



**Directive 318.11.000.10 F / O-019 F**

**Programme de formation théorique  
conformément à la partie FCL**

# **PARTIE II**



**Branches spécifiques pour les pilotes privés**

**HÉLICOPTÈRE**

## AVANT-PROPOS

Chères lectrices, chers lecteurs,

Le présent programme a été élaboré par l'Office fédéral de l'aviation civile (OFAC) en collaboration avec des experts de la formation sur avions motorisés. La présente partie énonce les connaissances théoriques minimales à acquérir, conformément à la partie FCL, dans les branches **spécifiques au vol en hélicoptère** en vue de l'obtention d'une licence de pilote privé (hélicoptère). Il ne s'agit en l'occurrence que d'une simple liste de thèmes que le candidat doit maîtriser conformément aux objectifs de l'enseignement. Le programme ne saurait être considéré comme la structure idéale des leçons et ne remplace en aucun cas le programme établi par l'enseignant pour chacune d'elles.

Le programme ne mentionne que les connaissances exigées à l'examen requis pour obtenir une licence de pilote privé (hélicoptère). Celles qui sont nécessaires à l'obtention d'une extension ne sont pas exigées dans la théorie de base et ne figurent par conséquent pas dans le programme.

La numérotation de certaines branches est lacunaire ; les chiffres manquants correspondent aux connaissances requises pour obtenir une licence de niveau supérieur ou une autre catégorie de licence.

Office fédéral de l'aviation civile  
Section Personnel aéronautique

Ittigen, octobre 2014

## **SOMMAIRE**

### **PARTIE II**

#### **Branches spécifiques pour pilotes privés (hélicoptère)**

##### **Avion à moteur/TMG**

20	Connaissance générale des aéronefs	pages 20 - 1 à 20 - 11
30	Préparation du vol et performances	pages 30 - 1 à 30 - 3
60	Navigation	pages 60 - 1 à 60 - 5
70	Procédures opérationnelles	pages 70 - 1 à 70 - 7
80	Principes du vol	pages 80 - 1 à 80 - 8

Intentionally left blank

## 20 Connaissance générale des aéronefs



# 1. CELLULES ET SYSTÈMES

## 1.1. Structure de la cellule

### 1.1.1. Types de construction

- Catégories d'hélicoptère (léger, moyen, lourd)..... 1,3
- Hélicoptères monomoteur, hélicoptères multimoteurs .....2
- Hélicoptères à un seul rotor, hélicoptères à plusieurs rotors .....2

### 1.1.2. Cellule (cellule en général, portes, vitres, carénages, etc.)

- Types de construction, structure (treillis, coque métallique, composite) ..... 1,2
- Poste de pilotage (cockpit) et cabine.....2
- Trains d'atterrissage (roues, patins, skis, systèmes de freinage, amortisseurs).....2,6
- Éléments et matériaux structurels .....1
- Charges (charge g, etc.) ..... 2,6
- Limitations et dommages structurels ..... 2,6

### 1.1.3. Rotor principal

- Types de rotor (un seul rotor, plusieurs rotors, par exemple rotor tandem, rotors coaxiaux, rotors côte à côte, rotors engrenants, etc.).....2
- Rotors à deux pales ou plus .....2
- Types de construction de la tête du rotor principal (rigide, semi-rigide, articulé, Starflex etc.), structure, éléments, matériaux ..... 2,6
- Pales du rotor (profils aérodynamiques, structure, matériaux, pointes de pale, charges, réglage) ..... 2,6
- Limitations et dommages structurels ..... 2,6

### 1.1.4. Rotor d'anticouple/rotor de queue

- Types de construction (à deux pales ou plus, fenestron, NOTAR) ..... 2,6
- Types de construction, éléments, matériaux, charges, réglage ..... 1,2,6
- Limitations et dommages structurels ..... 2,6

### 1.1.5. Transmission

- Boîte de transmission principale, construction, éléments, matériaux.....2
- Boîte de transmission de rotor anticouple, construction, éléments, matériaux .....2
- Influence des dommages et charges ..... 2,6

### 1.1.6. Embrayage

- Types de construction (embrayage centrifuge, à courroie) .....2
- Éléments, matériaux .....2
- Influence des dommages et charges ..... 2,6

### 1.1.7. Roue libre

- Construction, fonctionnement .....2
- Influence des dommages et charges ..... 2,6

### 1.1.8. Frein rotor

- Types de construction, éléments, commande et limitations .....2
- Influence des dommages et charges ..... 2,6

### 1.1.9. Dispositifs de stabilisation

- Plan fixe vertical et plan fixe horizontal ..... 1,2,6
- Construction, matériaux ..... 2,6
- Conséquence des dommages à la structure ..... 2,6

---

#### Description des objectifs de l'enseignement

1	Citer, énumérer	6	Indiquer les conséquences pratiques
2	Décrire, interpréter	7	Solution graphique
3	Définir	8	Identifier et expliquer les causes
4	Consulter, lire, noter	9	Prendre des décisions et les motiver
5	Calculer, convertir	10	Prononcer, formuler

<b>1.1.10. Systèmes de commande</b>	
-Types (mécaniques, hydrauliques, etc.).....	1
-Commandes auxiliaires (servo : hydraulique, électrique / compensateur : électrique, mécanique).....	2,6
-Construction, éléments, matériaux.....	2
-Commandes et témoins (procédures normales, procédures d'urgence).....	2,6
-Influence des dommages et charges.....	2,6
<b>1.1.11. Dégivrage</b>	
-Types et fonctionnement (tube de Pitot, vitres, anti-ice, de-ice).....	2
-Influence des dommages et charges.....	2,6
<b>1.2. Systèmes pneumatiques</b>	
<b>1.2.1. Climatisation et chauffage</b>	
-Chauffage : Utilisation de la chaleur des gaz d'échappement.....	2,6
-Ventilation à air dynamique (vitres, air frais).....	2
-Systèmes de chauffage électriques.....	2,6
-Systèmes de chauffage autonomes (Janitrol).....	2,6
-Conception, fonctionnement et utilisation.....	2
<b>1.2.2. Climatisation, dégivrage</b>	
-Ventilateur.....	2
-Air frais (Ram Air).....	2
-Système de climatisation (chauffage, refroidissement, réglage).....	2,6
<b>1.2.3. Installation pneumatique</b>	
-Pompe à vide.....	1
-Indicateurs.....	2
-Instruments à commande pneumatique.....	1
<b>1.3. Hydraulique</b>	
<b>1.3.1. Hydromécanique</b>	
-Principes élémentaires.....	1,2
<b>1.3.2. Systèmes hydrauliques</b>	
-Fluides hydrauliques : types, propriétés et limitations.....	1,6
-Éléments du système, construction, matériaux.....	2
-Fonctionnement, efficacité.....	2,6
-Utilisation (commandes, train d'atterrissage, frein rotor. etc.).....	1
-Indicateurs et alarmes.....	2,6
-Influence des dommages et charges.....	2,6
-Systèmes complémentaires/auxiliaires.....	1,6
<b>1.4. Systèmes de carburant</b>	
<b>1.4.1. Réservoirs</b>	
-Types : réservoirs intégraux, en caoutchouc ou métallique.....	2
-Éléments : puisard, cloisons anti-ballast, clapets de retenue.....	2,6
-Aération, purge.....	2
-Dispositif de vidange (eau ; drain).....	2,6
-Disposition des réservoirs sur les hélicoptères monomoteurs et bimoteurs.....	2
-Quantité de carburant non consommable.....	2,6
-Dangers (p. ex. corrosion due à la moisissure).....	2,6
-Influence des dommages et charges.....	2,6

**Description des objectifs de l'enseignement**

1 Citer, énumérer	6 Indiquer les conséquences pratiques
2 Décrire, interpréter	7 Solution graphique
3 Définir	8 Identifier et expliquer les causes
4 Consulter, lire, noter	9 Prendre des décisions et les motiver
5 Calculer, convertir	10 Prononcer, formuler

<b>1.4.2. Alimentation de carburant</b>	
-Par gravité, sous pression .....	2,6
-Représentation schématique : réservoirs, pompes d'alimentation, pompes auxiliaires, robinet coupe-feu .....	2,6
-Préchauffage du carburant .....	2,6
-Influence des dommages et charges .....	2,6
<b>1.4.3. Contrôle du système carburant</b>	
-Commandes, indicateurs et alarmes .....	2,6
-Influence des dommages et charges .....	2,6
<b>1.4.4. Systèmes de filtre</b>	
-Filtre à carburant .....	1,2,6
-Airframe Fuel Filter .....	1,2,6
-Système de by-pass du filtre .....	2,6
-Influence des dommages et charges .....	2,6
<b>2. ÉLECTROTECHNIQUE</b>	
<b>2.1. Principes élémentaires</b>	
-Le circuit électrique .....	1
-Circuits : parallèle et série .....	1
-Tension, intensité, résistance, champ électrique .....	1
-Représentation schématique .....	1
-Courant continu (Direct Current, DC) .....	1
-Masse .....	2
-Courant alternatif (AC) .....	1
<b>2.2. Distribution de courant</b>	
-Barre de distribution .....	2
-Interrupteur .....	2
-Relais .....	2,6
-Contrôle (lampe témoin, instruments de contrôle) .....	2,6
<b>2.3. Coupe-circuits</b>	
-Fonction .....	2
-Types et manipulation de différents coupe-circuits (fusible, coupe-circuit thermique et magnétique / Push to Reset Type, Push-Pull Type, Switch Type) .....	2
<b>2.4. Alimentation électrique</b>	
<b>2.4.1. Batteries</b>	
-Types et propriétés (batteries au plomb, batteries nickel-cadmium et LiFePo) .....	1
-Capacité (ampères-heures) .....	2,6
-Chargement (par le réseau, solaire) .....	2,6
-Dangers .....	2,6
-Indicateurs .....	2,6
<b>2.4.2. Alternateur (AC) et générateur de courant continu (DC)</b>	
-Fonctionnement et fonction .....	1

---

**Description des objectifs de l'enseignement**

1 Citer, énumérer	6 Indiquer les conséquences pratiques
2 Décrire, interpréter	7 Solution graphique
3 Définir	8 Identifier et expliquer les causes
4 Consulter, lire, noter	9 Prendre des décisions et les motiver
5 Calculer, convertir	10 Prononcer, formuler

---



-Entraînement .....	1,6
-Témoins .....	2,6
-Dysfonctionnement, panne .....	2,6
<b>2.4.3. Alimentation externe</b>	
-Fonctionnement et fonction .....	1
-Branchement.....	2,6
-Erreurs de manipulation et dangers.....	2,6
<b>2.4.4. Électricité statique</b>	
-Principes élémentaires .....	2
-Décharge électrostatique .....	2,6
-Protection contre les interférences .....	2,6
-Effets du foudroiement.....	2,6
<b>2.5. Consommateurs de courant</b>	
-Consommateurs.....	1
-Avionique .....	2,6
-Éclairage (interne et externe) .....	2,6
-Chauffage (Pitot, poste de pilotage) .....	2,6
-Entraînements.....	2,6
<b>3. MOTORISATION</b>	
<b>3.1. Moteurs à piston</b>	
<b>3.1.1. Généralités</b>	
-Types de construction (en ligne, boxer, en étoile, en V, moteur Wankel) .....	1
-Principe du moteur à 4 temps	
-Principe du moteur à 2 temps	
-Éléments mécaniques (cylindres, pistons, soupapes, etc.).....	1
-Rapport entre puissance et régime.....	2
<b>3.1.2. Système de lubrification</b>	
-Fonction (lubrification, refroidissement).....	1,6
-Représentation schématique (réservoir, pompe, radiateur) .....	2
-Instruments de contrôle et indicateurs (réserve, pression, température) .....	1,6
-Lubrifiants (minéraux, synthétiques).....	1,6
<b>3.1.3. Systèmes de refroidissement</b>	
-Refroidissement par air, par eau .....	1
-Fonctionnement .....	2
-Surveillance (CHT).....	1,6
-Refroidissement par circulation forcée d'air .....	2
-Volets de refroidissement .....	2,6
<b>3.1.4. Système d'allumage</b>	
-Conception et fonctionnement de l'allumage à magnétos.....	2
-Essai des magnétos.....	2,6
-Système d'allumage électronique .....	2,6
-Système d'auto-allumage .....	1
<b>3.1.5. Système de carburant du moteur</b>	
-Différences fondamentales entre système à carburateur et à injection .....	1,6

**Description des objectifs de l'enseignement**

1 Citer, énumérer	6 Indiquer les conséquences pratiques
2 Décrire, interpréter	7 Solution graphique
3 Définir	8 Identifier et expliquer les causes
4 Consulter, lire, noter	9 Prendre des décisions et les motiver
5 Calculer, convertir	10 Prononcer, formuler

-Fonction de la commande du papillon .....	1,2
-Fonction de la commande de mélange .....	2,6
-Entrée d'air auxiliaire (alternate air) .....	2,6
-Démarrage, réglage, arrêt .....	2
-Givrage et préchauffage du carburateur.....	2,6
-Pompe à carburant entraînée par le moteur, pompe auxiliaire électrique.....	1,6
-Système d'injection de démarrage .....	1,6
<b>3.1.6. Puissance délivrée</b>	
-Effets de la modification de la pression atmosphérique, de la température et de l'humidité sur la puissance .....	2,6
-Turbocompresseur .....	2,6
-Moteurs à injection.....	2,6
-Moteurs réduits (puissance réduite) .....	2,6
<b>3.1.7. Carburants</b>	
-Types (AVGAS, MOGAS, etc.) .....	1
-Signification des couleurs .....	1,6
-Effet des impuretés (teneur en eau, formation de glace, etc.) .....	2,6
-Densité des carburants (effet de la température) .....	2,6
-Critères à respecter lors de l'utilisation d'essence pour automobile ou de pétrole .....	1,6
-Additifs .....	1,6
<b>3.1.8. Dosage du mélange</b>	
-Mélange riche, mélange pauvre .....	2,6
-Mélange pour puissance maximale, mélange pour meilleure consommation économique.....	2,6
-Limites d'application des différents rapports de mélange.....	2,6
-Influence du mélange sur la puissance délivrée.....	2,6
-Influence sur la température des têtes de cylindres et des gaz d'échappement .....	2,6
<b>3.1.9. Surveillance du groupe motopropulseur</b>	
-Instruments de réglage de la puissance (MP, RPM) .....	1,6
-Instruments de gestion du moteur : FF, FP, EGT, MP, RPM, CHT, CAT, pression d'huile, température d'huile, etc. ....	1,6
<b>3.1.10. Utilisation du groupe motopropulseur</b>	
-Réglage de la puissance, plage de puissance .....	2,6
-Réglage du mélange.....	2,6
-Démarrage, arrêt.....	2,6
-Governor (principes de fonctionnement) .....	2,6
-Système de régulation numérique (FADEC) .....	1,6
<b>3.1.11. Critères opérationnels</b>	
-Régime maximal et régime minimal.....	2,6
-Limites opérationnelles .....	2,6
-Vibrations du moteur et régime critique .....	1,6
-Problèmes au démarrage du moteur, essais de point fixe (run-up) et en vol .....	1,6
<b>3.1.12. Utilisation du groupe motopropulseur</b>	
-Réglages de la puissance, domaines de puissance.....	1,6
-Limites de fonctionnement (régime max. / min., vibrations, régimes critiques).....	2,6
-Problèmes au démarrage du moteur, essais de point fixe (run-up) et en vol.....	1,6

---

**Description des objectifs de l'enseignement**

1 Citer, énumérer	6 Indiquer les conséquences pratiques
2 Décrire, interpréter	7 Solution graphique
3 Définir	8 Identifier et expliquer les causes
4 Consulter, lire, noter	9 Prendre des décisions et les motiver
5 Calculer, convertir	10 Prononcer, formuler

---

**3.2. Moteurs à turbine (turbomoteurs)****3.2.1. Généralités**

- Types .....1
- Principe de fonctionnement des moteurs à turbine à gaz .....2
- Courbe de pression, courbe de température, courbe d'écoulement du flux d'air.....2

**3.2.2. Types de construction**

- Moteur à arbre unique (turbine fixe) ..... 2,6
- Moteur à deux corps (turbine libre) ..... 2,6

**3.2.3. Conception du turbomoteur****3.2.3.1. Entrée d'air**

- Fonctionnement .....2
- Filtre à air ..... 2,6

**3.2.3.2. Compresseur**

- Compresseur axial, conception et fonctionnement ..... 2,6
- Compresseur centrifuge, conception et fonctionnement ..... 2,6
- Dommages : causes et effet ..... 2,6
- Décrochage (compressor stall) : causes, effet et élimination du dérangement ... 2,6
- Saut de régime (surge) : causes, effet et élimination du dérangement ..... 2,6

**3.2.3.3. Diffuseur**

- Fonctionnement .....2

**3.2.3.4. Chambre de combustion**

- Types, conception, fonctionnement ..... 1,2
- Injection .....2
- Dosage de mélange (air-carburant) .....2
- Contrainte thermique, refroidissement ..... 2,6

**3.2.3.5. Turbine de travail**

- Fonction, conception et fonctionnement .....2
- Contraintes thermiques et mécaniques ..... 2,6
- Dommages : causes et effet ..... 2,6
- Contrôle de la température des gaz d'échappement TOT ..... 2,6

**3.2.3.6. Système d'échappement**

- Fonction, fonctionnement et matériaux ..... 1,2,6
- Réduction du bruit ..... 1,6

**3.2.3.7. Évacuation d'air (Bleed Valve)**

- Effets et nécessité de l'évacuation d'air ..... 2,6

**3.2.3.8. Boîte de transmission (gearbox)**

- Types ..... 1,2
- Fonction, fonctionnement .....2

**3.2.4. Systèmes turbine****3.2.4.1. Système d'allumage**

- Conception, fonctionnement et éléments .....2
- Commande ..... 2,6
- Dysfonctionnements ..... 1,6
- Systèmes de sécurité (« Auto Relight » en cas de « Flameout », etc.) ..... 2,6

**Description des objectifs de l'enseignement**

1	Citer, énumérer	6	Indiquer les conséquences pratiques
2	Décrire, interpréter	7	Solution graphique
3	Définir	8	Identifier et expliquer les causes
4	Consulter, lire, noter	9	Prendre des décisions et les motiver
5	Calculer, convertir	10	Prononcer, formuler

<b>3.2.4.2. Régulateur du débit de carburant</b>	
-Fonction du FCU (Fuel Control Unit) .....	1,6
-FADEC (Full Authority Digital Electronic Control) / EEC (Electronic Engine Control) .....	1,6
-Fonction .....	2,6
<b>3.2.4.3. Régulateur du régime (Governor)</b>	
-Fonction .....	2,6
<b>3.2.4.4. Génératrice / démarreur</b>	
-Conception et fonctionnement.....	2
-Commande .....	2,6
-Dysfonctionnements .....	2,6
<b>3.2.4.5. Problèmes au démarrage</b>	
-Causes et moyens de prévention .....	1,6
<b>3.2.4.6. Circuit du carburant</b>	
-Conception et éléments.....	2
-Utilisation et surveillance .....	2,6
-Dysfonctionnements .....	2,6
<b>3.2.4.7. Système de lubrification</b>	
-Conception et éléments.....	2
-Utilisation et surveillance .....	2,6
-Dysfonctionnements .....	2,6
<b>3.2.5. Carburants</b>	
-Types, marquage (Jet A1, JP4, etc.) .....	1,6
-Effet des impuretés (teneur en eau, formation de glace, etc.) .....	2,6
-Densité des carburants (effet de la température) .....	2,6
-Critères à respecter lors de l'utilisation de l'essence, du diesel, de l'huile de chauffage ou du pétrole .....	2,6
-Additifs .....	1,6
<b>3.2.6. Puissance délivrée</b>	
-Effets de la modification de la pression atmosphérique, de la température et de l'humidité sur la puissance.....	2,6
-Anti-Icing, De-Icing.....	2,6
-Moteurs réduits .....	2,6
<b>3.2.7. Surveillance du turbomoteur</b>	
-Instruments de réglage de la puissance : Torque, TOT, etc. ....	1,6
-Instruments de surveillance du turbomoteur : pression de l'huile, température de l'huile, etc. ....	1,6
<b>3.2.8. Utilisation du turbomoteur</b>	
-Démarrage, arrêt.....	1,6
-Réglage de la puissance, plage de puissance .....	1,6
<b>3.2.9. Critères opérationnels</b>	
-Limites opérationnelles : régimes maximaux et régimes minimaux, couple maximal, températures maximales, etc. ....	2,6
-Vibrations et régime critique .....	1,6
-Mesures à prendre en cas de problèmes au démarrage du turbomoteur, aux essais de point fixe (run-up) et en vol .....	1,6

---

**Description des objectifs de l'enseignement**

1 Citer, énumérer	6 Indiquer les conséquences pratiques
2 Décrire, interpréter	7 Solution graphique
3 Définir	8 Identifier et expliquer les causes
4 Consulter, lire, noter	9 Prendre des décisions et les motiver
5 Calculer, convertir	10 Prononcer, formuler

## 4. ÉQUIPEMENT DE SECOURS

### 4.1. Équipement de secours

-Émetteur de secours : ELBA / ELT/ systèmes assistés par satellite .....	2,6
-Extincteurs portatifs (types) .....	2,6
Gilets de sauvetage :	
-Bouées et gilets de sauvetage.....	2
-Emploi du gilet de sauvetage.....	2,6
-Équipement de montagne.....	1,6
-Pharmacie.....	1,6
-Lampes de poche .....	1,6

## 5. INSTRUMENTS DE BORD

### 5.1. Instruments de contrôle de vol

#### 5.1.1. Systèmes de pression dynamique et statique

-Tube de Pitot, conception et fonctionnement .....	2
-Prise de pression statique, conception et fonctionnement .....	2
-Erreurs (influence de la pression et de la température) .....	2,6
-Dysfonctionnement (givrage, blocage, fuite) .....	2,6
-Chauffage des prises de pression dynamique et statique.....	2,6
-Source statique de secours .....	2,6

#### 5.1.2. Altimètre / radioaltimètre

-Conception et fonctionnement .....	2
-Affichage .....	2
-Réglage (QNH, QFE, QNE).....	2,3
-Erreurs : influence de la pression et de la température.....	2,6
-Tolérances .....	1
-Définitions de la hauteur : height, indicated altitude, pressure altitude, density altitude, true altitude.....	2,3,6

#### 5.1.3. Indicateur de vitesse

-Conception et fonctionnement .....	2
-Vitesses IAS, CAS, TAS : définition, emploi, relations .....	2,3
-Signification des arcs de couleurs sur le cadran .....	2,3
-Erreurs d'affichage et tableaux de correction .....	1,4,6
-Limites dans la pratique (V <sub>NE</sub> ).....	6,9

#### 5.1.4. Variomètre

-Conception et fonctionnement .....	2
-Affichage .....	2

### 5.2. Instruments indiquant la position dans l'espace

#### 5.2.1. Principe du gyroscope

-Lois des gyroscopes (stabilité, précession) .....	2
-Entraînements des gyroscopes (pneumatique, électrique) et leur supervision.....	2,6

#### 5.2.2. Gyroscope directionnel

-Conception et fonctionnement .....	2
-Réglage manuel.....	2
-Erreur et arrêt.....	2

#### Description des objectifs de l'enseignement

1 Citer, énumérer	6 Indiquer les conséquences pratiques
2 Décrire, interpréter	7 Solution graphique
3 Définir	8 Identifier et expliquer les causes
4 Consulter, lire, noter	9 Prendre des décisions et les motiver
5 Calculer, convertir	10 Prononcer, formuler

<b>5.2.3. Compas gyroscopique asservi</b>	
-Conception et fonctionnement .....	2
-Éléments : vanne de flux, gyroscope directionnel, commande et affichage.....	2
-Types de fonctionnement : (manuel, automatique) .....	2
<b>5.2.4. Horizon artificiel</b>	
-Conception et fonctionnement .....	2
-Affichage .....	2
-Réglage manuel.....	2
-Mise au point de la barre de l'horizon.....	2
<b>5.2.5. Indicateur de virage avec bille</b>	
-Conception et fonctionnement .....	2
-Affichage .....	2
-Turn Coordinator.....	2
-Turn and Bank Indicator .....	2
<b>5.2.6. Compas magnétique</b>	
-Conception et fonctionnement .....	2
-Déviation .....	2,6
-Table de déviation.....	4
-Compensation du compas .....	1
-Influence de l'inclinaison .....	2,6
<b>5.3. Instruments de contrôle des moteurs et des systèmes</b>	
<b>5.3.1. Indicateur de pression</b>	
-Unités de mesure (atm, psi, inches hg, Pa, N/m <sup>2</sup> ) .....	1
-Indicateurs mécaniques (capsule anéroïde, capsule à membrane, tube de bourdon) .....	2
-Indicateurs de pression (huile, carburant, pression d'admission, hydraulique, dépression) .....	2,6
-Signification des arcs de couleurs sur le cadran .....	2
<b>5.3.2. Indicateur de température</b>	
-Unités de mesure (degrés Celsius et Fahrenheit) .....	1,5
Systèmes de mesure :	
-Mécanique (thermomètre bimétallique, à liquide et à pression de gaz) .....	2
-Électrique (thermocouple, sonde à thermorésistance) .....	2
-Indications de température :	
-Températures de l'air (OAT) .....	2
-Températures de l'huile, des têtes de cylindres (CHT), des gaz d'échappement (EGT) ...	2
-Températures à l'entrée de la turbine (Turbine Inlet Temperature TIT) .....	2
-Température à la sortie de la turbine (Turbine Outlet Temperature, TOT, T4) .....	2
-Signification des arcs de couleurs sur le cadran .....	2
<b>5.3.3. Tachymètre (compte-tours)</b>	
Systèmes (transmission de l'indication du compte-tours) :	
-Mécanique (détecteur centrifuge) .....	1
-Électromécanique (câble d'entraînement flexible) .....	1
-Électrique (génératrice tachymétrique) .....	1
-Électronique (transmetteur d'impulsion) .....	1
-Indications du compte-tours des moteurs à pistons .....	1
-Signification des arcs de couleurs sur le cadran .....	2,6
-Affichage (régime et heures de service) .....	2,6
-Limites dans la pratique (effet du dépassement des limites) .....	6,9

**Description des objectifs de l'enseignement**

1 Citer, énumérer	6 Indiquer les conséquences pratiques
2 Décrire, interpréter	7 Solution graphique
3 Définir	8 Identifier et expliquer les causes
4 Consulter, lire, noter	9 Prendre des décisions et les motiver
5 Calculer, convertir	10 Prononcer, formuler

<b>5.3.4. Indicateur de consommation</b>	
-Principe de fonctionnement .....	2
-Affichage .....	2
-Précision .....	2,6
<b>5.3.5. Indicateur de réserves</b>	
-Systèmes (mécanique, électromécanique, électrostatique, etc.) .....	2
-Affichage des réserves (huile, carburant) .....	2
-Affichage .....	2
-Erreur d'indication .....	2,6
<b>5.3.6. Indicateur de couple (torque)</b>	
-Principe de fonctionnement .....	2
-Affichage (PSI, %).....	2
-Signification des arcs de couleurs sur le cadran .....	2,6
-Limites dans la pratique (effet du dépassement des limites) .....	6,9
<b>5.3.7. Indicateur de la vanne de décharge</b>	
-Principe de fonctionnement .....	2
-Témoin .....	2
<b>5.3.8. Compteur d'heures de service</b>	
-Mise en service (pression dynamique, pression d'huile, Squat Switch, RPM).....	2
-Affichage .....	2
<b>5.4. Appareils avertisseurs et enregistreurs</b>	
<b>5.4.1. Alarme acoustique et voyant</b>	
-Éléments d'une installation simple : alarme (acoustique, voyant) .....	2
-Système avertisseur central (Mastercaution) .....	2
-Signification, interprétation de « jaune », « rouge », « Flag » .....	2,6
<b>5.4.2. Alarme RPM en général</b>	
-Low RPM Warning .....	2,6
-High RPM Warning .....	2,6
<b>5.4.3. Détecteur de limaille (Chip Detector)</b>	
-Limaille du moteur (Engine Chip) .....	1,2,6
-Limaille des boîtes de transmission (Main Rotor/Tail Rotor Gearbox Chip).....	1,2,6
<b>5.4.4. Enregistreurs de données</b>	
-TOT, High RPM, Mast Moment .....	2,6
-Enregistrement des données (TOT, High RPM, Mast Moment).....	2,6
<b>5.4.5. Systèmes anticollision</b>	
-Systèmes .....	1
-Éléments .....	2
-Contrôle de fonctionnement.....	2,6
-Enregistrement des données.....	1
<b>5.5. Systèmes de communication</b>	
<b>5.5.1. Systèmes de transmission (VHF, HF, SATCOM)</b>	
-Principes élémentaires .....	3
-Largeur des bandes .....	3,4
-Limitations opérationnelles .....	2,6
-Utilisation .....	1,6

**Description des objectifs de l'enseignement**

1 Citer, énumérer	6 Indiquer les conséquences pratiques
2 Décrire, interpréter	7 Solution graphique
3 Définir	8 Identifier et expliquer les causes
4 Consulter, lire, noter	9 Prendre des décisions et les motiver
5 Calculer, convertir	10 Prononcer, formuler

**5.5.2. Communication en phonie**

-Définitions .....	3
-Généralités.....	3,4
-Applications.....	6,9

---

**Description des objectifs de l'enseignement**

1 Citer, énumérer	6 Indiquer les conséquences pratiques
2 Décrire, interpréter	7 Solution graphique
3 Définir	8 Identifier et expliquer les causes
4 Consulter, lire, noter	9 Prendre des décisions et les motiver
5 Calculer, convertir	10 Prononcer, formuler



## 30 Performances et préparation du vol



## 1. CHARGEMENT

### 1.1. Principes élémentaires

- Justification du calcul de chargement et de centrage (voir aussi la branche 80) ..... 2,6
- Définitions : masse et poids ..... 2

### 1.2. Masses et chargement

- Masse à vide (Basic Empty Mass, BEM) ..... 3,4
- Charge utile (Traffic load) ..... 3,5
- Carburant utilisable ..... 4,5
- Masse au décollage (Take-Off Mass, TOM) ..... 3,5
- Masse à l'atterrissage (Landing Mass) ..... 2,5
- Masse maximale au décollage (Maximum Take-off Mass, MTOM) ..... 2,4
- Masse maximale à l'atterrissage (Maximum Landing Mass) ..... 2,4

### 1.3. Centrage et limites de centrage

- Effet de levier ..... 2,5,6
- Influences sur le décollage et l'atterrissage ..... 2,6
- Influences sur la performance générale ..... 2,6
- Référence, date ..... 2,4
- Bras de levier, stations ..... 2,4
- Moment ..... 2,4
- Limites de masse et de centrage compte tenu du manuel de vol de l'aéronef (AFM/RFM) .... 4
- Répartition du chargement ..... 5,6
- Détermination du centre de gravité ..... 5

## 2. PERFORMANCES

### 2.1. Vitesses

- $V_{NE}$  Never Exceed Speed (vitesse à ne jamais dépasser), relation avec IAS/TAS en altitude ..... 2,4,6
- $V_X$  Speed for Best Angle-of-Climb (vitesse du meilleur angle de montée) ..... 2,4,6
- $V_Y$  Speed for Best Rate-of-Climb (vitesse du meilleur taux de montée) ..... 2,4,6
- Vitesse donnant la distance maximale franchissable (max. range) ..... 2,4,6
- Vitesse donnant l'autonomie maximale (max. endurance) ..... 2,4,6

### 2.2. Décollage

- Facteurs d'influence ..... 2,6
- Vitesses de décollage (transition) ..... 2,4,6
- Profil de décollage (HIGE/HOGE) ..... 2,6,9
- Limites (TOT, Torque, MP) ..... 2,6,9

### 2.3. Vol en montée

- Facteurs d'influence ..... 2,6
- Limites (TOT, Torque, MP, vitesse) ..... 2,6,9

### 2.4. Vol de croisière

- Facteurs d'influence ..... 2,6
- Autonomie (max. endurance) ..... 4,5
- Distance maximale franchissable (max. range) ..... 4,5
- Limites (TOT, Torque, MP, vitesse) ..... 4,5

### 2.5. Vol de descente

- Facteurs d'influence ..... 2,6
- Profil de vol de descente, taux de descente, vitesse de vol ..... 2,4,6

#### Description des objectifs de l'enseignement

1 Citer, énumérer	6 Indiquer les conséquences pratiques
2 Décrire, interpréter	7 Solution graphique
3 Définir	8 Identifier et expliquer les causes
4 Consulter, lire, noter	9 Prendre des décisions et les motiver
5 Calculer, convertir	10 Prononcer, formuler

-Autorotation.....	2,3,6,9
<b>2.6. Atterrissage</b>	
-Facteurs d'influence.....	2,6
-Vitesses d'atterrissage.....	2,4,6
-Limites (TOT, Torque, MP).....	2,6,9
-Dangers (vortex, V <sub>NE</sub> )	
<b>2.7. Limites</b>	
-Catégories de certification .....	2,4
-Vitesses limites .....	2,4,6
-Facteur de charge.....	2,4,6
-Plafond pratique (Service Ceiling) .....	3,4
-Plafond absolu (Absolute Ceiling).....	3,4
<b>3. PRÉPARATION DU VOL</b>	
<b>3.1. Préparation du parcours</b>	
<b>3.1.1. Informations aéronautiques</b>	
-Informations et prescriptions pour la préparation et l'exécution de vols à vue (Manuel VFR Suisse, AIC, NOTAM, DABS, etc.).....	2,4
<b>3.1.2. Choix de l'itinéraire et de l'altitude de vol</b>	
-Prise en considération de la situation météorologique.....	2,4,6
-Structure de l'espace aérien et prescriptions du service de la navigation aérienne ...	2,4,6
-Aérodromes de départ, de destination et de dégagement .....	2,4,6
-Profil altimétrique (en lien avec les performances de vol).....	2,4,6
<b>3.2. Besoin en carburant</b>	
<b>3.2.1. Mesures de capacité et poids</b>	
Unités :	
-Litre (l), US Gallon (US Gal), Imperial Gallon (Imp Gal), kilogramme (kg), livre (lbs) .....	4,5
Calcul du poids :	
-Carburants et lubrifiants (conversions).....	4,5
<b>3.2.2. Exercices de calculs de base</b>	
-Distance, temps de vol, vitesse .....	5
-Consommation de carburant, quantité de carburant .....	5
<b>3.2.3. Devis de carburant</b>	
Définitions selon AESA :	
Quantité minimum de carburant	
-Carburant pour le roulage (taxi fuel).....	2,5
-Consommation d'étape (trip fuel),.....	2,5
Réserves de carburant :	
-Réserve de route (contingency fuel).....	2,5
-Réserve de dégagement (alternate fuel) .....	2,5
-Réserve finale (final reserve fuel) .....	2,5
-Carburant additionnel (additional fuel) en fonction du type d'exploitation	
-Carburant supplémentaire (extra fuel), à la demande du commandant de bord.....	2,5
<b>3.3. Plan de navigation (navigation plan)</b>	
-But.....	2
-Établissement de plans de navigation pour des vols à vue.....	2,4,6

**Description des objectifs de l'enseignement**

1 Citer, énumérer	6 Indiquer les conséquences pratiques
2 Décrire, interpréter	7 Solution graphique
3 Définir	8 Identifier et expliquer les causes
4 Consulter, lire, noter	9 Prendre des décisions et les motiver
5 Calculer, convertir	10 Prononcer, formuler

<b>3.4.</b>	<b>Plan de vol OACI (ICAO flight plan, ATS flight plan)</b>	
	-But.....	2
	-Établissement de plans de vol OACI pour des vols à vue.....	2,4,6
<b>3.5.</b>	<b>Manuel VFR Suisse</b>	
	-Structure .....	2
	-Parties concernant le vol en hélicoptère.....	2,4
<b>3.6.</b>	<b>Surveillance du vol et replanification en cours de vol</b>	
	-Surveillance de l'itinéraire et du temps de vol .....	2,4,5,6
	-Surveillance de la consommation de carburant en vol .....	2,4,5,6
	-Changement en cours de vol en cas d'écart par rapports aux données planifiées..	2,4,5,6

---

**Description des objectifs de l'enseignement**

1	Citer, énumérer	6	Indiquer les conséquences pratiques
2	Décrire, interpréter	7	Solution graphique
3	Définir	8	Identifier et expliquer les causes
4	Consulter, lire, noter	9	Prendre des décisions et les motiver
5	Calculer, convertir	10	Prononcer, formuler

---

# 60 Navigation



# 1. NAVIGATION GÉNÉRALE

## 1.1. Principes élémentaires

### 1.1.1. Système solaire

Mouvements saisonniers et apparents du soleil .....2

### 1.1.2. La terre et la détermination d'une position sur la surface terrestre

-La terre (forme et dimensions).....2

Système de coordonnées terrestres :

-Latitude et différence de latitude, longitude et différence de longitude ..... 2,3,4,5

-Grand cercle, petit cercle et loxodromie (rhumb line) ..... 2,3

-Rose du compas ..... 2,3,4

-Nord géographique (True North, TN) .....3

### 1.1.3. Heure et conversion des heures

-Temps universel coordonné (Universal Time Coordinated, UTC).....2

-Temps moyen local (Local Mean Time, LMT) ..... 3, 5

-Heure légale (Local Time, LT) ..... 3,4

-Heure d'été (Daylight Saving Time)..... 3,4

-Conversions des heures : UTC <-> LT .....5

-Ligne de changement de date .....3

Heures de lever et de coucher du soleil ..... 2,3,4

-Aube et crépuscule civils ..... 2,3,4

### 1.1.4. Magnétisme et compas

-Champ magnétique terrestre, position du pôle nord et du pôle sud magnétiques .....2

-Lignes de champ.....2

-Déclinaison magnétique (variation annuelle)..... 3,4,6

-Nord magnétique (Magnetic North, MN).....3

-Isogones, lignes agoniques, champs parasites .....3

-Inclinaison ..... 3,6

-Déviation ..... 3,6

-Nord compas (Compass North, CN)..... 3,4

### 1.1.5. Unités de distance et d'altitude

-Mille marin, mille terrestre américain (Statute Mile), kilomètre..... 2,5

-Pied, mètre..... 2,5

-Définition du mille marin .....3

## 1.2. Cartes

### 1.2.1. Généralités

-Propriétés générales : exactitude des angles (conformité), exactitudes des distances (équidistance), exactitude des surfaces (équivalence) ..... 2,3

-Échelles des cartes..... 2,4,5

-Exigences imposées aux cartes de navigation : conformité, équidistance ..... 2,3

### 1.2.2. Projection conique conforme (projection de Lambert)

-Représentation du canevas .....2

-Représentations des grands cercles et des loxodromies .....2

-Propriétés.....2

-Routes, distances .....4

-Emploi .....2

### 1.2.3. Projection cylindrique (projection de Mercator)

-Représentation du canevas .....2

#### Description des objectifs de l'enseignement

1	Citer, énumérer	6	Indiquer les conséquences pratiques
2	Décrire, interpréter	7	Solution graphique
3	Définir	8	Identifier et expliquer les causes
4	Consulter, lire, noter	9	Prendre des décisions et les motiver
5	Calculer, convertir	10	Prononcer, formuler

-Représentations des grands cercles et des loxodromies .....	2
-Propriétés.....	2
-Routes, distances .....	4
-Emploi .....	2
<b>1.2.4. Cartes aéronautiques</b>	
Cartes de navigation à vue de la Suisse (voir la branche Performances et préparation du vol) :	
-Carte aéronautique OACI de la Suisse 1:500 000 .....	2,4
-Cartes électroniques .....	2,4
Cartes de navigation à vue des pays limitrophes :	
-Carte aéronautique OACI 1:500 000 .....	2,4
-Carte aéronautique OACI 1:1 000 000 .....	2,4
<b>1.3. Navigation à l'estime</b>	
<b>1.3.1. Fondements de l'orientation (Basic Orientation)</b>	
-Rose des vents .....	2
-Rose du compas .....	2
-Relations entre rose des vents et rose du compas .....	2
-Calcul du cap inverse .....	5
-Addition et soustraction de 90° .....	5
-Addition et soustraction de 45° .....	5
-Ligne de position.....	3
Vitesses :	
-Vitesses de vol (IAS, CAS, TAS) .....	3,4,5,6
-Vitesse-sol (GS).....	3,5,6
-ETA .....	3,5
-Détermination de la position par relèvement croisé .....	2,7
<b>1.3.2. Notion de routes</b>	
Itinéraire prévu (course), itinéraire réel par rapport au sol (track) et cap (heading):	
-True track, TT .....	3
-True course, TC .....	3
-True heading, TH.....	3
-Magnetic track, MT .....	3
-Magnetic course, MC .....	3
-Magnetic heading, MH .....	3
-Compass heading, CH.....	3
<b>1.3.3. Emploi des plateaux-calculateurs de navigation mécaniques (DR calculator)</b>	
Calcul et conversion de vitesses, heures, distances, consommation de carburant, unités de mesure, altitude vraie (true altitude) .....	5
<b>1.3.4. Les triangles des vitesses</b>	
-Influence du vent sur un avion en vol .....	2,6
-Vitesse-sol (Ground Speed, GS) .....	3,5,7
Les côtés du triangle: True Air Speed, Ground Speed, Wind Speed .....	3
-Wind Correction Angle (WCA, Crab Angle), Drift, Drift Angle .....	3,5,7
-Actual Position, Dead-Reckoning Position (DR-Position), Air Position .....	2,3,7
-Exercices : Calcul du cap et de la GS en fonction de la route, de la TAS et du vent.....	5,7
-Composantes de vent (vent de face, vent de dos, vent de travers) .....	5,7
<b>1.3.5. Travaux pratiques sur la carte</b>	
-DR-Position (position estimée) .....	7
-Détermination de la position par observation du terrain .....	2

**Description des objectifs de l'enseignement**

1 Citer, énumérer	6 Indiquer les conséquences pratiques
2 Décrire, interpréter	7 Solution graphique
3 Définir	8 Identifier et expliquer les causes
4 Consulter, lire, noter	9 Prendre des décisions et les motiver
5 Calculer, convertir	10 Prononcer, formuler

**1.4. Navigation à vue**

-Critères présidant à l'établissement de l'itinéraire de vol du point de vue :	
-des impératifs du service de la navigation aérienne (FIZ, zones dangereuses, etc.) ....	2,6
-des points d'orientation (lignes et points caractéristiques) .....	2,6
-DR-Position (position estimée) .....	2,5,7
-Détermination de la position par observation du sol (lignes de repère) .....	2
-Détermination de la position par VDF, VOR, DME .....	7
-Comparaison entre cartes et observation au sol .....	2
-Identification de lignes et points caractéristiques .....	2
-Risque d'erreurs d'interprétation.....	2,6
-Écarts de route et corrections .....	2

**2. RADIONAVIGATION****2.1. Technique de la radio**

-Rayonnement électromagnétique .....	1
-Bandes de fréquence : LF, MF, HF, VHF, UHF .....	1
-Types de modulation .....	1
-Antennes (équipements au sol et de bord).....	1
-Propagation des ondes VHF, UHF, SHF .....	2,6

**2.2. Radars****2.2.1. Radars (radar primaire et secondaire)**

-Principe de fonctionnement (radar primaire et secondaire) .....	2
-Portée .....	2
-Parasites .....	2

**2.2.2. Radars secondaires (Secondary Surveillance Radar, SSR), transpondeur**

-Fonction du SSR.....	2
-Modes A, C, S.....	2
-Signal de réponse (codage).....	2
-Fonctionnement de la transmission d'altitude .....	2
-Fonctions : OFF, STAND-BY, ON, ALT, TEST .....	2
-Sélection du code .....	2
-IDENT, lampe-témoin .....	2
-Codes spéciaux .....	1,2,6

**2.3. Instruments de radionavigation (équipements au sol et de bord)****2.3.1. Goniomètres (VHF Direction Finder, VDF)**

-Fonctions du VDF / symbole cartographique .....	2
-Éléments de l'installation au sol : antenne, récepteur, indicateur .....	1
-Bande de fréquence .....	1
Portée.....	2
-Principe de fonctionnement (radiogoniométrie).....	2
-Modes de relèvement : QDM, QDR, QTE .....	1,3,7
-Équipement de bord .....	1
-Phraséologie VDF ( <i>examiné dans le cadre de la branche 90</i> )	

**2.3.2. Radiophare d'alignement omnidirectionnel (VHF Omni-Directional Radio Range, VOR)**

Équipement VOR au sol :	
-Fonctions du VOR (AWY, TMA), symboles cartographiques .....	2
-Types d'émission .....	2,4
-Identification des stations .....	4
-Portées.....	1
-Principe de fonctionnement .....	2

**Description des objectifs de l'enseignement**

1 Citer, énumérer	6 Indiquer les conséquences pratiques
2 Décrire, interpréter	7 Solution graphique
3 Définir	8 Identifier et expliquer les causes
4 Consulter, lire, noter	9 Prendre des décisions et les motiver
5 Calculer, convertir	10 Prononcer, formuler



Équipement VOR de bord :	
-Éléments, fonctions .....	2
Indicateurs VOR :	
-Radio Magnetic Indicator (RMI) .....	2
-Course Deviation Indicator (CDI) .....	2
-Radio Direction Indicator (RDI) / Horizontal Situation Indicator (HSI) .....	2
-Radial inbound / outbound .....	3
-Faisceaux de trajectoire, calage .....	2
-Indication TO/FROM .....	2,6
-Drapeau avertisseur .....	2,6
-Précision du système .....	1
-Cône de silence (cone of silence) .....	2,6
<b>2.3.3. Dispositif de mesure de distance (DME)</b>	
-Fonctions du DME, symboles cartographiques .....	2
-Type d'émission .....	2,4
-Identification des stations .....	4
-Types de DME (VOR/DME, ILS/DME, DME only) .....	1,4
-VORTAC (VOR-Tactical Air Navigation) .....	1
-Portées .....	1
-Principe de fonctionnement, éloignement, distance oblique (Slant Range) .....	2,6
-Équipement de bord DME, indicateur (distance, temps, vitesse-sol) .....	2
-Précision du système .....	1
-Erreurs d'affichage en fonction de la hauteur de vol, la distance et la direction de vol par rapport à la station au sol .....	1
<b>2.4. Procédures de radionavigation</b>	
<b>2.4.1. Fondements de l'orientation (Basic Orientation)</b>	
-Rose des vents .....	2
-Rose du compas .....	2
-Relations entre rose des vents et rose du compas .....	2
-Calcul du cap inverse .....	5
-Addition et soustraction de 90° .....	5
-Addition et soustraction de 45° .....	5
-Ligne de position .....	3
-QDR, QDM, QTE .....	3
-Rose des QDR, rose des QDM .....	2
<b>2.4.2. Procédures de navigation VOR</b>	
-Radial inbound / outbound .....	3
-Interception sur Track .....	2,7
-Utilisation de deux stations VOR pour obtenir une position .....	2,6
-Première orientation (Basic Orientation) par RDI / RMI .....	2,4
-Survol de la station VOR .....	2,6
-Ligne TO/FROM .....	2,6
-Corrections sur Track .....	2,5,6
<b>2.5. Navigation assistée par satellite (GNSS)</b>	
-Systèmes (GPS, GLONASS, GALILEO) .....	1
-Application .....	2
-Principe de fonctionnement .....	2
-Les indications et leur interprétation .....	2
-Précision du système, couverture, influences et erreurs .....	2,6

**Description des objectifs de l'enseignement**

1 Citer, énumérer	6 Indiquer les conséquences pratiques
2 Décrire, interpréter	7 Solution graphique
3 Définir	8 Identifier et expliquer les causes
4 Consulter, lire, noter	9 Prendre des décisions et les motiver
5 Calculer, convertir	10 Prononcer, formuler

Intentionally left blank

---

**Description des objectifs de l'enseignement**

- |                          |  |
|--------------------------|--|
| 1 Citer, énumérer        | 6 Indiquer les conséquences pratiques  |
| 2 Décrire, interpréter   | 7 Solution graphique                   |
| 3 Définir                | 8 Identifier et expliquer les causes   |
| 4 Consulter, lire, noter | 9 Prendre des décisions et les motiver |
| 5 Calculer, convertir    | 10 Prononcer, formuler                 |

# 70 Procédures opérationnelles



## 1. LICENCES

### 1.1. Exigences particulières pour les licences de pilotes privés (hélicoptère) conformément à la partie FCL (voir aussi branche 10)

#### 1.1.1. Exigence LAPL(H)

-FCL.105.H, Privilèges .....	2
-FCL.110.H, Exigences en termes d'expérience et obtention de crédits.....	1
-FCL.135.H, Extension des privilèges à une autre classe ou variante d'hélicoptère .....	2
-FCL.140.H, Exigences en matière d'expérience récente .....	2,3

#### 1.1.2. Exigence PPL(H)

-FCL.205.H, Privilèges .....	2
-FCL.210.H, Exigences en termes d'expérience et obtention de crédits.....	1

## 2. PROCÉDURE NORMALE

### 2.1. Principes

Prescriptions générales relatives à l'exploitation des aéronefs conformément à l'Annexe 6 OACI :

-Définitions .....	3
-Applicabilité.....	1
-« Fly the aircraft » .....	6
-Prise de décision, fixation des priorités .....	6,9
-Tactique de vol destinée à limiter les nuisances sonores .....	6,9
Évitement des collisions (see and avoid) :	
-Technique de surveillance de l'espace aérien.....	2
-Phare d'atterrissage.....	6
-Vitres propres.....	6
-Influence de la vitesse .....	2

### 2.2. Préparation du vol

#### 2.2.1. Documentation

-Matériel cartographique, étude de l'espace aérien, etc.....	2,6
-Informations météorologiques, DABS, NOTAM, etc.....	2,6
-Documents utiles pour les atterrissages en campagne (cartes, autorisations, etc.) .....	2,6
-Vols transfrontaliers : plan de vol OACI, réglementations douanières .....	6

#### 2.2.2. Prise en charge de l'hélicoptère

-Contrôle visuel (état général de l'aéronef).....	6,9
-Contrôle afin de détecter d'éventuels dommages, contrôle extérieur selon AFM/RFM .....	6,9
-Contrôle afin de détecter d'éventuelles fuites de carburant ou d'huile.....	6,9
-Liste d'équipement minimal AFM/MEL .....	2,6,9
-No Go Items.....	2,6,9
-Consignes d'entretien, communications techniques de l'OFAC, du constructeur.....	2,6,9

#### 2.2.3. Avitaillement

-Choix du bon carburant .....	1,2,6,9
-Danger d'incendie .....	6,8,9
-Mise à terre, liaison équipotentielle .....	2,6
-Aspects sanitaires (vapeurs, protection de la peau).....	1,6
-Contrôle afin de déterminer la présence d'eau ou d'impuretés (Fuel drain) .....	2,6
-Avitaillement et passagers.....	3,6

#### Description des objectifs de l'enseignement

1 Citer, énumérer	6 Indiquer les conséquences pratiques
2 Décrire, interpréter	7 Solution graphique
3 Définir	8 Identifier et expliquer les causes
4 Consulter, lire, noter	9 Prendre des décisions et les motiver
5 Calculer, convertir	10 Prononcer, formuler

<b>2.3.</b>	<b>Démarrage du moteur, roulage, décollage, montée</b>	
2.3.1.	<b>Démarrage du moteur</b>	
	-Procédure de mise en marche (selon AFM) .....	1,4
	-Incendie du carburateur .....	1,9
	-Noyage du carburateur .....	1,9
	-Départ à chaud (hélicoptère à turbines)	
2.3.2.	<b>Décollage et vol stationnaire</b>	
	-Caractéristiques du terrain (voir également 3.1.1.) .....	1,6,9
	-Vérification avant le décollage .....	1,2,6,9
	-Décollage normal .....	2,6
	-Décollage à partir de terrains situés en altitude .....	2,6
	-Procédure par vent de travers et de dos .....	2,6,9
	-Interruption du décollage (motifs, points de décision) .....	2,6
	-Dérangement du moteur .....	2,6,9
	-Autres problèmes (patins bloqués par la glace, incendie du moteur, etc.).....	2,6,9
2.3.3.	<b>Vol en montée</b>	
	-Utilisation du moteur .....	2,6,9
	-Profil de montée, $V_x$ , $V_y$ .....	1,2,6,9
<b>2.4.</b>	<b>Vol de croisière, vol en montagne (généralités)</b>	
	-Performances de vol .....	2,6
	-Utilisation du moteur .....	2,6,9
	-Conditions météorologiques particulières (voir points 3.1.3. et 3.2.).....	6,9
	-Perte d'orientation (lignes de repères, relèvement autonome, relèvement au sol, radar).....	1,9
	-Utilisation des installations d'oxygène .....	2,6
<b>2.5.</b>	<b>Vol de descente, approche, remise de gaz, atterrissage</b>	
2.5.1.	<b>Vol de descente</b>	
	-Utilisation du moteur .....	2,6,9
	-Profil de descente .....	2,6,9
	-Entrée dans le circuit d'aérodrome/sur le terrain d'atterrissage .....	2,6,9
2.5.2.	<b>Approche</b>	
	-Approche normal.....	2
	-Approche sur des terrains situés en altitude .....	2,6
	-Approche trop haute / trop basse .....	6,9
	-Par vent de dos et vent de travers (turbulences, cisaillement de vent) .....	6,9
	-Illusions d'optique (inclinaison et largeur de la piste, précipitations, ombre/lumière, etc.) .....	2,6
2.5.3.	<b>Remise de gaz (balked landing, « go around »)</b>	
	-Motifs (problèmes techniques, obstacles, conditions météorologiques, stabilité, ATC, etc.) .....	1
	-Procédure .....	2
2.5.4.	<b>Atterrissage</b>	
	-Atterrissage normal.....	2
	-Atterrissage en cas de vent (vent de face, vent de travers, vent de dos) .....	2,6
	-Influence de l'état du terrain (voir aussi point 3.1.1) .....	2,6

**Description des objectifs de l'enseignement**

1	Citer, énumérer	6	Indiquer les conséquences pratiques
2	Décrire, interpréter	7	Solution graphique
3	Définir	8	Identifier et expliquer les causes
4	Consulter, lire, noter	9	Prendre des décisions et les motiver
5	Calculer, convertir	10	Prononcer, formuler

### 3. CONDITIONS SPÉCIALES ET PROCÉDURES D'URGENCE

#### 3.1. Opérations par conditions météorologiques particulières

##### 3.1.1. Etat de la piste ou du terrain d'atterrissage

-Herbe, végétation haute .....	6,9
-Sol mou .....	6,9
-Verglas, neige, neige fondante .....	6,9

##### 3.1.2. Givrage

Givrage du carburateur et de la prise d'air	
-Domaine de température critique .....	2
-Causes .....	8
-Mesures préventives .....	1,9
-Détection .....	2
-Conséquences .....	2
Givrage du rotor, de la cellule et des systèmes de mesure	
-Conséquences .....	2
-Détection .....	2
-Mesures .....	1,9
Givrage du pare-brise :	
-Mesures :	
-au sol .....	2,9
-en vol .....	1,9

##### 3.1.3. Situations météorologiques dangereuses

-Détérioration de la visibilité horizontale et verticale .....	6,9
-Brume, brouillard (smog), poussière .....	6,9
-Brouillard et bancs de brouillard .....	6,9
-Limite inférieure de la couche nuageuse à basse altitude .....	6,9
-Averses et chutes de neige .....	6,9
-Orages .....	6,9
-Turbulences .....	6,9
-Cisaillement de vent et microrafale .....	6,9
-Ondes orographiques, rotors .....	6,9

#### 3.2. Vol en montagne

-Décollage et atterrissage sur des terrains situés en altitude, indications de la vitesse .....	2,6
-Tactique de vol (route, hauteur de vol, crêtes des montagnes, cols, vallées, obstacles, radiocommunication aérienne) .....	2,4,6,9
Conditions météorologiques particulières :	
-Vents ascendants et vent rabattants .....	6,9
-Vent de montagne et vent de vallée .....	6,9
-Foehn (rotors = rouleaux) .....	6,9
-Formation des nuages .....	6,9
-Survie en montagne .....	2,9

#### 3.3. Atterrissage en campagne

-Définition .....	2
Réglementations nationales :	
-Atterrissage en campagne jusqu'à 1100 m/AMSL .....	2,6
-Atterrissage en campagne entre 1100 et 2000 m/AMSL .....	2,6
-Atterrissage en campagne sur des places d'atterrissage en montagne .....	2,6
Exécution :	
-Tactique d'approche (navigation, environnement, câbles, etc.) .....	2,6
-Reconnaissance du terrain d'atterrissage en campagne .....	2,6

#### Description des objectifs de l'enseignement

1 Citer, énumérer	6 Indiquer les conséquences pratiques
2 Décrire, interpréter	7 Solution graphique
3 Définir	8 Identifier et expliquer les causes
4 Consulter, lire, noter	9 Prendre des décisions et les motiver
5 Calculer, convertir	10 Prononcer, formuler

-Checks et briefings .....	2,6
-Dangers (p ex. pour les tiers et les passagers) .....	1,6
<b>3.4. Atterrissage de précaution</b>	
-Définition .....	2
-Motifs (par ex. conditions météorologiques, tombée de la nuit, perte d'orientation, problème de santé) .....	1,9
-Prise en considération du vent (distance franchissable maximum) .....	9
-Choix de l'aérodrome ou du terrain d'atterrissage .....	9
-Aérodrome le plus proche .....	1,9
Aérodromes militaires .....	9
-Préparation .....	2,6,9
-Mesures à prendre après l'atterrissage .....	1,2,9
<b>3.5. Atterrissage forcé</b>	
-Définition .....	2
-Motifs .....	1
-Tactique de vol .....	2,6,9
-Choix du terrain approprié .....	9
-Prise en considération du vent .....	9
-Préparation .....	1
-Séquences d'approche .....	2
Tactique et vitesse d'approche, technique d'atterrissage :	
-dans la végétation haute .....	2,9
-en forêt .....	2,9
-sur l'eau .....	2,9
-à flanc de montagne .....	2,9
-sur un terrain comportant des obstacles .....	2,9
-sur un terrain trop court .....	2,6,9
-Briefing des passagers .....	1
-Corrections en approche finale (obstacles) .....	2
-Ultimes procédures avant l'atterrissage .....	1,2
-Évacuation .....	2
-Mesures à prendre après l'atterrissage .....	2,9
<b>3.6. Comportement en cas d'incendie déclaré et couvant</b>	
-Incendie du carburateur .....	8,9
-Incendie du moteur .....	8,9
-Feu dans la cabine, dans le poste de pilotage .....	8,9
-Choix du bon moyen d'extinction (proportionnalité, selon classe d'incendie) .....	1
-Émission de fumée dans le poste de pilotage et la cabine .....	8
-Conséquences et mesures .....	2,9
-Emploi d'un extincteur .....	6,5
<b>3.7. Turbulence de sillage (Wake Turbulence, Jet Blast, Downwash)</b>	
-Cause des turbulences .....	2
-Responsabilité (ATC, pilote) .....	1,9
-Influence de la vitesse et de la masse .....	2,6
-Potentiel énergétique, dimension, durée et amortissement du tourbillon (influence du vent) .....	2,6
-Mesures à prendre lors du croisement de la trajectoire d'un gros avion .....	1,9
-Mesures à prendre lors de l'atterrissage et du décollage derrière un gros avion .....	1,9
-Turbulence dans le sillage des hélicoptères .....	2,6,9
-Déflexion vers le bas (Downwash) notamment danger pour les tiers au sol .....	2,4
<b>3.8. Dommages causés par des corps étrangers (p. ex. oiseaux, grêle)</b>	
-aux rotors .....	6,9

**Description des objectifs de l'enseignement**

1 Citer, énumérer	6 Indiquer les conséquences pratiques
2 Décrire, interpréter	7 Solution graphique
3 Définir	8 Identifier et expliquer les causes
4 Consulter, lire, noter	9 Prendre des décisions et les motiver
5 Calculer, convertir	10 Prononcer, formuler

-à la cellule (également les vitres) .....	6,9
-au moteur .....	6,9
<b>3.9. Portes ouvertes</b>	
-Procédure de vol avec portes ouvertes ou déposées .....	2,8,9
-Largage d'urgence des portes .....	6,8,9
<b>3.10. Basculement dynamique</b>	
-Définition .....	3
-Causes .....	1,6,8
-Évitement .....	2,6
-Contre-mesures .....	2,9
<b>3.11. Oscillation du mât (Mast Bumping)</b>	
-Définition .....	3
-Causes .....	1,6,8
-Évitement .....	2,6
-Contre-mesures .....	2,9
<b>3.12. Décrochage aérodynamique des pales du rotor</b>	
-Définition .....	3
-Causes .....	1,6,8
-Évitement .....	2,6
-Contre-mesures .....	2,9
<b>3.13. État de vortex</b>	
-Définition .....	3
-Causes .....	1,6,8
-Évitement .....	2,6
-Contre-mesures .....	2,9
<b>3.14. Sur-contrôle en tangage (over-pitch)</b>	
-Définition .....	3
-Causes .....	1,6,8
-Évitement .....	2,6
-Contre-mesures .....	2,9
<b>3.15. Surrégime du rotor ou du moteur</b>	
-Définition .....	3
-Causes .....	1,6,8
-Évitement .....	2,6
-Contre-mesures .....	2,9
<b>3.16. Résonance au sol</b>	
-Définition .....	3
-Causes .....	1,6,8
-Évitement .....	2,6
-Contre-mesures .....	2,9
<b>3.17. Pannes de systèmes</b>	
<b>3.17.1. Procédure générale en cas de pannes de systèmes</b>	
-Détection .....	2,6
-Analyse .....	6,8
-Mise en œuvre de mesures .....	8,9
<b>3.17.2. Moteur</b>	
-Circuit de graissage (pression et température d'huile) .....	6,8,9
-Circuit de carburant (pression et réserve de carburant) .....	6,8,9
-Panne de moteur en vol (causes, mesures) .....	6,8,9

**Description des objectifs de l'enseignement**

1 Citer, énumérer	6 Indiquer les conséquences pratiques
2 Décrire, interpréter	7 Solution graphique
3 Définir	8 Identifier et expliquer les causes
4 Consulter, lire, noter	9 Prendre des décisions et les motiver
5 Calculer, convertir	10 Prononcer, formuler



-Panne du régulateur .....	6,8,9
<b>3.17.3. Système électrique</b>	
-Court-circuit.....	1,6,8,9
-Interruption.....	1,6,8,9
-Panne des systèmes électriques en général.....	1,6,8,9
-Pannes des gros et petits consommateurs de courant .....	1,6,8,9
-Panne d'alimentation .....	1,6,8,9
<b>3.17.4. Installations de commande</b>	
-Panne des installations de commande (y compris hydraulique, compensateurs) .....	6,8,9
<b>3.17.5. Instruments</b>	
-Panne des instruments, instruments fournissant des indications erronées .....	6,8,9
<b>3.17.6. Aides à la navigation</b>	
-Panne des aides à la navigation, aides à la navigation fournissant des indications erronées .....	6,8,9

---

**Description des objectifs de l'enseignement**

1 Citer, énumérer	6 Indiquer les conséquences pratiques
2 Décrire, interpréter	7 Solution graphique
3 Définir	8 Identifier et expliquer les causes
4 Consulter, lire, noter	9 Prendre des décisions et les motiver
5 Calculer, convertir	10 Prononcer, formuler

---

Intentionally left blank

---

**Description des objectifs de l'enseignement**

1 Citer, énumérer	6 Indiquer les conséquences pratiques
2 Décrire, interpréter	7 Solution graphique
3 Définir	8 Identifier et expliquer les causes
4 Consulter, lire, noter	9 Prendre des décisions et les motiver
5 Calculer, convertir	10 Prononcer, formuler

---

## 80 Principes du vol



<b>1.</b>	<b>AÉRODYNAMIQUE SUBSONIQUE</b>	
<b>1.1.</b>	<b>Concepts de base, lois et définitions</b>	
1.1.1.	<b>Lois et définitions</b>	
	-Conversion des unités .....	4
	-Loi de Newton .....	3
	-Équation de Bernoulli, équation de continuité .....	3
	-Pression statique, pression dynamique et pression totale .....	3
	-Densité de l'air .....	3
	-IAS et TAS .....	3,6
1.1.2.	<b>Écoulement aérodynamique</b>	
	-Profil .....	2
	-Flux d'air bidimensionnel .....	2
	-Flux d'air tridimensionnel .....	2
1.1.3.	<b>Forces aérodynamiques sur les surfaces</b>	
	-Force résultante .....	3
	-Portance.....	3
	-Traînée.....	3
	-Angle d'attaque (angle of attack) .....	3
1.1.4.	<b>Forme d'un profil aérodynamique</b>	
	-Épaisseur relative (thickness to chord ratio).....	3
	-Corde (chord line) .....	3
	-Ligne de cambrure (camber line) .....	3
	-Cambrure (camber) .....	3
	-Angle d'attaque (angle of attack) .....	3
1.1.5.	<b>Forme de l'aile</b>	
	-Allongement.....	3
	-Corde à l'emplanture de pale.....	2
	-Corde à l'extrémité de pale.....	2
	-Flèche .....	3
	-Forme en plan.....	3
<b>1.2.</b>	<b>Le flux d'air bidimensionnel autour d'un profil aérodynamique</b>	
	-Modèle aérodynamique .....	2
	-Point de stagnation (stagnation point) .....	3
	-Distribution de pression .....	2
	-Centre de pression (centre of pressure) .....	2
	-Influence de l'angle d'attaque .....	2
	-Séparation de l'écoulement pour de forts angles d'attaque .....	2,6
	-Le graphique $C_z$ -incidence .....	2
<b>1.3.</b>	<b>Coefficients</b>	
	-Coefficient $C_z$ : formule de la portance .....	2
	-Coefficient $C_x$ : formule de la traînée.....	2
<b>1.4.</b>	<b>Flux d'air tridimensionnel autour d'un hélicoptère</b>	
1.4.1.	<b>Écoulement</b>	
	-Écoulement et causes dans le sens de l'envergure .....	2
	-Tourbillons marginaux et angle d'attaque.....	2
	-Mouvements verticaux vers le haut et vers le bas dus aux tourbillons marginaux .....	2
	-Turbulence de sillage derrière un hélicoptère .....	2,6
1.4.2.	<b>Traînée induite</b>	
	-Influence des tourbillons marginaux sur l'angle d'attaque.....	2

**Description des objectifs de l'enseignement**

1	Citer, énumérer	6	Indiquer les conséquences pratiques
2	Décrire, interpréter	7	Solution graphique
3	Définir	8	Identifier et expliquer les causes
4	Consulter, lire, noter	9	Prendre des décisions et les motiver
5	Calculer, convertir	10	Prononcer, formuler

-Traînée induite et angle d'attaque .....	2,6
<b>1.5. Traînée</b>	
<b>1.5.1. Traînée parasite</b>	
-Traînée de pression (pressure drag) .....	2,6
-Traînée d'interférence (interference drag) .....	2,6
-Traînée de frottement (friction drag) .....	2,6
-Flux d'air autour du fuselage .....	2,6
<b>1.5.2. Traînée parasite et vitesse</b>	
-Traînée parasite et vitesse .....	2,6
<b>1.5.3. Traînée induite et vitesse</b>	
-Traînée induite et vitesse .....	2,6
<b>1.5.4. Traînée totale</b>	
-Traînée totale .....	2,6
<b>1.6. Effet de sol</b>	
-Effets spéciaux (flux d'air) en vol stationnaire dans l'effet de sol .....	2,6
<b>1.7. Décrochage (Stall)</b>	
<b>1.7.1. Séparation de l'écoulement avec l'augmentation de l'angle d'attaque</b>	
-Couche limite : couche laminaire, couche turbulente, transition .....	2,6
-Point de séparation .....	2
-Influence de l'angle d'attaque .....	2,6
-Influence sur : la distribution de pression, la position du centre de pression, $C_z$ , $C_x$ , moments sur l'axe de tangage .....	2,6
<b>1.7.2. La « vitesse de décrochage » dans le cas des hélicoptères</b>	
-Virage .....	2,6
Facteur de charge n:	
-Définition .....	3
-Angle d'inclinaison .....	2,6
-Forces .....	2,6
<b>1.7.3. Décrochage initial</b>	
-Influence de forme en plan .....	2
-Torsion aérodynamique et géométrique (vrillage de l'aile) .....	2
<b>1.8. Circonstances spéciales</b>	
Glace et toute autre contamination :	
-Glace au point de stagnation .....	2,6
-Glace sur la surface .....	2,6
-Pluie .....	2,6
-Contamination du bord d'attaque .....	2,6
-Effets sur le décrochage .....	2,6
<b>2. STABILITÉ</b>	
<b>2.1. Équilibre et assiettes de l'hélicoptère</b>	
<b>2.1.1. Vol stationnaire</b>	
-Forces et conditions d'équilibre .....	1,2,3
-Moment de tangage de l'hélicoptère et angle de tangage .....	1,2,3,6

**Description des objectifs de l'enseignement**

1 Citer, énumérer	6 Indiquer les conséquences pratiques
2 Décrire, interpréter	7 Solution graphique
3 Définir	8 Identifier et expliquer les causes
4 Consulter, lire, noter	9 Prendre des décisions et les motiver
5 Calculer, convertir	10 Prononcer, formuler

	-Moment de l'hélicoptère autour de l'axe de roulis et angle de roulis .....	1,2,3,6
<b>2.1.2.</b>	<b>Vol horizontal</b>	
	-Forces et conditions d'équilibre .....	1,2,3
	-Moments de l'hélicoptère et assiettes .....	1,2,3
	-Effets de la vitesse sur l'assiette de fuselage .....	1,2,3
<b>2.2.</b>	<b>Méthodes pour réaliser l'équilibre</b>	
	-Gouvernes de profondeur .....	2,6
	-Gouvernes de direction .....	2,6
	-Dispositifs de stabilisation (horizontale/verticale) .....	2,6
<b>2.3.</b>	<b>Stabilité longitudinale statique et dynamique</b>	
	Bases et définitions :	
	-Stabilité statique, positive, neutre et négative .....	2,6
	-Stabilité dynamique, positive, neutre et négative .....	2,6
	Position du centre de gravité :	
	-Limite arrière et marge statique minimum .....	2,6
	-Centrage avant .....	2,6
	-Effets sur la stabilité statique et dynamique .....	2,6
<b>2.4.</b>	<b>Stabilité latérale ou directionnelle</b>	
	-Influence du centre de gravité .....	2,6
<b>2.5.</b>	<b>Basculement dynamique et statique</b>	
	-Formation, forces et moments .....	1,2,3,6
<b>3.</b>	<b>COMMANDES</b>	
<b>3.1.</b>	<b>Généralités</b>	
	-Bases, les trois plans et les trois axes .....	3
<b>3.2.</b>	<b>Commande de pas collectif</b>	
	-Description et fonctionnement .....	2,3,6
<b>3.3.</b>	<b>Commande de pas cyclique (périodique)</b>	
	-Description et fonctionnement .....	2,3,6
<b>3.4.</b>	<b>Palonniers : commande de lacet</b>	
	-Description et fonctionnement .....	2,3,6
<b>3.5.</b>	<b>Commande de la puissance</b>	
	-Rotor entièrement articulé .....	1,2,3
	-Rotor rigide .....	1,2,3
	-Bipale (rotor en balancier) .....	1,2,3
<b>4.</b>	<b>AÉRODYNAMIQUE TRANSSONIQUE ET EFFETS DE LA COMPRESSIBILITÉ</b>	
<b>4.1.</b>	<b>Vitesses de l'écoulement</b>	
	-Vitesse du son .....	2,3
	-Écoulements subsoniques, subsoniques élevés et supersoniques .....	2,3

**Description des objectifs de l'enseignement**

1	Citer, énumérer	6	Indiquer les conséquences pratiques
2	Décrire, interpréter	7	Solution graphique
3	Définir	8	Identifier et expliquer les causes
4	Consulter, lire, noter	9	Prendre des décisions et les motiver
5	Calculer, convertir	10	Prononcer, formuler

<b>4.2.</b>	<b>Ondes de choc</b>	
	-Compressibilité et ondes de choc.....	2
	-Raisons de leur formation.....	2,3
	-Effets sur la portance et la traînée.....	2,3,6
<b>4.3.</b>	<b>Influence de la forme en plan de l'aile</b>	
	-Angle de flèche.....	2,3,6
<b>5.</b>	<b>AÉRONEFS À VOILURE TOURNANTE</b>	
<b>5.1.</b>	<b>Types d'aéronefs à voilure tournante</b>	
	-Autogire.....	2
	-Hélicoptère.....	2
<b>5.2.</b>	<b>Configurations de l'hélicoptère</b>	
	-Disposition générale, cellule, moteur et boîte de transmission principale.....	2
	-Rotor anticouple, fenestron et NOTAR.....	2
	-Moteurs (moteurs à piston et turbines).....	2
	-Transmission de la puissance.....	2
	-Arbre, moyeu et pales du rotor.....	2
	-Disque rotor et surface balayée par le disque de rotor.....	2,3
	-Rotor bipale à balancier et rotors avec plus de deux pales.....	2
	-Patins et roues.....	2
	-Axes de l'hélicoptère et axe longitudinal de la cellule.....	2,3
	-Axe de roulis, axe de tangage et axe normal ou de lacet.....	2,3
	-Masse instantanée, poids instantané et charge du disque.....	2,3
<b>6.</b>	<b>AÉRODYNAMIQUE DU ROTOR PRINCIPAL</b>	
<b>6.1.</b>	<b>Vol stationnaire en dehors de l'effet de sol</b>	
<b>6.1.1.</b>	<b>Écoulement au travers du disque rotor et autour des pales</b>	
	-Vitesse linéaire des sections de pale.....	2,3
	-Flux d'air induit, au travers du disque et vers le bas (Downwash).....	2,3
	-Traînée verticale de la cellule.....	2
	-Équilibre de la portance rotor, du poids et de la traînée de cellule.....	2,3,6
	-Puissance induite du disque rotor.....	2,3
	-Flux d'air relatif à la pale.....	2,3
	-Incidence et angle d'attaque d'une section de pale.....	2,3
	-Portance et traînée de profil sur l'élément de pale.....	2,3
	-Portance résultante et traction sur la pale et poussée du rotor.....	2,3
	-Changements de pas collectif et nécessité de faire varier le pas des pales.....	2,3
	-Couple total nécessaire (torque) du rotor principal et puissance du rotor.....	2,3
	-Influence de la densité de l'air.....	2,3,6
<b>6.1.2.</b>	<b>Force anticouple et rotor anticouple</b>	
	-Force exercée par le rotor anticouple en fonction du couple du rotor principal.....	2,3,6
	-Puissance de rotor anti- couple.....	2,3
	-Nécessité de faire varier le calage des pales du rotor anticouple et palonniers.....	2,3,6
<b>6.1.3.</b>	<b>Altitude maximum en dehors de l'effet de sol en vol stationnaire (HOGE)</b>	
	-Puissance totale nécessaire et puissance utile.....	2,3,6
	-Altitude maximum en vol stationnaire en fonction de l'altitude pression et OAT.....	2,3,6

**Description des objectifs de l'enseignement**

1	Citer, énumérer	6	Indiquer les conséquences pratiques
2	Décrire, interpréter	7	Solution graphique
3	Définir	8	Identifier et expliquer les causes
4	Consulter, lire, noter	9	Prendre des décisions et les motiver
5	Calculer, convertir	10	Prononcer, formuler

**6.2. Montée verticale****6.2.1. Vent relatif et angles d'attaque**

- Vitesse de montée ( $V_{climb}$ ), vitesse induite, vitesse relative, et angle d'attaque .....2,3
- Angle de pas collectif et variation de calage de la pale.....2,3

**6.2.2. Puissance et vitesse verticale**

- Puissance induite, puissance ascensionnelle et puissance de profil .....2,3
- Puissance totale du rotor principal couple du rotor principal .....2,3
- Puissance de rotor anticouple .....2,3
- Puissance nécessaire totale en le vol vertical .....2,3,6

**6.3. Vol horizontal****6.3.1. Flux d'air et forces en écoulement uniforme**

- Hypothèse d'une répartition uniforme de la vitesse induite sur toute la surface du disque.....2,3
- Pale avançante ( $90^\circ$ ) et pale reculante ( $270^\circ$ ) .....2,3,6
- Vitesse résultante des filets d'air qui attaquent le profil de la pale, domaine d'inversion d'écoulement .....2,3,6
- Portance de la pale avançante et de la pale reculante à pas constant (pitch) .....2,3,6
- Nécessité des variations cycliques de pas (cyclic pitch) .....2,3,6
- Effets de compressibilité sur l'extrémité de la pale avançante et limitations de vitesse2,3,6
- Fort angle d'attaque de la pale reculante de la pale les limitations de vitesse .....2,3,6
- Traction sur le disque rotor et inclinaison du vecteur poussée .....2,3,6
- Composante verticale du vecteur poussée et équilibre du poids total .....2,3,6
- Composante horizontale du vecteur poussée et équilibre de la traînée .....2,3,6

**6.3.2. La manœuvre d'arrondi (flare) avec puissance**

- Inversion de poussée et augmentation de la poussée rotor.....2,3
- Augmentation des RPM rotor du rotor non régulé.....2,3,6

**6.3.3. Puissance et vitesse maximale**

- Puissance induite en fonction de vitesse de l'hélicoptère .....2,3,6
- Puissance de profil du rotor en fonction de la vitesse de l'hélicoptère.....2,3,6
- Traînée du fuselage et puissance parasite en fonction de la vitesse horizontale .....2,3,6
- Puissance du rotor anticouple et puissance des accessoires .....2,3,6
- Puissance totale nécessaire en fonction de la vitesse horizontale .....2,3,6
- Influence de la masse de l'hélicoptère, de la densité de l'air et de la traînée des équipements supplémentaires externes .....2,3,6
- Portance translationnelle et influence sur la puissance nécessaire .....2,3,6

**6.4. Vol stationnaire et vol horizontal dans l'effet de sol**

- Circulation de l'air dans l'effet de sol et souffle du rotor vers le bas (Downwash) : diminution de la puissance du rotor en fonction de la hauteur du rotor au-dessus du sol à masse constante .....2,3,6

**6.5. Descente verticale****6.5.1. Descente verticale, moteur en fonctionnement**

- Écoulement de l'air au travers du rotor, vitesses de descente faibles et modérées ....2,3,6
- Vortex, enfoncement avec puissance et conséquences .....2,3,6

**6.5.2. Autorotation**

- Position de la commande de pas collectif (Collective) à la suite d'une panne moteur.2,3,6
- Écoulement de l'air au travers du rotor vers le haut, et zone contrarotative .....2,3,6
- Poussée du rotor anticouple et contrôle du lacet (yaw) .....2,3,6

**Description des objectifs de l'enseignement**

1 Citer, énumérer	6 Indiquer les conséquences pratiques
2 Décrire, interpréter	7 Solution graphique
3 Définir	8 Identifier et expliquer les causes
4 Consulter, lire, noter	9 Prendre des décisions et les motiver
5 Calculer, convertir	10 Prononcer, formuler



- Contrôle du RPM rotor avec la commande de pas collectif .....2,3,6
- Atterrissage après augmentation de la poussée rotor par augmentation de pas collectif et réduction de la vitesse verticale .....2,3,6

### 6.5.3. Autorotation et vol horizontal

#### 6.5.3.1. Flux d'air au travers du disque de rotor

- Vitesse de descente et flux vertical au travers du disque .....2,3
- Manœuvre d'arrondi (flare), augmentation de la puissance, réduction de la vitesse verticale et de vitesse-sol .....2,3,6

#### 6.5.3.2. Vol et atterrissage

- Virage .....2,3
- manœuvre d'arrondi (flare) .....2,3
- Atterrissage en autorotation .....2,3
- Évitement de la zone dangereuse du diagramme hauteur-vitesse (Dead man's curve).....2,3,6

## 7. MÉCANIQUE DU ROTOR PRINCIPAL

### 7.1. Battement de la pale en vol stationnaire (flapping)

#### 7.1.1. Forces et efforts sur la pale

- Force centrifuge sur la pale et les articulations .....2,3
- Limitations du régime rotor .....2,6
- Portance sur la pale et efforts de flexion sur une pale sans articulation .....2,3
- Articulation de battement de la pale articulée et articulation de battement déplacée .....1,2
- Battement du rotor sans articulation et éléments flexibles .....1,2

#### 7.1.2. Angle de conicité en vol stationnaire

- Portance et force centrifuge en vol stationnaire (poids de la pale négligeable) .....1,2
- Battement, plan de rotation de l'extrémité de pale et zone de balayage du disque .....1,2,3

### 7.2. Angles de battement de la pale en vol horizontal

#### 7.2.1. Forces sur la pale en vol horizontal sans changement de pas cyclique

- Forces aérodynamiques sur la pale changement de pas cyclique.....1,2,3
- Forces et efforts périodiques, fatigue et articulation de battement.....1,2,3
- Retard de phase entre la force et l'angle de battement (environ 90°) ..... 1,2,3,6
- Mouvement de battement des pales articulées, inclinaison du cône et basculement arrière du rotor (flap back, blowback)..... 1,2,3,6
- Inclinaison du disque-rotor et inclinaison du vecteur poussée ..... 1,2,3,6

#### 7.2.2. Pas cyclique (variation de pas) en mode hélicoptère, vol horizontal

- Nécessité de l'inclinaison du disque rotor et de l'inclinaison du vecteur poussée .....1,2,6
- Battement et plan de rotation de l'extrémité de pale avec axe de rotation virtuel .....1,2,6
- Axe sans battement et plan de rotation .....1,2,6
- Axe de l'arbre et plan du moyeu .....1,2
- Changement de pas cyclique (variation de pas) et inclinaison de vecteur poussée du rotor .....1,2,6
- Changement de pas collectif, levier collectif, plateau cyclique, biellette de pas et guignol de pas.....1,2
- Manche de pas cyclique, plateau cyclique tournant et mouvement de la biellette de pas et angle de phase.....1,2

### 7.3. Retard de réaction des pales

#### 7.3.1. Forces exercées sur la pale (plan de rotation des extrémités) en vol horizontal

- Effets de la force de Coriolis engendrées par le battement .....1,2,3

#### Description des objectifs de l'enseignement

1 Citer, énumérer	6 Indiquer les conséquences pratiques
2 Décrire, interpréter	7 Solution graphique
3 Définir	8 Identifier et expliquer les causes
4 Consulter, lire, noter	9 Prendre des décisions et les motiver
5 Calculer, convertir	10 Prononcer, formuler

-Efforts alternatifs et nécessité de l'articulation ou charnière de traînée .....	1,2,3
<b>7.3.2. Articulation ou charnière de traînée</b>	
-Articulation de traînée d'un rotor entièrement articulé .....	1,2,3
-Souplesse en flexion quant à la traînée du rotor rigide .....	1,2
-Amortisseur de traînée .....	1,2
<b>7.4. Résonance au sol</b>	
-Retard de pale et mouvement du centre de gravité des pales et du rotor .....	1,2,6
-Force oscillatoire sur le fuselage .....	1,2
-Fuselage, train d'atterrissage et résonance .....	1,2,6
<b>7.5. Système rotor</b>	
<b>7.5.1. Rotor à bascule ou à balancier (See-Saw-Rotor)</b>	
-Description et fonctionnement .....	2,3,6
<b>7.5.2. Rotor entièrement articulé</b>	
-Disposition à trois articulations .....	1,2,3
-Articulations à roulements et élastomères.....	1,2,3
<b>7.5.3. Rotor rigide et rotor sans roulements</b>	
-Description et fonctionnement .....	2,3,6
<b>7.5.4. Battement excessif des pales rotor (Blade sailing)</b>	
-Faible régime rotor et effets de vent défavorable .....	1,2,6
-Atténuation du danger .....	1,2,6
-Butée centrifuge (droop stop) .....	1,2,6
<b>7.5.5. Vibrations dues au rotor principal</b>	
-Origine des vibrations : dans le plan et verticale .....	1,2
-Alignement et équilibrage des pales.....	1,2
<b>8. ROTOR ANTICOUUPLE</b>	
<b>8.1. Rotor anticouple conventionnel</b>	
<b>8.1.1. Description du rotor</b>	
-Rotors anticouple à deux-pales avec articulation de balancement .....	1,2,3
-Rotors avec plus de deux pales.....	1,2,3
-Roulements de changement de pas et articulations de battement .....	1,2
-Dangers aux personnes et au rotor anticouple, hauteur du rotor et sécurité .....	1,2,3,6
<b>8.1.2. Aérodynamique</b>	
-Flux d'air induit et poussée de rotor anticouple .....	1,2,3
-Contrôle de poussée par variation de pas, dérive due au rotor anticouple et roulis .....	1,2,3,6
-Effets de la panne du rotor anticouple et d'anneau de vortex .....	1,2,3,6
<b>8.2. Fenestron</b>	
-Description technique .....	1,2,3
<b>8.3. NOTAR (No tail rotor system)</b>	
-Description technique .....	1,2,3
<b>8.4. Vibrations</b>	
-Vibrations à haute fréquence dues aux rotors anticouple .....	1,2,6

**Description des objectifs de l'enseignement**

1 Citer, énumérer	6 Indiquer les conséquences pratiques
2 Décrire, interpréter	7 Solution graphique
3 Définir	8 Identifier et expliquer les causes
4 Consulter, lire, noter	9 Prendre des décisions et les motiver
5 Calculer, convertir	10 Prononcer, formuler

## 9. PERFORMANCES DE L'HÉLICOPTÈRE

### 9.1. Performances moteurs

#### 9.1.1. Moteurs à piston

- Puissance utile..... 1,2,3,6
- Effets d'altitude densité..... 1,2,3,6

#### 9.1.2. Moteurs à turbine (turbomoteurs)

- Puissance utile..... 1,2,3,6
- Effets de la pression et de la température ambiantes ..... 1,2,3,6

### 9.2. Performances de l'hélicoptère

#### 9.2.1. Vol stationnaire et vol vertical

- Puissance nécessaire et puissance utile..... 1,2,3,6
- Hauteur maximum de vol stationnaire en dehors de l'effet de sol (OGE) et dans l'effet de sol (IGE) ..... 1,2,3,6
- Influence de la masse instantanée, de la pression, de la température et de la densité..... 1,2,3,6

#### 9.2.2. Vol horizontal

- Vitesse maximale..... 1,2,3,6
- Vitesse de montée au taux maximum ..... 1,2,3,6
- Vitesse de montée pente maximum ..... 1,2,3,6
- Distance franchissable et autonomie..... 1,2,3,6
- Influence de la masse instantanée, de la pression, de la température et de la densité..... 1,2,3,6

#### 9.2.3. Manœuvres

- Facteur de charge..... 1,2,3,6
- Inclinaison et nombre de « g » ..... 1,2,3,6
- Limite de facteur de charge en manœuvre..... 1,2,3,6

#### 9.2.4. Conditions particulières

- Exploitation en puissance réduite ..... 1,2,3,6
- Sur-contrôle de l'assiette (over-pitch) et sur-couple (over torque) ..... 1,2,3,6

---

#### Description des objectifs de l'enseignement

1 Citer, énumérer	6 Indiquer les conséquences pratiques
2 Décrire, interpréter	7 Solution graphique
3 Définir	8 Identifier et expliquer les causes
4 Consulter, lire, noter	9 Prendre des décisions et les motiver
5 Calculer, convertir	10 Prononcer, formuler