la situation générale d'après  
les cartes synoptiques en surface et en altitude. E/P

### **5. Altimétrie barométrique**

Atmosphère type - Altitude pression -  
Atmosphère réelle - Valeur de D. A

Calages altimétriques : 1013,2 - QNH, QFE, QNE.  
E/P

### **6. Assistance météorologique à la navigation aérienne**

- 6.1. Notions sommaires sur l'organisation nationale et  
internationale de la météorologie. E
- 6.2. Utilisation des cartes synoptiques pour la  
préparation des vols. P  
Description et étude d'une situation météorologique.  
Application à l'établissement d'une carte de temps  
significatif, d'une coupe météorologique sur un  
trajet donné.
- 6.3. Procédures d'assistance météorologique :  
avant le départ en vol, à l'atterrissage, après  
l'atterrissage. P
- 6.4. Les moyens nouveaux de la météorologie (notions).  
Les banques de données aéronautiques -  
L'imagerie satellitaire. E

## **7. Climatologie**

Classification des climats. Notions sommaires de climatologie aéronautique - Tableau climatologique OACI - Utilisation de monographies d'aérodromes et de routes aériennes.

### **9°/ ANGLAIS :**

#### **Epreuve spécifique d'Anglais**

- L'examen auquel doivent satisfaire les candidats comportent deux épreuves : une épreuves écrite d'Anglais et une épreuve de radiotéléphonie en langue Anglaise.
- L'épreuve écrite d'anglais est destinée à vérifier les connaissances du candidat en anglais usuel et notamment en celui utilisé dans le domaine aéronautique. Le candidat devra être capable en particulier de traduire, comprendre et rédiger des phrases simples ayant trait à l'aéronef, à l'aérodrome, à la navigation, à la météorologie et à la circulation aérienne.
- L'épreuve radiotéléphonie en langue anglaise doit permettre de vérifier que le candidat est apte à comprendre et à exécuter les procédures radiotéléphoniques dans la langue anglaise ainsi qu'à s'exprimer avec aisance dans cette langue sur tout sujet intéressant les circonstances d'un vol.

Cette épreuve comporte :

- a- L'exécution d'un vol fictif permettant de vérifier que le candidat est capable de s'exprimer dans toutes les phases normales du vol ainsi que de composer et d'émettre un message en anglais lors de circonstances anormales ;
- b- L'écoute et la transcription d'un enregistrement réel d'une liaison radio entre un aéronef et un organisme de contrôle de la ciruclation aérienne et d'une émission météorologique.

La prononciation de chaque mot, groupe de lettres isolé, doit être claire et distincte. Les défauts systématiques de prononciation et d'élocution tels que le bégaiement ou l'insuffisance de sonorité de la voie sont éliminatoires.

### **10°/ FACTEURS HUMAINS**

#### **INTRODUCTION : NOTIONS DE SECURITE EN AERONAUTIQUE**

Introduction aux facteurs humains;  
Statistiques générales;  
Concept des sécurités des vols;  
Le modèle Shell;  
Le modèle de Reason;  
Définition de procédures et sécurité;  
Effets des cultures sur la sécurité.

## **I - NOTIONS DE BASE DE PHYSIOLOGIE EN AERONAUTIQUE**

### **I.1. EFFETS DE L'ALTITUDE**

#### **I.1.1. Hypoxie d'altitude :**

Bases du fonctionnement respiratoire et de la circulation  
du sang;  
Signes d'application et délais d'installation;  
Maladie de décompression ou dysbarisme.

#### **I.1.2. Barotraumatismes :**

Conditions de survenue;  
Signes et moyens de prévention.  
Cas particuliers : plongée soumarine - effet de la  
température de l'eau.

#### **I.1.3. Résistance au froid :**

#### **I.1.4. Pressurisation cabine, hygrométrie et confort de vol.**

#### **I.1.5. Effets des radiations et de l'environnement de haute altitude.**

### **I.2. EFFETS DES FORTES ACCELERATIONS ET EFFETS DES VIBRATIONS**

Bases physiologiques du fonctionnement cardio-vasculaire;  
Effets des accélérations;  
Effets des vibrations.

### **I.3. PHYSIOLOGIE EN AERONAUTIQUE : LA PERCEPTION ET LES ILLUSIONS SENSORIEELES**

#### **I.3.1. La vision :**

Bases anatomo-physiologiques;  
Vision centrale et vision périphérique;  
Vision des couleurs;  
Vision nocturne;  
Vision des contrastes et du relief.

#### **I.3.2. L'équilibration :**

Le système vestibulaire.

I.3.3. L'audition :

Le système auditif, seuils, caractéristiques.

I.3.4. Les illusions sensorielles en fonction des phases de vol :

Illusions vestibulo-visuelles;  
Illusion visuelles de jour et de nuit;  
Illusions liées à des mécanismes cognitifs.

I.3.5. Les désorientations spatiales non causées par des illusions, mécanisme général.

I.3.6. Dysrythmie circadienne et décallage horaire.

I.3.7. Perturbation du sommeil et manque de sommeil.

I.4. **INCAPACITE SUBITE DU PILOTE**

Causes principales  
Conduite à tenir

I.5. **HYGIENE ET SECURITE**

I.5.1 Physiologie humaine et facteurs essentiels de la vie :

Air, eau, aliments, chaleur, soleil, travail, repos etc...  
Alimentations;  
Hygiène de vie et rythme de vie, respect des repos;  
Vol et affections mineures communes;  
Vol et auto-intoxication : tabac, alcool, médicaments;  
Toxicomanie;  
Toxémie et énervation;  
Repos physiologiques.

I.5.2. Forme physique et travail :

Don du sang;  
Vieillesse;  
Grossesse.

**II - PHYSIOLOGIE EN AERONAUTIQUE**

**II.1. CAPACITES INTELLECTUELLES DE BASE**

II.1.1 Sélectivité de la perception et redondances entre modalités sensorielles;

II.1.2 Mémoire : Mémoire à court terme (temporaire) et à long terme (permanente);

Type de connaissances;

II.1.3 Raisonnements;

II.1.4 Attention, limitations en attention, gestion de ses propres ressources.

## II.2. **PROCESSUS INTELLECTUELS DYNAMIQUES**

Représentation mentale;  
Planification, anticipation, projet d'action;  
Contrôle de l'action, automatisation des comportements;  
Apprentissage.

## III - **ERGONOMIE**

Principes et méthodes de l'ergonomie;  
Fatigue professionnelle;  
Incidence du progrès technique;  
Ergonomie des organisations;  
Facteurs sociaux et ergonomie.

## IV - **GESTION STRATEGIQUE DES RESSOURCES HUMAINES**

### IV.1. **FACTEURS LIES AUX ATTITUDES**

Personnalité;  
Motivation;  
Vigilance;  
Confiance.

### IV.2. **CHARGE DE TRAVAIL**

Définition;  
Régulation de la charge.

### IV.3. **STRESS**

Stress et anxiété : définition et facteurs favorisants;  
Comportements sous stress et effets sur la performance;  
Régulation du stress.

## V - **PRATIQUE DU MANAGEMENT**

### V.1. **ECHELLE DE MASLOW**

### V.2. **ANALYSE TRANSACTIONNELLE**

### V.3. **STYLE DE COMMANDEMENT**

### V.4. **ANIMATION D'EQUIPE**

## V.5. **RESPONSABILITE**

Couple : coût / qualité;  
Objectifs;  
Décision.

## V.6. **PRISE DE DECISION**

Définition et lien avec le concept de jugement;  
Biais de décision;  
Stratégies de décision : effets de la pression temporelle et du risque;  
Variables de contexte influençant la prise de décision : personnalité du décideur stress, fatigue, équipage.

## **VI - FIABILITE HUMAINE**

### VI.1. **ERREURS HUMAINES**

Notions de fiabilité;  
L'erreur comme comportement inévitable;  
Les mécanismes (modèle d'erreur) et les causes d'erreurs individuelles ou collectives;  
La détection et la récupération de ses propres erreurs : le contrôle de ses actions.

### VI.2. **VIGILANCE ET FATIGUE**

Définition de la vigilance, de l'attention et de la fatigue;  
Les décalages horaires et la chronobiologie;  
Gestion de l'hypovigilance et de la fatigue.

## **VII - ELEMENTS DE GESTION DE L'EQUIPAGE**

### VII.1. **GESTION DU POSTE DE PILOTAGE**

VII.1.1. Notion de synergie;

VII.1.2. Différents types d'ambiance dans le poste de pilotage :

- Notions de personnalité;
- Exercice de l'autorité le commandant de bord, gradient d'autorité;
- Attitudes de soutien, niveaux d'affirmation de soi et esprit critique.

VII.1.3. Communication :

- Notion de coopération, coordination et co-action;
- Modèle de base de la communication, importance des contextes;

- Barrières à la communication.

#### VII.1.4. Construction d'un référentiel commun :

- Conscience de la situation;
- Annonces, listes de vérification (check-list), briefings;
- Défection et récupération des erreurs de l'équipage.

#### VII.2. **AUTOMATISATION DES POSTES DE PILOTAGE**

Introduction au concept de postes de pilotage comportant des écrans de visualisation (glass-cockpit);  
Distinction entre automates, automatismes et aides aux pilotages;  
Avantages et inconvénients.

## A N N E X E

### T I T R E 2

#### PROGRAMME DE BASE DE L'INSTRUCTION

#### PREPARATOIRE AUX EPREUVES PRATIQUES

#### EN VOL DE LA LICENCE DE PILOTE DE LIGNE

**I** - L'instruction préparatoire aux épreuves pratiques en vol de la Licence de Pilote de Ligne s'adresse à des candidats qui possèdent la Licence de Pilote Professionnel Avion et la Qualification de vol aux instruments Avion et qui sont aptes à exercer les fonctions :

Ces candidats doivent également être titulaires du certificat d'aptitude aux épreuves théoriques de la Licence de Pilote de Ligne et d'une qualification de type sur un avion multiturbine requérant la licence de Pilote de Ligne pour l'exercice de la fonction Commandant de Bord en transport public ou sur un avion qui a des performances démontrées équivalentes et a reçu



l'agrément de la commission d'examen.

Cette instruction comprend :

- une instruction au sol dispensée à l'aide de tout moyen pédagogique adapté ;
- une instruction "vol" dont une partie peut être faite sur dispositifs de simulation adaptés :  
les vols sur un avion ont lieu soit à l'occasion de vols en ligne, soit à l'occasion de vols spécifiques d'entraînement.

**II** - L'instruction porte sur les points suivants :

1. Limitations: (aspects réglementation-aspects performance).

Règlements (rappels).  
Décollage (distances, vitesses, segments, trajectoires, minimums opérationnels).  
Montée et croisière.  
Attente.  
Approche et atterrissage (trajectoires - minimums opérationnels).  
Réglages altimétriques.

2. Applications des règles et procédures de circulation aérienne.

Règles de vol à vue.  
Règles de vol aux instruments.  
Applications pratiques lors des voyages d'instruction.  
Procédures des services de circulation aérienne.

3. Préparation du vol:

Etude du dossier météorologique.  
Informations aéronautiques.  
Choix de la route en fonction des éléments d'information météorologique, du chargement, des impératifs, de la circulation aérienne.  
Influence de la température, du vent, de l'altitude, au décollage et en route.  
Calcul du carburant nécessaire.  
Plan de vol.  
Devis de masse et centrage.

4. Préparation de l'avion:

Problèmes techniques.  
Chargement.  
Inspection extérieure.  
Vérification intérieure.  
Contrôle de sécurité avec équipage (check-list).

5. Etude et pratique:

- du décollage ;
- de la montée ;
- de la croisière, en particulier performances - limitation survol d'obstacle - point de non-retour ;
- de l'attente, en particulier trajectoire - utilisation de l'avion ;
- de l'approche, en particulier descente - régression de vitesse ;
- de l'atterrissage, en particulier pente - gradient du vent.

6. Navigation: (utilisation pratique dans les différentes phases de vol des moyens de navigation mis à la disposition d'un Pilote de Ligne).

7. Communication:

Réglementation.

Pratique - utilisation d'une phraséologie correcte en langue anglaise.

8. Procédures applicables à l'avion:

Procédures normales.

Procédures occasionnelles.

Procédures d'urgence.

Procédures de secours.

9. Travail en équipage :

Connaissance des problèmes des autres spécialités.

Répartition des tâches entre les membres de l'équipage technique et avec le P.N.C. pour les questions de sécurité conformément au manuel d'exploitation.

10. Documents de bord :

11. Assistance des vols.

**A N N E X E**

**TITRE III**

**EPREUVES PRATIQUES EN VOL**

1. Les épreuves pratiques en vol sont effectuées sur un avion approuvé par la commission d'examen et dont le candidat possède la qualification de type. Elles se composent d'une épreuve en ligne et d'une épreuve de maniabilité.

2. Epreuves de maniabilité.

Après approbation de la commission d'examen, des exercices ces en conditions de vol dégradées ou pouvant affecter la sécurité de l'aéronef et faisant partie de l'épreuve de maniabilité, peuvent être effectués sur un simulateur agréé du type de l'avion sur lequel sont subies les épreuves.

2.1. L'épreuve de maniabilité comprend les exercices suivants :

Décollages avec une panne de moteur avant V2 dont au moins un en IMC réel ou simulé.

Evolutions (virages, vol dissymétrique, changements de configuration, manoeuvres de secours) en VMC ou IMC réel ou simulé.

Vol avec panne simulée d'un ou de plusieurs instruments de contrôle de vol :

Evolutions comportant des changements de régime et de configuration. Ce vol sera réalisé ou simulé.

Matérialisation.

Approches VFR de jour ou de nuit dans diverses configurations.

Attentes et procédures d'arrivée en IMC réel ou simulé dont:

- Une arrivée avec remise des gaz ;
- une autre avec atterrissage à vue précédée éventuellement d'une approche indirecte.

2.2. L'examineur fait exécuter par le candidat un certain nombre d'exercices choisis parmi ceux énumérés ci-dessus, jusqu'à ce qu'il soit en mesure de porter une appréciation définitive sur l'aptitude ou l'inaptitude du candidat.

3. Epreuve en ligne.

3.1. L'épreuve en ligne consiste en un voyage IFR d'une durée de deux heures au moins, comportant une ou plusieurs étapes incluant un parcours international.

3.2. Les appréciation de l'examineur doivent porter sur les points suivants :

- Préparation du voyage.
- Exploitation des renseignements météorologiques et des informations aéronautiques :  
établissement d'un plan de vol, vérification des documents de bord, préparation machines, devis de masse, centrage, calcul de carburant.

- Exécution du voyage.
- Pilotage en ligne.
- Travail en équipage.
- Navigation.
- Bonne exécution des règles altimétriques.
- Tenue des documents.
- Procédures de radiotéléphonie en anglais.
- Connaissance du manuel d'exploitation.
- Connaissance des procédures de dégagement.
- Connaissance de la réglementation.

4. A la suite des épreuves en vol, le candidat est déclaré apte ou inapte par la commission d'examen, sur proposition de l'examineur.