



Guide De l'Instructeur VFR de Nuit



1 – Introduction

A certains égards le vol de nuit, en conditions VFR, est plus agréable que le vol de jour : moins de turbulences, meilleure capacité à localiser les autres trafics, facilité à repérer les agglomérations, encombrement réduit des aérodromes et plaisir d'évoluer dans un environnement particulier.

Cependant, l'homme est un animal terrestre adapté aux mouvements au niveau du sol par l'intermédiaire de systèmes sensoriels auxquels il réagit par habitude. Le candidat au vol de nuit doit être averti des problèmes que lui posera cette nouvelle activité en termes de limites physiologiques.

Par ailleurs, l'exercice de cette faculté ne pourra être effectif qu'à l'intérieur d'un cadre réglementaire forcément restrictif, adapté à l'environnement aéronautique nocturne et aux performances humaines. Un pilote habitué à voler de jour n'est pas nécessairement conscient qu'il est « facile » de rentrer involontairement dans une couche nuageuse par nuit très noire, tout simplement parce qu'un tel phénomène ne peut être facilement détecté par une observation visuelle directe.

Voler par une nuit de pleine lune, n'offre guère de différence avec le jour en ce qui concerne l'orientation spatiale. En revanche, une nuit étoilée ou un ciel recouvert par une couche nuageuse impliquent l'utilisation des références instrumentales dont le candidat à la pratique du VFR de nuit doit être instruit.

Ce guide est destiné aux instructeurs F.I. (A) intégrant un stage homologué « Instructeur Vol de Nuit »

Il développe les caractéristiques propres au VFR de nuit dans une optique pédagogique. La dernière partie est consacrée au découpage de leçons en vol dans le même esprit que le « Guide de l'Instructeur VFR »

2 – Sommaire général

- 00 Introduction
- 01 Réglementation
- 02 Facteurs Humains
- 03 Météorologie Nocturne
- 04 Le vol aux instruments
- 05 Exécution du Vol de Nuit
- 06 Guide d'instruction

PAGE LAISSEE
INTENTIONNELLEMENT
BLANCHE

1 Le VFR de nuit.....	06 - 01 – P2
1.1 <i>La nuit aéronautique.....</i>	<i>06 - 01 – P2</i>
1.2 <i>Définitions</i>	<i>06 - 01 – P2</i>
1.3 <i>Aérodromes homologués.....</i>	<i>06 - 01 – P2</i>
1.4 <i>Conditions météorologiques</i>	<i>06 - 01 – P2</i>
1.5 <i>Plan de vol.....</i>	<i>06 - 01 – P3</i>
1.6 <i>Itinéraires, Niveau minimal.....</i>	<i>06 - 01 – P3</i>
1.7 <i>Espaces aériens et zones réglementées.....</i>	<i>06 - 01 – P4</i>
1.8 <i>Radio comuncations.....</i>	<i>06 - 01 – P4</i>
2 • Habilitation au vol de nuit.....	06 - 01 – P5
3 • Instructeur vol de nuit.....	06 - 01 – P6
3.1 <i>Conditions</i>	<i>06 - 01 – P6</i>
3.2 <i>Stage instructeur vol de nuit</i>	<i>06 - 01 – P6</i>
3.3 <i>Candidat FI(A) détenteur de QVN ou IR.....</i>	<i>06 - 01 – P6</i>
4 • Balisage lumineux des aérodromes	06 - 01 – P8
5 • Repérage et identification des aérodromes	06 - 01 – P10
5.1 <i>Signaux lumineux.....</i>	<i>06 - 01 – P10</i>
6 • L'équipement de l'avion.....	06 - 01 – P11
6.1 <i>Feux réglementaires</i>	<i>06 - 01 – P11</i>
6.2 <i>Les instruments de bord</i>	<i>06 - 01 – P12</i>
6.3 <i>Emport carburant</i>	<i>06 - 01 – P13</i>

REGLEMENTATION

1 – Le VFR de nuit

1.1 La nuit aéronautique

La nuit est un terme générique qui définit la période comprise entre le coucher et le lever du soleil.

Cette définition très "généraliste" ne décrit pas tous les types de nuits que l'on peut rencontrer, comme les nuits de pleine lune, les nuits noires (sans lune), les différences de luminosité entre les zones urbanisées et les zones sauvages.

En France métropolitaine, **la nuit aéronautique** débute à l'heure du coucher de soleil plus 30 minutes et se termine à l'heure du lever du soleil moins 30 minutes. Les heures de lever et de coucher du soleil sont données en temps légal ou en UTC (temps universel). Il faut ajouter 1 heure en hiver et 2 heures en été pour convertir les heures UTC en heures légales

Règles spécifiques à la pratique du VFR de nuit.

Le VFR de nuit est par définition un régime de vol à vue. Les conditions dans lesquelles un pilote peut effectuer un vol selon les règles de VFR de nuit sont fixées dans l'appendice 5 des règles de l'air (RDA) de l'annexe 1 de l'arrêté du 3 mars 2006, appendice 5 VFR de Nuit, seul document de référence dont sont extraits les aspects réglementaires ci-dessous .

1.2 Définitions

- o **Vol local** : Vol circulaire sans escale effectué:

A l'intérieur des limites latérales d'une zone de contrôle (CTR) associée à un aérodrome Ou, en l'absence de zone de contrôle, à 12 kilomètres (6.5 milles marins) au plus de l'aérodrome.

- o **Vol de voyage** : vol autre qu'un vol local

1.3 Aéroдрomes homologués

Un vol VFR de nuit est effectué au départ et à destination d'aéroдрomes homologués au sens de l'arrêté susvisé relatif aux conditions d'homologation et aux procédures d'exploitation des aéroдрomes. De tels aéroдрomes et les éventuelles consignes à respecter sont portés à la connaissance des usagers par la voie de l'information aéronautique.

Lorsqu'un aéroдрome est dit homologué "avec limitations", il est réservé aux seuls pilotes autorisés par le directeur de l'aviation civile ou son représentant; ces pilotes prennent alors connaissance des consignes locales fixant les règles particulières d'utilisation de cet aéroдрome.

1.4 Conditions météorologiques

a) pour un vol local :

- conserver la vue du sol ou de l'eau
- hauteur de la base des nuages égale ou supérieure à 450 mètres (1500 ft)
- visibilité égale ou supérieure à 5 kilomètre

b) pour un vol de voyage :

Conserver la vue du sol ou de l'eau

Hauteur de la base des nuages égale ou supérieure à 450 mètres(1500ft) au-dessus du niveau de croisière prévu

Visibilité égale ou supérieure à 8 kilomètres entre les aérodromes de départ, de destination et de dégagement éventuel

Toutefois, un vol peut être poursuivi vers l'aérodrome de destination ou de dégagement si la visibilité transmise par l'organisme de la circulation aérienne de cet aérodrome ou par un système de transmission automatique de paramètres (STAP) est inférieure à 8 kilomètres mais supérieure à 5 kilomètres.

Pas de prévision de précipitation ou d'orage entre les aérodromes de départ, de destination et de dégagement éventuel.

Pour un vol local ou de voyage, en l'absence de système de transmission automatique de paramètres (STAP) ou d'organisme de la circulation aérienne sur l'aérodrome de départ, le pilote évalue lui-même la visibilité pour les besoins du décollage.

1.5 Plan de vol

a) Plan de vol déposé

Un plan de vol déposé (FPL) est communiqué au moins 30 minutes avant l'heure estimée de départ du poste de stationnement ou transmis à l'organisme de la circulation aérienne intéressé, 30 minutes au moins avant l'heure de coucher du soleil à l'aérodrome de destination pour un vol de jour devant se poursuivre de nuit.

b) Cas particuliers

Un plan de vol n'est pas exigé pour les vols suivants;

les éléments de vol appropriés sont communiqués par radio à l'organisme de la circulation aérienne concerné:

Vols locaux;

Vols entre deux aérodromes pour lesquels le service du contrôle d'approche est assuré par le même organisme du contrôle de la circulation aérienne, dans les limites de l'espace aérien relevant de son autorité;

vols entrepris de jour qui, pour des raisons imprévues, se terminent de nuit, si une liaison radiotéléphonique est établie de jour avec l'organisme de la Circulation Aérienne.

1.6 Itinéraires, Niveau minimal

Sauf pour les besoins du décollage, de l'atterrissage et des manœuvres qui s'y rattachent, un vol VFR de nuit est effectué :

a) Pour les vols de voyage :

sur des itinéraires portés à la connaissance des usagers par la voie de l'information aéronautique sauf si une clairance permet de déroger au suivi de ces itinéraires. Dans ce dernier cas, le pilote reste responsable du franchissement des obstacles ;

en l'absence d'itinéraire, à une hauteur minimale de 450 mètres (1500 ft) au-dessus de l'obstacle le plus élevé dans un rayon de 8 kilomètres autour de la position estimée de l'aéronef. Cette hauteur est portée à 600 mètres (2000ft) dans les régions où le relief s'élève à une altitude de plus de 1500mètres (5000 ft).

b) Pour les vols locaux :

Sauf consignes locales particulières, à une hauteur minimale de 300 mètres (1000 ft) au-dessus de l'obstacle le plus élevé dans un rayon de 8 kilomètres autour de la position estimée de l'aéronef.

1.7 Espaces aériens et Zones réglementées

Un vol VFR de nuit est effectué:

en espace aérien non contrôlé;

après délivrance d'une clairance, dans les espaces aériens contrôlés, gérés par les centres de contrôle d'approche (APP) et les tours de contrôle (TWR), en particulier ceux compris dans les limites des secteurs d'information de vol (SIV), pendant leurs heures d'activation;

après autorisation préalable de l'organisme gestionnaire, dans une zone réglementée, le cas échéant suivant des itinéraires portés à la connaissance des usagers par la voie de l'information aéronautique.

1.8 Radiocommunications

a) Vol local sans organisme de la circulation aérienne

Un pilote en vol VFR de nuit évoluant en vol local assure une veille radiotéléphonique. En l'absence d'organisme de la circulation aérienne, il indique en auto-information, au premier appel d'un autre pilote sur la fréquence, sa position, son altitude et ses intentions.

b) Espaces aériens contrôlés et zones réglementées

Un pilote en vol VFR de nuit dans un espace aérien contrôlé ou dans une zone réglementée établit une communication bilatérale directe avec l'organisme de la circulation aérienne intéressé et garde une écoute permanente sur la fréquence radio appropriée.

2 – Habilitation au vol de nuit

Si les privilèges afférents à la licence PPL(A) détenue par le candidat doivent être exercés de nuit, au moins 5 heures de vol supplémentaires sur avion doivent être effectuées de nuit, comprenant 3 heures de formation en double commande dont au moins 1 heure de navigation en campagne, et 5 décollages en solo et 5 atterrissages complets en solo. Cette habilitation sera mentionnée sur la licence.

Rappel sur l'arrêté du 9 avril 2003 portant diverses dispositions relatives aux personnels navigants techniques de l'aéronautique civile

Pour la qualification « Vol de Nuit » voir l'introduction du « Guide d'Instruction » du présent guide.

CONDITIONS D'EXPERIENCE RECENTE :

Un pilote ne peut exercer la fonction de commandant de bord ou de copilote sur un aérodyne transportant des passagers s'il n'a effectué, dans les trois mois qui précèdent, au moins trois décollages et trois atterrissages sur un aérodyne de même classe ou type ou sur un entraîneur synthétique de vol qualifié à cet effet.

Le détenteur d'une licence qui ne détient pas une qualification de vol aux instruments en état de validité ne peut exercer de nuit en tant que commandant de bord d'un aérodyne transportant des passagers s'il n'a effectué de nuit au moins un des décollages et atterrissages requis par le paragraphe ci-dessus.

En outre, pour transporter un ou des passagers en circuit d'aérodrome, s'il n'est pas titulaire d'une qualification de vol VFR de nuit ou de l'habilitation au vol de nuit, le pilote doit avoir été autorisé par un instructeur compétent. »

3 – Instructeur vol de nuit (Licence stagiaire FCL 1)

3.1 Conditions

Être titulaire de la qualification d’Instructeur Avion (FI) A,
 D’une aptitude au vol de nuit ou d’une QVN
 Voir tableaux ci-après

3.2 Stage instructeur vol de nuit

Un stage homologué « instructeur vol de nuit » devra être suivi par le candidat de façon complète et satisfaisante

Lors de l’épreuve finale, le candidat devra démontrer sa compétence à instruire de nuit auprès d’un instructeur FI(A) autorisé à dispenser l’instruction FI(A).

Le test devra être effectué dans un délai maximum de 6 mois à l’issue de la formation

Le déroulement de l’épreuve finale s’effectue de la manière suivante :

- a) un briefing d’une leçon par le candidat au formateur
- b) la réalisation de la séance en vol
- c) débriefing du candidat et du formateur de formateur
- d) sur l’attestation de stage FI(A) sera portée la mention
 « l’aptitude à instruire au vol de nuit a été démontrée »

3.3 Candidat FI(A) détenteur de QVN ou IFR (Licence Arr. 81) ou IR

Voir tableaux ci-après.

INSTRUCTEUR (FI)	INSTRUCTEUR (FI)
IFR	IR
En état de validité	En état de validité
QUALIFICATION	QUALIFICATION
DE	DE
CLASSE	CLASSE
CERTIFICAT MEDICAL	CERTIFICAT MEDICAL
25h. D'expérience de nuit	25h. D'expérience de nuit
si enseigne une QVN	si enseigne une QVN
Demande de test *QVN pour un TT	Demande de test *QVN pour un TT
Délivrance d'une **HVDN à un PPL	Délivrance d'une **HVDN à un PPL

<p style="text-align: center;">INSTRUCTEUR (FI) ARRÊTE 1981 TT ou PP QUALIFICATION</p>	<p style="text-align: center;">INSTRUCTEUR (FI) ARRÊTE 1999 PPL ou CPL QUALIFICATION</p>
<p style="text-align: center;">DE CLASSE CERTIFICAT MEDICAL</p>	<p style="text-align: center;">DE CLASSE CERTIFICAT MEDICAL</p>
<p style="text-align: center;">25h. D'expérience de nuit si enseigne une QVN</p>	<p style="text-align: center;">25h. D'expérience de nuit si enseigne une QVN</p>
<p style="text-align: center;">Demande de test *QVN pour un TT Délivrance d'une**HVDN à un PPL</p>	<p style="text-align: center;">Demande de test *QVN pour un TT Délivrance d'une**HVDN à un PPL</p>

*QVN : Qualification Vol de Nuit

**HVDN : Habilitation Vol de Nuit

4 – Balisages lumineux des aérodromes

Différents systèmes lumineux équipent les aérodromes en fonction de leur catégorie, de l'importance du trafic commercial et des minima météorologiques définis pour le décollage et l'atterrissage.

Sur les aérodromes dotés d'un organisme de la circulation aérienne, la mise en œuvre du balisage est affectée aux agents du contrôle.

En l'absence d'un organisme de la circulation aérienne, le balisage est mis en œuvre par :

- Une personne habilitée,
- Le pilote si l'aérodrome est doté d'une télécommande de balisage – PCL - (3 coups d'alternat sur la fréquence en 5 secondes).

Un groupe électrogène prend le relais en cas de panne de secteur dans les 10 secondes.

Un balisage type de piste basse intensité se représente selon le schéma ci-dessous (Fig. 1)

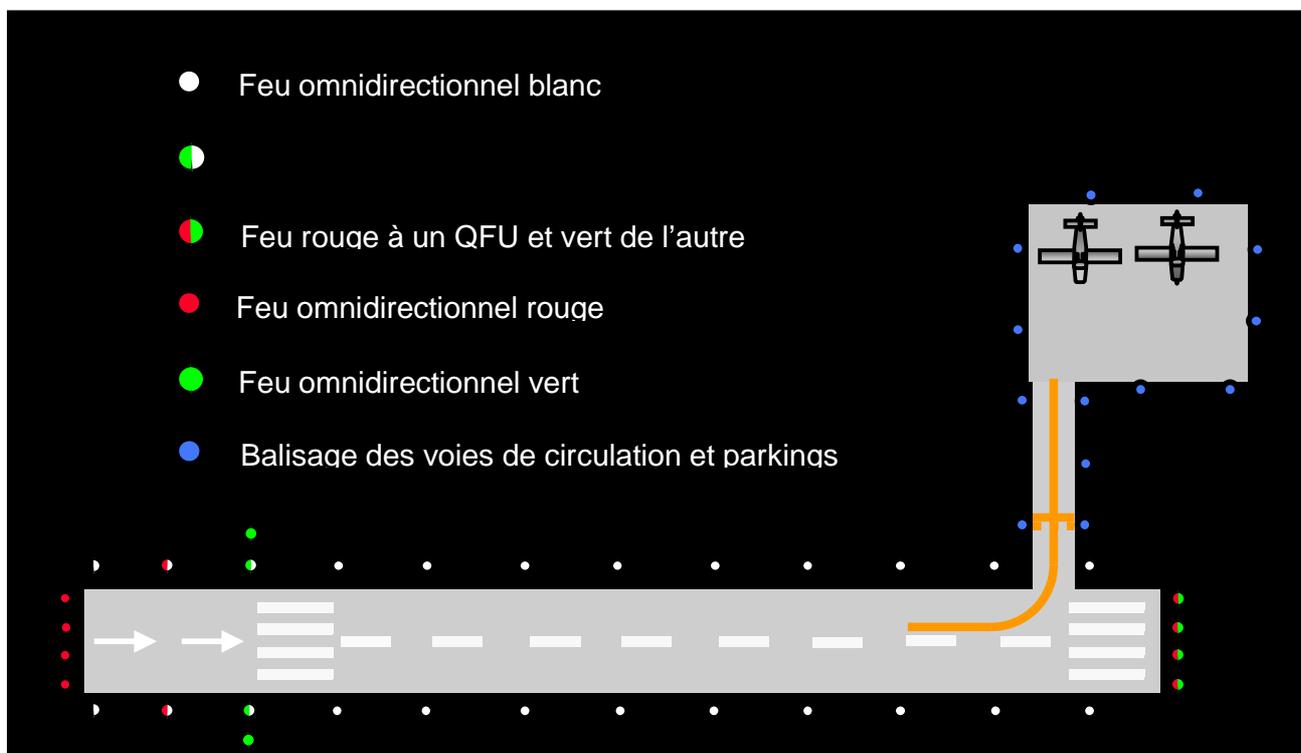


Fig. 1

- **Balisage de délimitation de piste :** Les feux de bord de piste sont des feux blancs et sont utilisés pour définir les délimitations de la piste de nuit, ou de jour par mauvaise visibilité ; leur espacement est de 60 mètres. Ils peuvent être de basse intensité ou de haute intensité.
- **Feux de seuil de piste :** Ils marquent le début de la partie de piste utilisable à l'atterrissage
- **Feux d'extrémité de piste :** Ils délimitent l'extrémité aval de la piste et sont vus de couleur rouge du côté de l'approche et verts de l'autre côté

■ *Balisages complémentaires :*

- Balisage haute intensité de l'axe de piste
- Balisage axial des voies de circulation
- Feux de zone d'impact sous forme de barrettes de feux blancs encastrés
- Balisage de l'axe de sortie de piste (feux verts et jaunes alternativement)
- Sur aérodromes homologués, possibilité d'utiliser des balises portatives.

■ *Feux de voies de circulation et parkings :*

voies de circulation et parkings sont délimités par des feux bleus ou éventuellement par des balises réfléchissantes.

■ *Aides lumineuses à l'approche :*

- Les lignes d'approche haute et basse intensité utilisées lors des approches IFR
- Les aides visuelles à l'atterrissage, PAPI, VASI.

■ *Obstacles fixes*

Les obstacles pouvant présenter un risque pour la circulation aérienne au sol comme en vol sont balisés. Le balisage diurne est réalisé à l'aide de couleurs (blanc et rouge, ou blanc et orange) ou à l'aide de sphères alternativement de couleur blanche et rouge dans le cas de câbles électriques ou de transport.

Le balisage lumineux qui peut être utilisé tant de jour que de nuit est réalisé au moyen de feux d'obstacles Ce sont des feux fixes de couleur rouge d'intensité moyenne. Ils sont placés en général au sommet de l'obstacle ainsi qu'à des niveaux intermédiaires de façon à indiquer le contour général et l'importance de l'obstacle.

Dans certains cas, afin d'assurer une meilleure protection des phares de danger sont installés en plus ou à la place des feux d'obstacles. Ces phares émettent une série d'éclats rouges et sont d'une grande intensité lumineuses.

Les obstacles balisés sont indiqués sur les cartes d'aérodrome (VAC ou IAC) pour ceux situés à proximité d'un aérodrome. Les caractéristiques du balisage de tous les obstacles figurent dans le manuel d'Information Aéronautique (RAC-4).

■ *Les obstacles mobiles*

Le balisage lumineux des véhicules évoluant sur l'aire de manœuvre est constitué par des feux d'obstacles à éclats de couleur.

- ❖ jaune pour les véhicules de service ;
- ❖ rouge pour les véhicules de secours ;
- ❖ bleu pour les véhicules de police.

5 – Repérage et identification des aérodromes

De nuit le repérage et l'identification de certains aérodromes peuvent être facilités par l'existence :

- de phares de rappel : ces phares à éclats blancs de grande puissance sont installés généralement sur un point élevé proche de l'aérodrome. Ils peuvent être aperçus à plus de 60 km de l'aérodrome ;
- de phares d'identification : ce sont des phares blancs à extinction (phares à éclipses) et ont une portée plus réduite que les précédents. Ils modulent une lettre de l'alphabet morse :

Exemple :

Pour TOUSSUS-LE-NOBLE c'est la lettre P qui est modulée ;

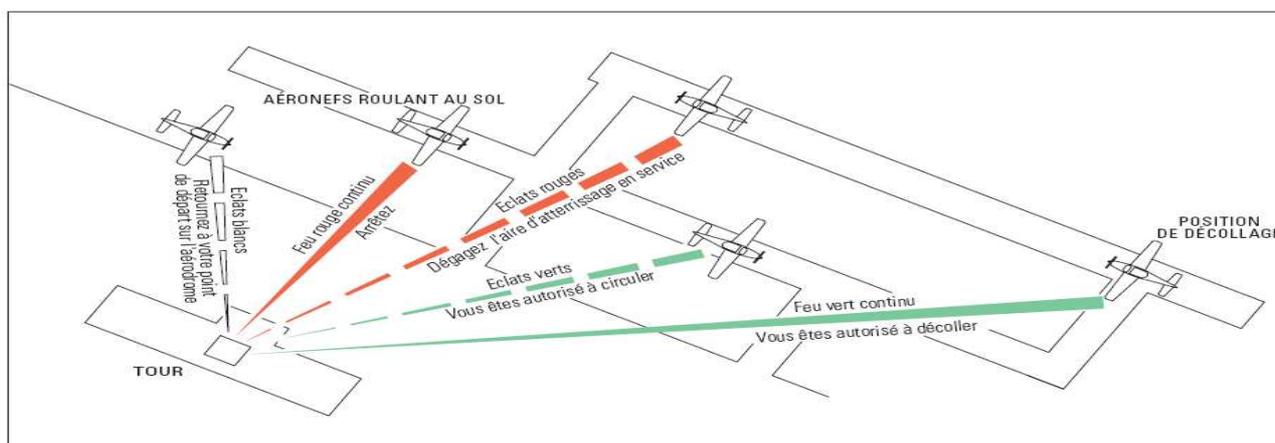
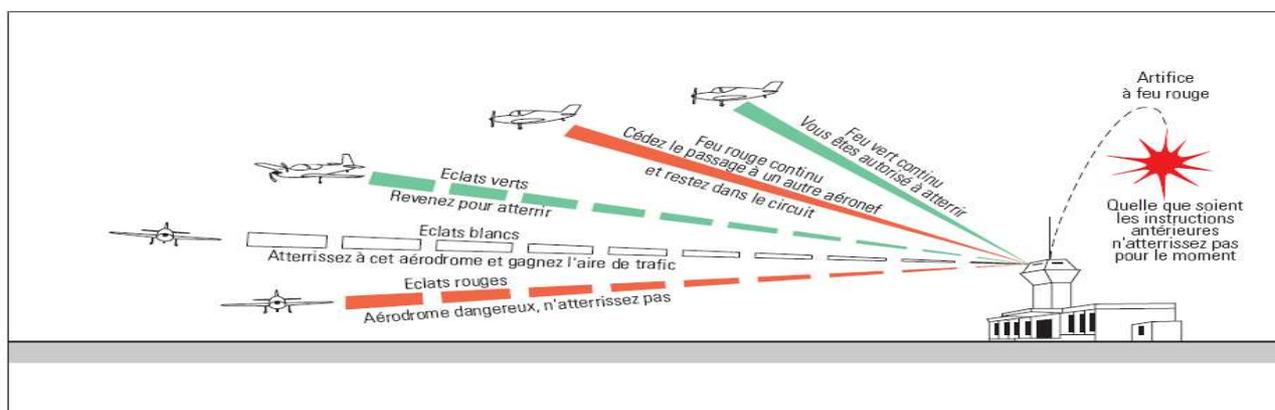
Pour NANTES c'est la lettre N qui est modulée ;

Pour CHERBOURG c'est la lettre Y qui est modulée.

Les caractéristiques de ces phares (emplacement, lettre morse associée) figurent sur les cartes d'aérodrome (VAC) ainsi que dans les Publications d'Information Aéronautique (AIP) partie Aérodromes (AD).

5.1 Signaux lumineux

Ces signaux sont adressés à un avion en vol ou au sol par le contrôle d'aérodrome. L'instruction donnée doit être immédiatement exécutée. Cette procédure n'est utilisée qu'en cas de panne radio.



6 – L'équipement de l'avion

6.1 Feux réglementaires (Fig. 2)

La possibilité pour un avion d'effectuer des vol en régime VFR de nuit est déterminée par l'installation d'équipements de pilotage et de navigation exigés par la réglementation, et par des mentions particulières portées dans les parties "limitations" et "suppléments" du manuel de vol.

- ❖ *Un feu anticollision* : c'est un feu à éclat placé en général au sommet de l'empennage. Il permet de localiser l'avion qui sera situé en fonction de ses feux de position ; au sol, il signifie que les opérations de mise en route sont engagées.
- ❖ *Les feux de position* : ils comprennent (Fig. 2)

Un feu rouge disposé sur l'extrémité de l'aile gauche

Un feu vert sur l'extrémité de l'aile droite

Un feu blanc disposé sur la partie extrême arrière de l'avion

Un phare d'atterrissage

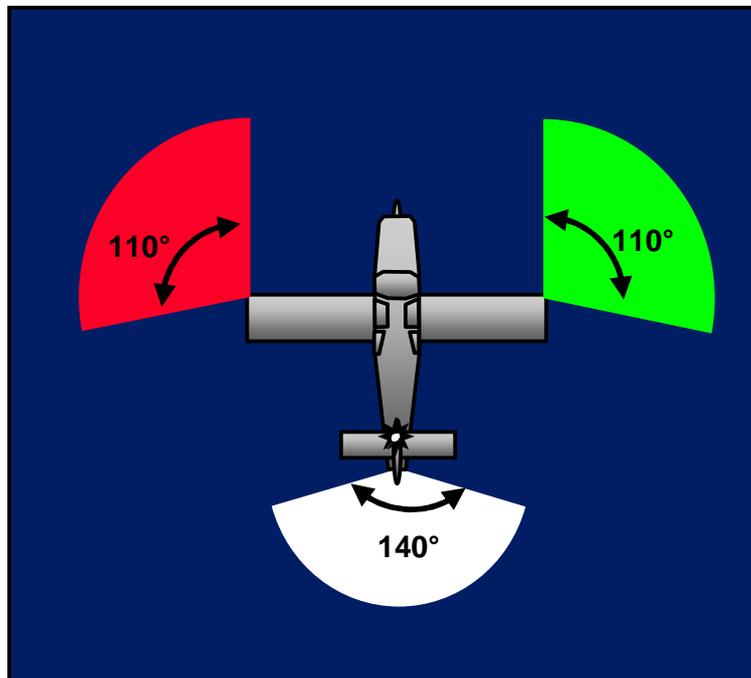


Fig. 2

Ces feux sont destinés à situer l'avion en vol par rapport à un autre aéronef (Fig. 3), en vue d'effectuer éventuellement les manœuvres d'évitement.

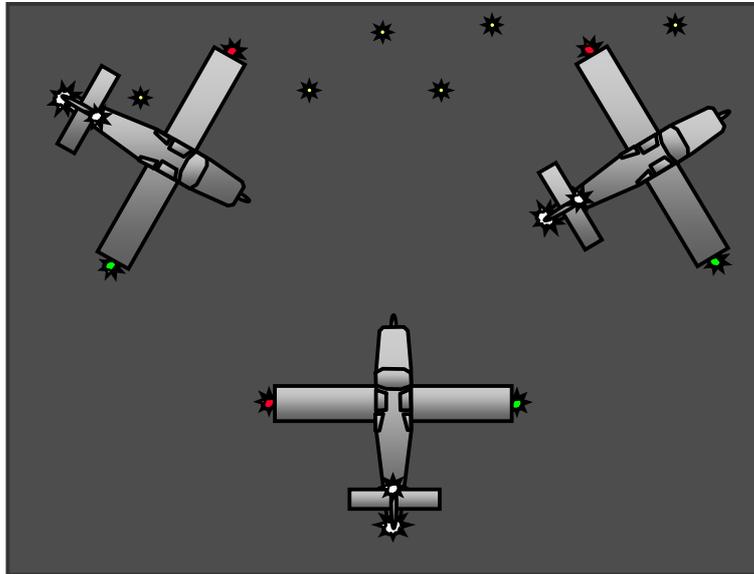


Fig. 3

Sur certains avions, le feu anticollision est remplacé par des « strobe light » ; ces feux se voient mieux par temps brumeux mais ils peuvent éblouir.

6.2 Les instruments de bord

En dehors des feux extérieurs réglementaires et des équipements nécessaires au VFR de jour, l'équipement minimum à bord doit être le suivant :

- ❖ Un dispositif d'éclairage des instruments de bord
- ❖ Un jeu complet de fusibles de rechange
- ❖ Une torche électrique
- ❖ Un horizon artificiel
- ❖ Un indicateur de virage ou un second horizon artificiel
- ❖ Un conservateur de cap
- ❖ Un variomètre
- ❖ Un émetteur-récepteur VHF
- ❖ Un récepteur VOR ou ADF adapté à la route ou un GPS classe A
- ❖ Un transpondeur avec alticodeur
- ❖ Un altimètre sensible.

6.3 Emport carburant

Rappelons que pour le VFR de nuit, la réserve finale est portée d'une quantité de carburant nécessaire pour voler pendant 20 minutes à une quantité de carburant nécessaire pour voler pendant 45 minutes au régime de croisière économique. Lorsque l'aérodrome de destination doit être utilisé avec une télécommande de balisage (PCL) il faut prévoir en plus le carburant nécessaire pour rejoindre un aérodrome de dégagement doté d'un organisme de la circulation aérienne si vous n'avez qu'un émetteur/récepteur VHF.

PAGE LAISSEE
INTENTIONNELLEMENT
BLANCHE

1 • La vision	06 - 02 – P2
2 Aberrations visuelles	06 - 02 – P5
2.1 <i>Faux horizon</i>	<i>06 - 02 – P5</i>
2.2 <i>Illusion auto cinétique</i>	<i>06 - 02 – P5</i>
2.3 <i>La myopie nocturne</i>	<i>06 - 02 – P5</i>
2.4 <i>Les illusions à l'approche et l'atterrissage.....</i>	<i>06 - 02 – P5</i>
2.5 <i>L'illusion de Kraft</i>	<i>06 - 02 – P7</i>
3 • La désorientation spatiale	06 - 02 – P8
3.1 <i>Anatomie de l'oreille</i>	<i>06 - 02 – P8</i>
3.2 <i>L'appareil vestibulaire</i>	<i>06 - 02 – P9</i>
3.3 <i>La proprioception.....</i>	<i>06 - 02 – P10</i>
4 • Sommeil et fatigue.....	06 - 02 – P11
4.1 <i>Les états du sommeil.....</i>	<i>06 - 02 – P11</i>
4.2 <i>Le besoin de sommeil.....</i>	<i>06 - 02 – P12</i>
4.3 <i>Les effets de la fatigue.....</i>	<i>06 - 02 – P13</i>

FACTEURS HUMAINS

1 – La vision

La vision est le résultat de la conversion de la lumière de l'image optique en impulsions nerveuses à destination du cerveau. Cette opération s'effectue sur une couche de cellules photosensibles appelée rétine.

La rétine humaine est constituée de deux types de cellules visuelles : les bâtonnets et les cônes.

- **Les bâtonnets** de forme très allongée, sensibles à la lumière blanche, non aux couleurs, sont adaptés à la vision crépusculaire.
- **Les cônes** beaucoup plus courts que les bâtonnets permettent une vision très fine et de très près. Ils sont responsables de la vision des couleurs mais demandent une lumière ambiante importante (vision diurne).

L'œil fonctionne comme un appareil photo (Fig. 1). L'iris permet d'accommoder la vision en s'adaptant à la lumière ambiante, puis le cristallin concentre l'image qui est projetée à l'envers sur la rétine. Les récepteurs (cônes et bâtonnets) enregistrent l'image et la transmettent au cerveau via le nerf optique, l'acuité visuelle maximum étant située au centre de la rétine en un point appelé fovéa.

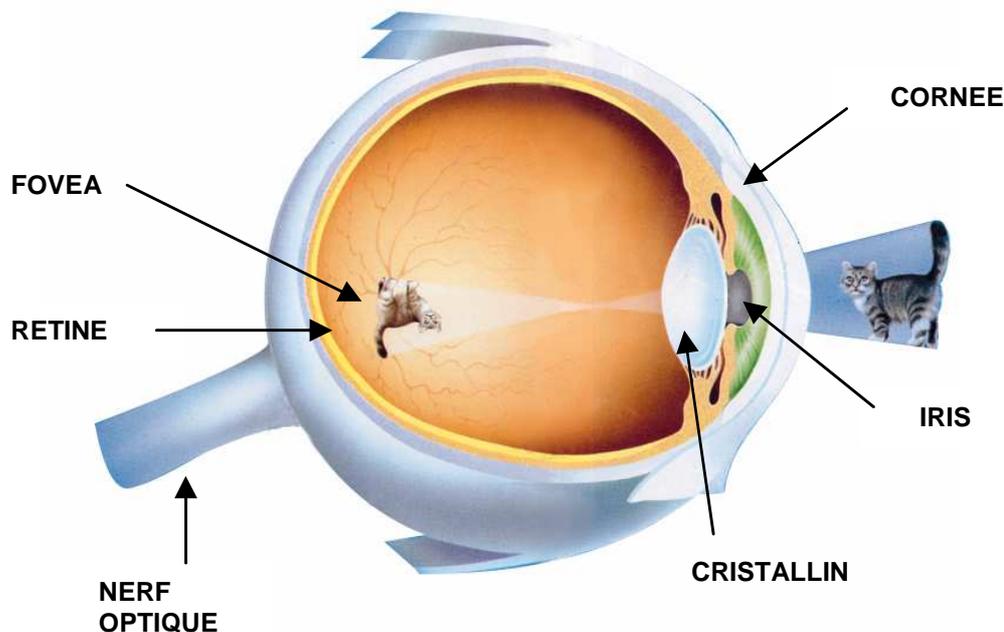


Fig. 1

De nuit, les performances visuelles sont amoindries de façon importante en raison de la structure de la rétine dont le point de fixation centrale (fovéa) est surtout composé de cellules spécialisées dans la vision diurne et la reconnaissance des couleurs, les cônes. (Fig.2)

Les cônes sont concentrés autour du centre de la rétine et leur nombre diminue graduellement en s'éloignant du point focal, de plus leur activation nécessite une haute intensité lumineuse.

En cas de vision nocturne cette zone rétinienne est mise en sommeil et donne une sensation de tâche (13° environ) au centre du champ visuel ou toute perception est abolie.

La vision nocturne s'effectue grâce aux bâtonnets, leur nombre augmentant au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la fovéa. N'étant pas situés dans le prolongement de la pupille (Fig.2), ils sont affectés à la vision périphérique, sensibles aux mouvements et « voient » en noir et blanc. Les bâtonnets peuvent être activés par une source lumineuse de faible intensité.

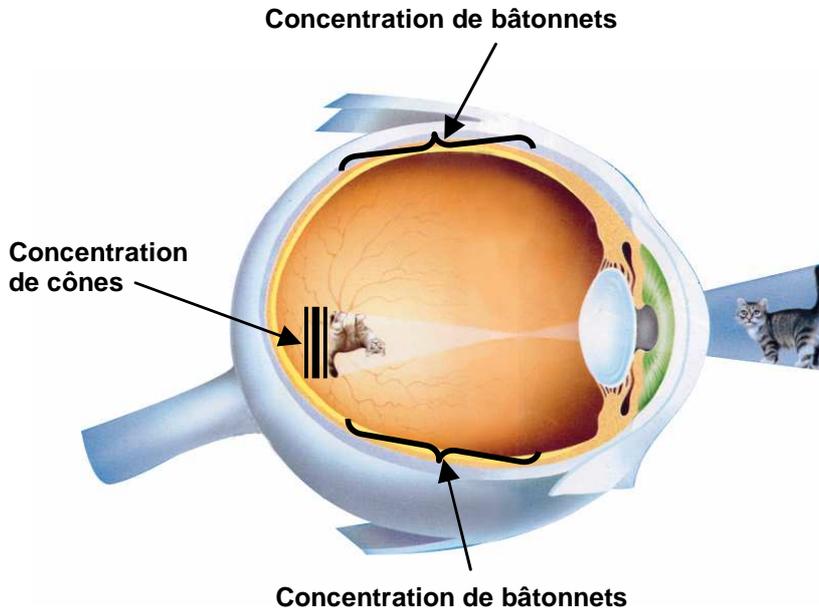


Fig.2

Le principe de la vision nocturne consiste à ne pas fixer les objets à identifier mais à les regarder latéralement (20° environ) pour les voir correctement. (Fig. 3)

Ci-dessous deux vues d'une série de 5 avions, celle de jour à gauche et de nuit à droite. La vision est concentrée sur le centre de la formation dans les 2 cas. De nuit, une tâche noire remplace l'avion central ; pour l'apercevoir il faudrait regarder un des avions périphériques.

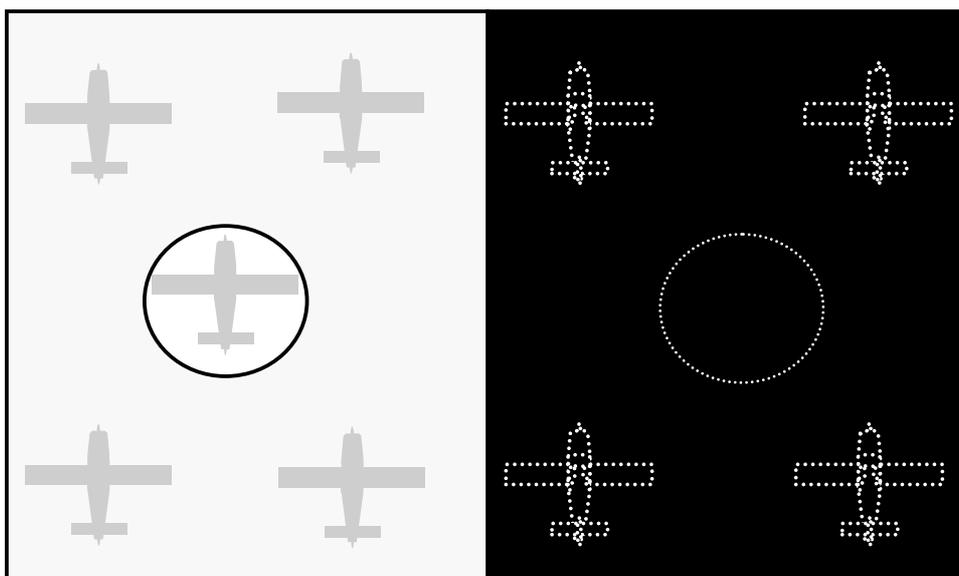


Fig. 3

Pour être la plus efficace possible la vision de nuit nécessite un balayage visuel lent avec des déplacements plus fréquents que de jour ceci afin d'éviter le « point aveugle central » et le brouillage de l'image.

En effet, si l'on fixe un objet sans bouger les yeux, la rétine s'accoutume à la faible intensité lumineuse et l'image disparaît progressivement ; pour la conserver visible en permanence, une nouvelle zone de la rétine doit être exposée par des petits mouvements circulaires de l'œil .

Il n'existe pas de vision colorée aux basses luminances. Une source lumineuse colorée dont l'intensité augmente progressivement sera perçue comme un signal lumineux, puis comme un signal lumineux coloré, c'est-à-dire qu'il existe un intervalle entre la perception lumineuse et la sensation colorée. Seul le rouge est vu rouge et fait exception à la règle (Fig 4), c'est pourquoi il est utilisé comme signal de danger. A brillance égale, un feu vert et un feu violet peuvent être confondus, un feu rouge ne peut être confondu avec une autre couleur.

Niveau de lumière

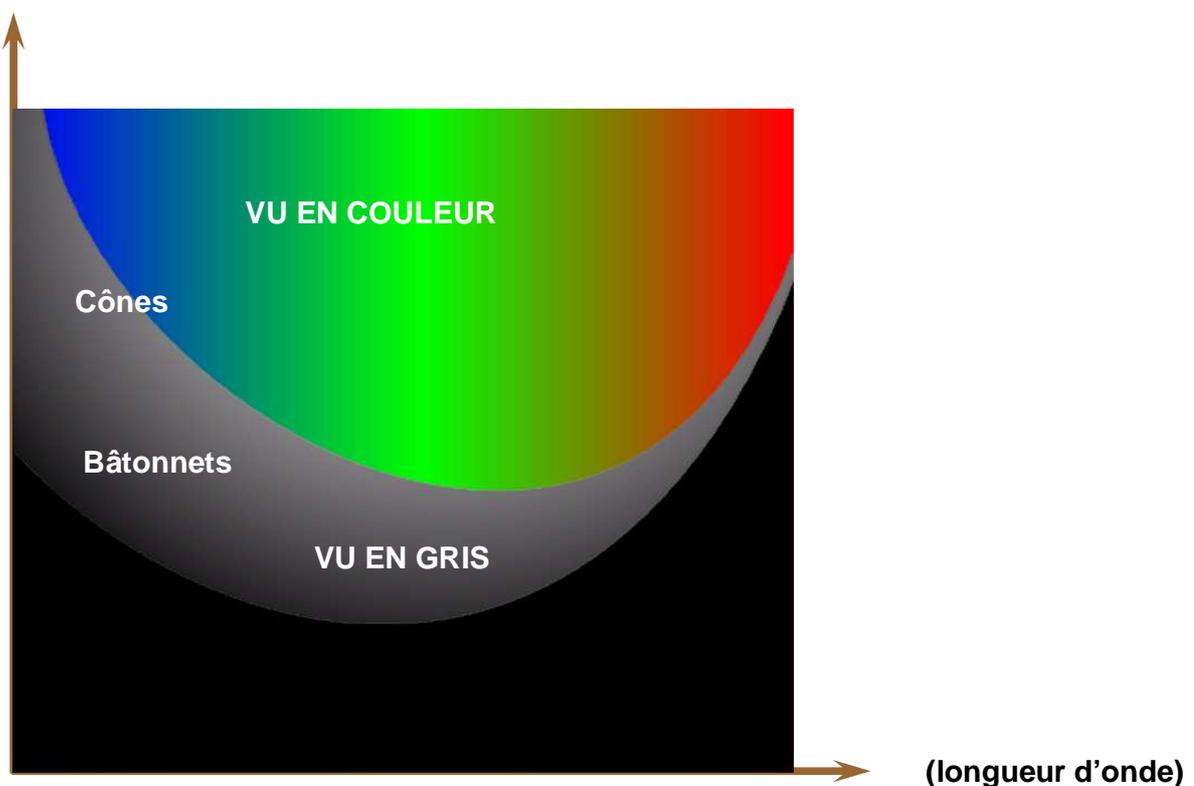


Fig. 4

La vision nocturne n'atteint son efficacité qu'au bout de 30 minutes environ. L'éblouissement réalise une désadaptation instantanée, véritable cécité nocturne qui ne cesse qu'après une nouvelle séquence d'adaptation. De nuit il convient de se méfier de toutes les sources de lumière blanche intense : flashes, projecteurs, lampes de poche, briquet, feux anticollision ou feux à éclat qui, outre les risques d'éblouissement, peuvent être à l'origine de vertiges ou de crises convulsives dans les cas extrêmes.

2 – Aberrations visuelles

2.1 Faux horizon

On confond facilement de nuit les lumières au sol avec les étoiles. Cette illusion peut survenir alors que l'avion s'approche d'un rivage (maritime ou grand lac). A cause de la noirceur relative de l'eau, les lumières côtières peuvent être confondues avec les étoiles. (Fig. 5)

Voler au-dessus d'une couche de nuages en pente peut provoquer le même phénomène.



Fig. 5

2.2 Illusion autocinétique

Si l'on fixe un point lumineux pendant quelques secondes la lumière semble se vriller et se déplacer de part et d'autre de sa position initiale. Si le pilote tente d'aligner l'avion sur cette seule référence il y a risque de perte de contrôle.

2.3 La myopie nocturne

C'est un autre problème lié au vol de nuit. L'œil est sevré de références, le champ visuel est vide, et s'accommode automatiquement sur un point distant de 1 à 2 mètres. Les objets proches seront perçus (instruments..) alors que les objets lointains (trafic convergent..) risquent de ne pas être distingués. Pour éviter la myopie nocturne il ne faut pas hésiter à accommoder sur un objet semi- distant comme un saumon d'aile par exemple.

2.4 Les illusions à l'approche et l'atterrissage

De nuit la manière la plus sûre pour suivre un plan de descente à l'atterrissage c'est d'utiliser un indicateur lumineux de pente et de paramétrer la descente.

En effet, la forme du relief, la pente montante ou descendante de la piste, la brume, des gouttes de pluie sur le pare-brise vont modifier la perception de l'environnement et générer des illusions. Les principales confusions possibles sont notées dans le tableau ci-après.

Situation	Illusion	Résultat
Piste ou relief montant	<i>Trop haut</i>	<i>Approche basse</i>
Piste étroite	<i>Trop haut</i>	<i>Approche basse</i>
Environnement plat	<i>Trop haut</i>	<i>Approche basse</i>
Piste ou relief descendant	<i>Trop bas</i>	<i>Approche haute</i>
Piste large	<i>Trop bas</i>	<i>Approche haute</i>

L'approche finale consiste, habituellement, à conduire une pente de 3° environ. De jour, si la piste a une pente prononcée ou le relief un profil tourmenté, il est possible d'utiliser l'environnement pour maintenir le plan de descente correct.(Fig. 6)

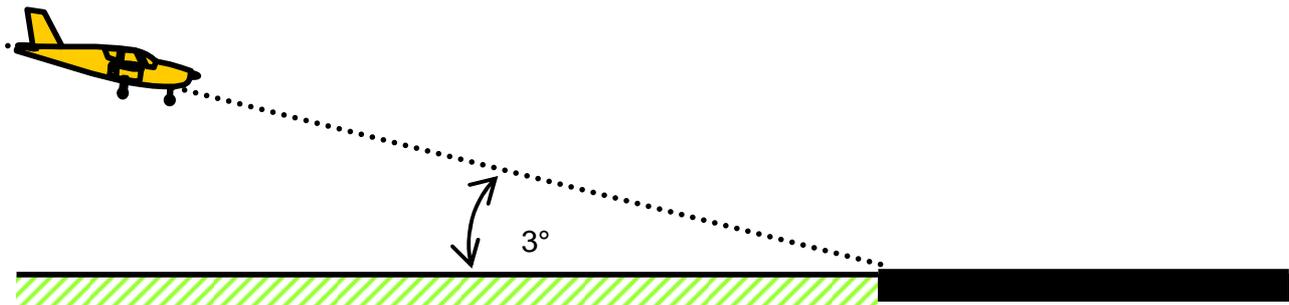


Fig. 6

De nuit, les références extérieures pertinentes disparaissent et il est pratiquement impossible de suivre correctement un plan de descente en se fiant uniquement à ses impressions visuelles.

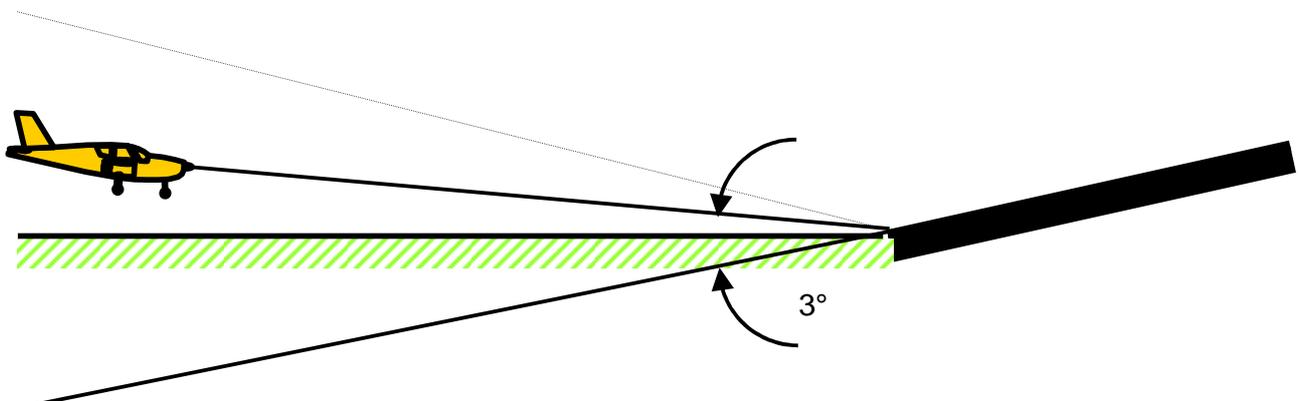


Fig. 7

Sur une piste montante, l'approche s'effectue de la manière décrite Fig. 7, l'illusion étant rendue par le prolongement imaginaire de l'axe de piste servant de référence à l'angle d'approche connu ; cela peut se traduire par une approche dangereusement plate.

Une piste descendante produira l'effet inverse (Fig. 8) ce qui peut se traduire, à l'issue d'une approche trop haute, par un « effacement » de la piste à l'arrondi et un atterrissage long, voire sur le seuil opposé .

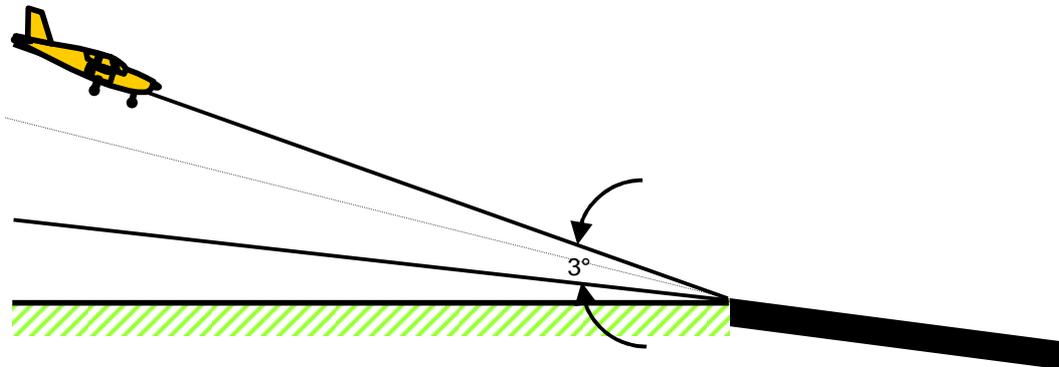


Fig. 8

2.5 L'illusion de Kraft

Les risques liés à l'atterrissage de nuit augmentent considérablement lors d'une approche longue dans des conditions de trou noir. Un trou noir s'explique par l'absence de lumière entre l'avion et les environs de la piste. Dans ces conditions, la trajectoire s'incurve vers le bas par rapport au plan nominal et aboutit inévitablement avant la piste.(Fig. 9)

ALT
(ft x 1 000)

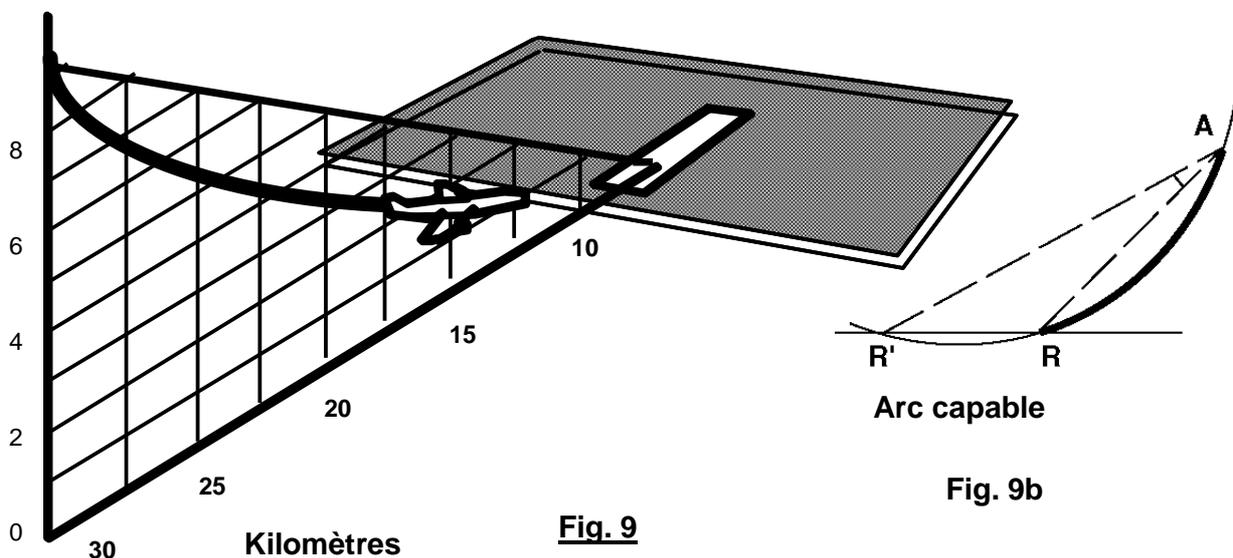


Fig. 9

Fig. 9b

Des expériences ont été conduites sur simulateurs et les résultats montrent que tous les pilotes – expérimentés ou non – ont surévalué la hauteur pendant l'approche, adoptant un plan faible.

La trajectoire suivie l'a été selon un arc capable (Fig. 9b) sous lequel on voit un segment donné sous un angle géométrique constant.

Pour éviter ces illusions, il convient de se fier aux indicateurs de pente d'approche.

3 – La désorientation spatiale

75% de nos perceptions sont générées par des stimuli provenant de la vision, ce qui permet de maintenir l'équilibre et notre position relative par rapport à l'environnement. Ce système sensoriel est renforcé par l'appareil vestibulaire situé dans l'oreille interne.

En VFR de nuit, en dehors des espaces éclairés, des points lumineux ou des étoiles, les repères visuels sont inexistant, l'appareil vestibulaire prendra le relais avec cependant des informations quelques fois en conflit avec les références instrumentales.

3.1 Anatomie de l'oreille

L'oreille comprend 3 parties (Fig. 10) :

- *L'oreille externe* constituée par le pavillon et le conduit auditif fermé par une membrane élastique, le tympan.
- *L'oreille moyenne* qui contient les osselets reliés au tympan.
- *L'oreille interne* de forme très complexe comprend la cochlée reliée à l'étrier et pourvue de ses trois canaux semi-circulaires.

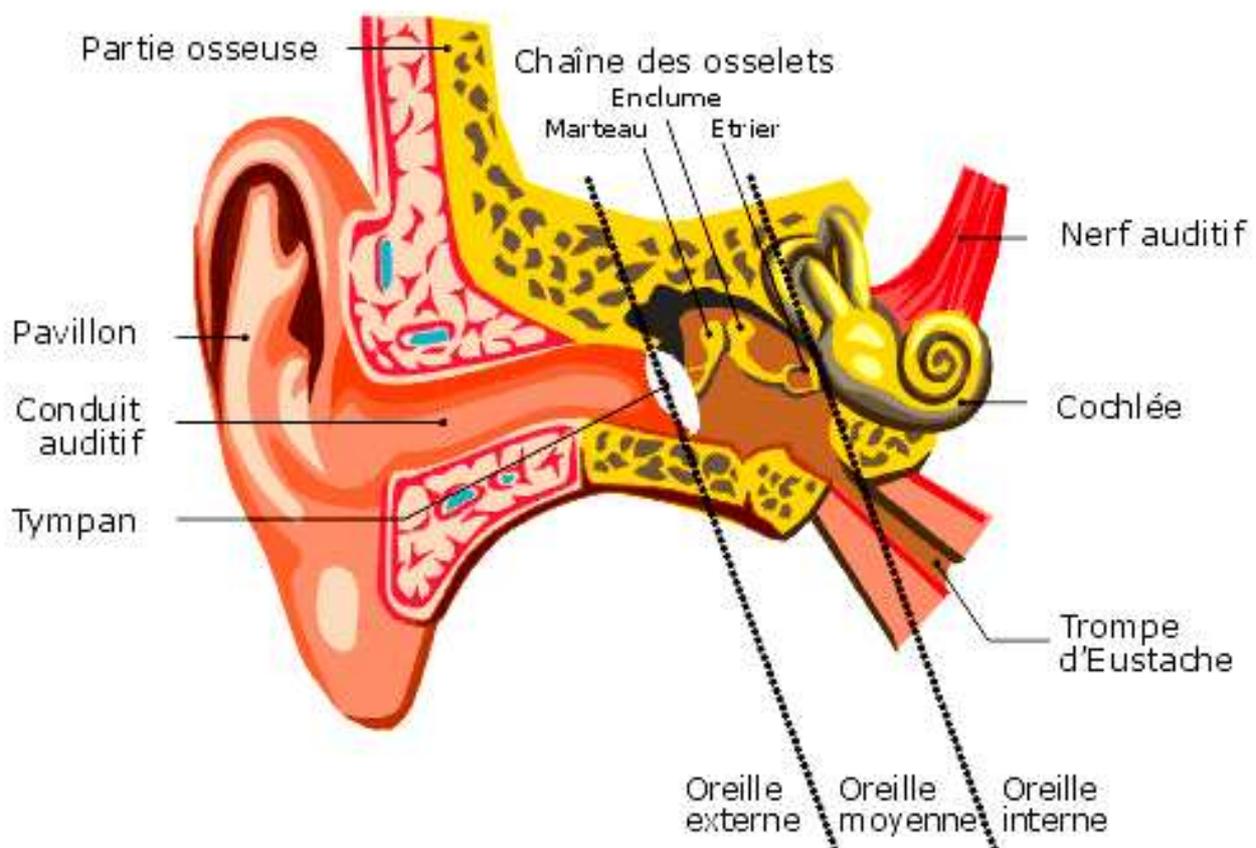


Fig. 10

3.2 L'appareil vestibulaire

L'appareil vestibulaire comprend 2 parties distinctes :

- *Les organes otolithes* (sacculé et utricule), concrétions calcaires du Grec *oto*, oreille et *lithos*, pierre qui informent le cerveau sur la position de la tête et enregistrent les accélérations linéaires.
- *Les canaux semi-circulaires* qui enregistrent les accélérations sur les trois axes qui correspondent approximativement à ceux de l'avion (Fig. 11)

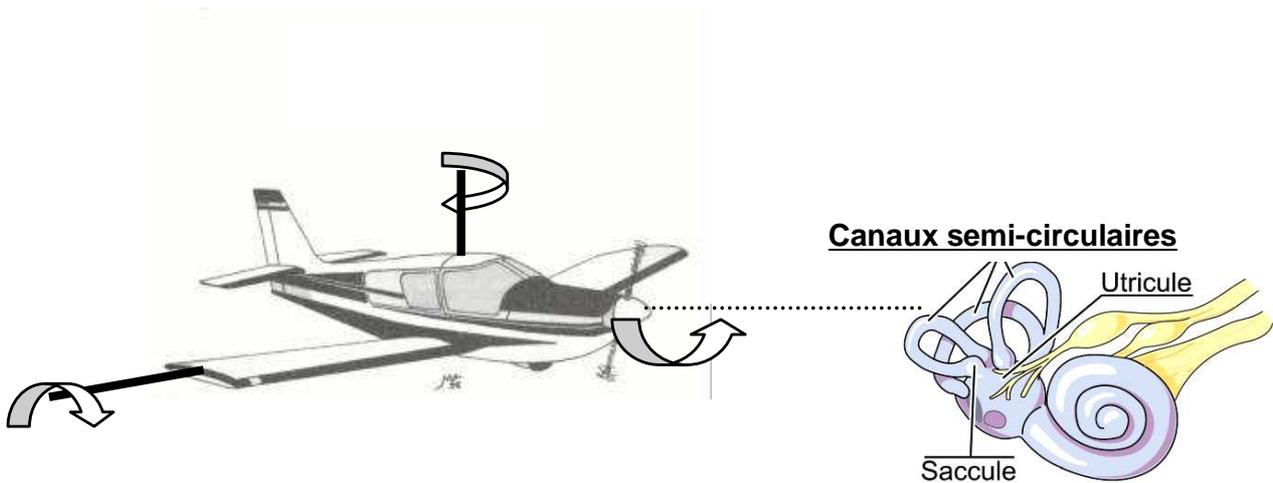


Fig. 11

Chaque partie contient une petite quantité de poils sensitifs baignant dans un liquide. Lorsque le facteur de charge = 1g, les poils-capteurs restent droits et informent le cerveau qu'il n'y a pas d'accélération.

En cas de mouvement sur l'un des 3 axes, le fluide se déplace et entraîne les poils sensitifs à se courber, enregistrant qu'il y a accélération sur l'axe considéré.

En cas d'accélération prolongée, le liquide va se stabiliser, les poils se redressent, donnant l'illusion d'une rotation nulle alors que l'avion est en virage par exemple.

Par ailleurs, une inclinaison effectuée lentement produit des accélérations angulaires inférieures aux seuils de détection du système vestibulaire, ce dernier envoyant au cerveau l'information « inclinaison nulle ». En sortie de virage, la situation s'inverse.

Lorsqu'une force centrifuge apparaît en vol, elle se combine avec la pesanteur, et la force résultante ne peut être interprétée sans l'aide de la vue, par exemple, un virage (en nuage) dans un sens donné peut être ressenti par l'oreille interne comme un virage dans le sens opposé.

Sans références extérieures ou instrumentales, une rotation à grande inclinaison (facteur de charge élevé), peut être confondue avec une montée, alors qu'un virage en légère descente (facteur de charge minime), avec un palier rectiligne stabilisé.

Cela se traduit par des vertiges, une désorientation pouvant être totale, des corrections brutales et inappropriées, voire un virage engagé dont l'accélération induite modifie encore la perception par l'oreille interne.

3.3 La proprioception

(du Latin *proprios*, propriété, appartenance et *recipere*, recevoir, ici ressentir)

Le corps, les muscles, la peau... sont équipés de détecteurs nerveux qui permettent le « pilotage aux fesses ». Ces détecteurs donnent au cerveau des informations sur les accélérations, les mouvements, les efforts musculaires. La proprioception participe à l'orientation spatiale, aux mouvements et joue un rôle important, bien qu'inconscient, dans le pilotage.

Ces informations elles aussi, peuvent être en contradiction avec celles fournies par l'appareil vestibulaire.

D'autres illusions ou sensations perturbent le pilote volant de nuit :

- Une lumière réfléchi par la verrière peut donner une fausse impression d'inclinaison importante ou même de vol dos.
- De nuit, les lumières visibles à l'horizon peuvent sembler situées à une altitude beaucoup plus élevée qu'en réalité.
- Proche d'un nuage, le feu anticollision ou les strobes peuvent donner l'impression que l'avion est en virage.

Dans les conditions décrites dans ce chapitre, le bon sens appelle à ne pas faire confiance aux sensations trompeuses.

Le pilote doit choisir entre l'information erronée provenant des sensations, et l'information exacte fournie par les informations instrumentales, d'où la nécessité de s'entraîner au pilotage aux instruments.

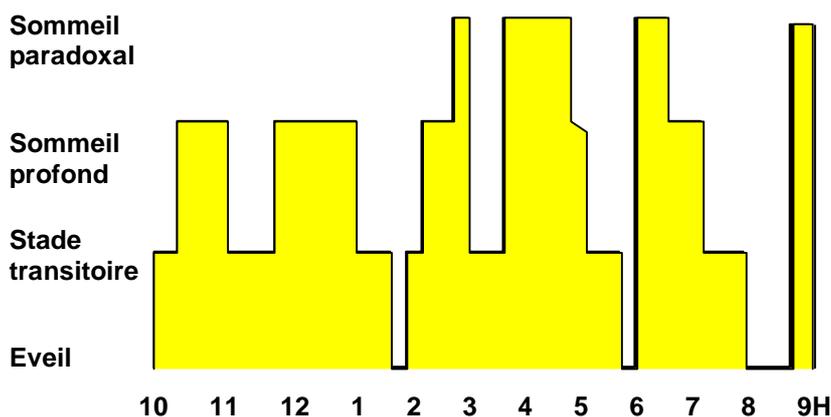
4 – Sommeil et fatigue

4.1 Les états du sommeil

L'enregistrement électrique de l'activité du cerveau (électro-encéphalogramme) a mis en évidence que le sommeil correspond à plusieurs états (Fig. 12).

Le sommeil profond permet de récupérer la fatigue physique accumulée pendant l'éveil. C'est en principe l'état premier qui marque l'endormissement et est caractérisé par un affaiblissement du tonus musculaire, et l'arrivée d'ondes lentes à l'EEG.

Le sommeil paradoxal se manifeste par des mouvements oculaires rapides, une activité électrique du cerveau intense qui résulte de l'activité onirique du dormeur. La restauration de la capacité d'attention, de l'équilibre émotionnel s'effectue durant cette phase. Il est caractérisé par l'arrivée d'ondes rapides à l'EEG.



Déroulement d'une nuit type

Fig. 12

Une nuit de sommeil n'est pas linéaire dans son déroulement, c'est une succession de 4 à 6 cycles de sommeil profond d'une durée de 90 à 120 minutes, prolongés par des phases de sommeil paradoxal (temps des rêves).

Les cycles évoluant au cours de la nuit, le sommeil profond laisse la place au sommeil paradoxal dans la deuxième partie de la nuit, les rêves étant plus fréquents le matin.

4.2 Le besoin de sommeil

La durée de sommeil varie selon les individus (Fig. 13). Certains « petits dormeurs » ont besoin de 6 heures (ou moins) de sommeil, certains « gros dormeurs » 9 heures (ou plus).

Si le besoin en sommeil reste constant, il peut être modifié en fonction de la forme du sujet, de sa fatigue, de son niveau de stress ou de son âge.

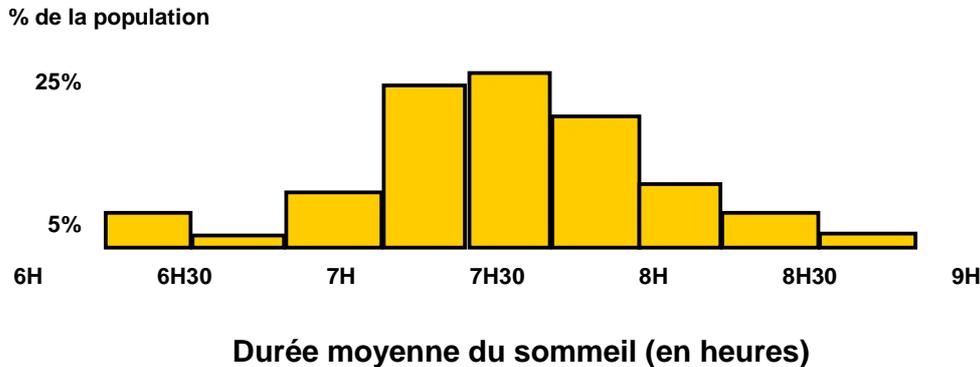


Fig. 13

Le manque de sommeil a des effets néfastes sur la performance de l'individu : fatigue, sensation de lourdeur, difficultés de concentration, vulnérabilité accrue aux illusions sensorielles, troubles de l'humeur et...besoin de dormir.

Par ailleurs, la courbe d'efficacité humaine (Fig. 14) révèle un déficit important en cours de nuit qui s'ajoute à la fatigue cumulée pendant la journée.

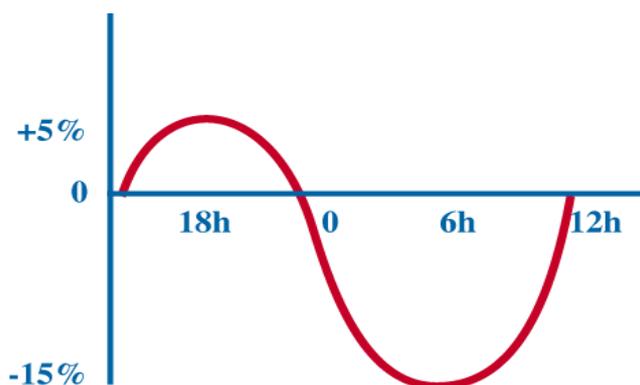


Fig. 14

Klein, F., Wegman, H., Athanassenas
 Holweck et Kuklinski, P., Air Operations and circadian performance rythms, Aviation Space and Environmental Medicine, 47,(3),1976, pp. 221-230

4.3 Les effets de la fatigue

Le sommeil est un élément réparateur de la fatigue, c'est une dette cumulative dont il faudra obligatoirement payer le solde.

En cas de déficit, la fatigue va induire un certain nombre d'effets pervers à l'encontre de la performance humaine* :

- Un temps de réaction augmenté, avec un besoin de forte stimulation pour réagir,
- Une attention réduite, des oublis, une diminution de la conscience de la baisse de ses propres performances,
- Le passage sans transition entre l'éveil et le sommeil profond,
- Baisse de la capacité à communiquer,
- Oubli des tâches annexes et irritabilité exacerbée,
- Réduction de la scrutation visuelle.

*Effets de la fatigue liée à une dette de sommeil sur la performance (GRAEBERT)

La meilleure façon d'éviter ces phases d'hypovigilance c'est d'avoir bien dormi les nuits précédant le vol et de suivre les règles fondamentales d'hygiène de vie.

Le tabac, certains médicaments hypnotiques, tranquillisants, somnifères ou stimulants, amphétamines, toutes les drogues, sont à proscrire ; le café et le thé, à doses raisonnables, sont acceptables pour stimuler la vigilance.

L'alcool est la drogue la plus répandue. Il n'est pas digéré de la même façon que la nourriture ordinaire : après avoir traversé le foie, il est absorbé par le sang.

L'alcool est un toxique, ses effets sur l'organisme sont nombreux :

- Réduction du circuit visuel
- Pensée imprécise, mauvaise appréciation de sa performance
- Altération du jugement et mauvaise mémorisation
- Imprécision du pilotage et diminution des réflexes
- Euphorie, sensation de bien-être, prise de risque
- Fatigue, hypovigilance, facilité à s'endormir
- Désorientation, vertiges.

D'un point de vue physiologique, il convient de bien se connaître, de respecter une bonne hygiène de vie et d'être conscient de ses propres limites.

PAGE LAISSEE
INTENTIONNELLEMENT
BLANCHE

- 1 • Les stratus et les brouillards.....06 - 03 – P2
- 2 • Les cumulonimbus et les orages.....06 - 03 – P3
- 3 • La turbulence06 - 03 – P3
- 4 • La visibilité et la lune06 - 03 – P4

METEOROLOGIE NOCTURNE

Dans le cadre de l'action préliminaire au vol prévue dans les règles de l'air, il est dit que le commandant de bord doit étudier avec attention les renseignements et prévisions météorologiques disponibles. Le commandant de bord doit donc avoir **obligatoirement** reçu une assistance météorologique avant le départ.

Cette démarche s'appliquant au VFR de nuit, pourra permettre de déjouer certains pièges auxquels le pilote habitué à voler de jour n'est pas nécessairement préparé.

1 – Les stratus et les brouillards

Stratus et brouillards sont plus fréquents de nuit que de jour et ont l'inconvénient d'être plus difficiles à déceler la nuit. Si la différence entre la température de l'air et celle du point de rosée est inférieure à 2°, les risques de brouillard existent dans l'heure qui suit ; ils sont d'autant plus grands que cette différence est faible.

Par nuit claire, la température peut chuter de 2°C par heure en été, un minimum de 13°C peut succéder à un maximum de 30°C accompagné d'un point de rosée à 15°C !

En hiver, un minimum de -5°C peut succéder à un maximum de +10°C accompagné d'un point de rosée de 0°C. Cependant, il n'y a pas de règle générale et chaque nuit est un cas particulier qui est fonction de nombreux paramètres météorologiques et seul le prévisionniste est en mesure de fournir des informations pertinentes.

En vol, lorsque le brouillard se forme ou que de la brume s'installe, un halo apparaît autour des villes fortement éclairées. Si en altitude la visibilité horizontale est excellente, la visibilité verticale se dégrade alors que plus bas la visibilité horizontale peut devenir pratiquement nulle rendant l'atterrissage impossible (Fig. 1)



Fig. 1

2 – Les cumulonimbus et les orages

Les Cb liés à la convection peuvent être très actifs une partie de la nuit. Mais au-delà de minuit, ils se résorbent assez facilement et seuls peuvent subsister à tout moment les Cb et orages liés à un front à caractère instable.

Pendant le jour, ces phénomènes sont facilement repérables mais de nuit, surtout en l'absence de lune, les Cb sans orages risquent de ne pouvoir être décelés à temps.

3 – La turbulence

Liée aux mouvements de l'air près du relief, la turbulence existe aussi bien de jour que de nuit bien qu'étant en général plus modérée dans le deuxième cas.

Lorsque la nébulosité en Sc liés au soulèvement de l'air par le relief est faible, il convient d'être particulièrement vigilant car l'avion peut pénétrer, particulièrement les nuits sans lune, dans quelques nuages existants faute d'avoir pu les déceler à vue.

Les indices annonciateurs d'une pénétration involontaire dans un nuage sont les suivantes :

- Un voile translucide semble tiré devant et sous l'avion
- Les lumières visibles au sol clignotent puis disparaissent
- Un halo se forme autour des feux
- Le demi-tour aux instruments et au taux standard est impératif pour sortir de la couche.(Fig. 2)



Fig. 2

Enfin, toujours par nuit sans lune, attention en s'engageant au-dessus d'une couche continue de St ou de Sc : ces nuages sont alors un véritable « tapis » noir ; les repères lumineux au sol disparaissent. Pour peu qu'il y ait aussi des As ou des Cs, les conditions en vol semblent alors tout à fait comparables à l'IMC.

4 – La visibilité et la lune

La visibilité de nuit est totalement différente selon que la lune brille ou non. Par une nuit de pleine lune, le relief est éclairé, la vue du sol est relativement distincte et le repérage des nuages plus aisé.

Les références instrumentales (horizon artificiel) ne servent que d'aide au contrôle en supplément des références extérieures.

A l'inverse par une nuit sans lune ou lorsque le ciel est couvert, il est difficile de distinguer le relief, les nuages et d'utiliser les références extérieures. Les références instrumentales constituent le moyen primaire de contrôle des attitudes de l'avion.

Le pilotage aux instruments ne s'improvise pas. Outre les aléas inhérents aux limitations physiologiques de l'individu évoquées dans le chapitre « Facteurs Humains », la capacité à piloter aux instruments relève de l'apprentissage de la technique du VSV.

1 • Les pré-affichages	06 - 04 – P2
2 • L'horizon artificiel.....	06 - 04 – P3
3 • Le pilotage aux instruments	06 - 04 – P5
3.1 <i>Le circuit visuel</i>	<i>06 - 04 – P5</i>
3.2 <i>Le vol en palier rectiligne.....</i>	<i>06 - 04 – P7</i>
3.3 <i>Le vol en montée rectiligne.....</i>	<i>06 - 04 – P8</i>
3.4 <i>Le vol endescente rectiligne.....</i>	<i>06 - 04 – P8</i>
3.5 <i>Le virage en palier à puissance constante</i>	<i>06 - 04 – P9</i>
3.6 <i>Le virage en palier à vitesse constante.....</i>	<i>06 - 04 – P9</i>
3.7 <i>Le virage en montée.....</i>	<i>06 - 04 – P10</i>
3.8 <i>Le virage en descente.....</i>	<i>06 - 04 – P10</i>
4 • Les positions inusuelles.....	06 - 04 – P11
4.1 <i>L'approche du décrochage en virage en montée .</i>	<i>06 - 04 – P11</i>
4.2 <i>Le virage engagé</i>	<i>06 - 04 – P12</i>
5 • Le panneau partiel	06 - 04 – P13

VOL AUX INSTRUMENTS

1 – Les pré-affichages

D'une manière générale, le pilotage d'un avion se fait en donnant à cet avion une assiette, une inclinaison et en demandant une certaine puissance au moteur de telle sorte qu'il en résulte les performances voulues.

En vol à vue, l'assiette et l'inclinaison sont perçues visuellement par le pilote en comparant les positions respectives du capot et de la ligne d'horizon.

En pilotage aux instruments, les attitudes de l'avion sont données par l'horizon artificiel considéré comme l'instrument principal de contrôle couplé avec des instruments annexes qui sont l'anémomètre, l'altimètre, la bille aiguille, le directionnel et le variomètre. (Fig. 1)



Fig. 1

L'action sur les commandes de vol, venant après la perception et l'interprétation des informations instrumentales, qui, en vol à vue, correspondent aux références extérieures, s'effectue par une série de petites corrections dont les amplitudes se rapportent aux pré-affichages suivants :

- ❖ +/- 1° d'assiette = +/- 5 kt = +/- 200 Ft/min.
- ❖ +/- 1 in. = +/- 5 kt = +/- 200 ft/min.

Cette méthode, par des petites corrections continues permet d'obtenir une bonne précision de pilotage et évite de « courir » après les valeurs instrumentales attendues.

2 – L'horizon artificiel

L'horizon artificiel permet de donner au pilote une référence stable de verticale. On peut en déduire l'assiette et l'inclinaison de l'avion.

Il utilise la propriété de fixité dans l'espace d'un gyroscope à axe vertical. (Fig. 2)

Le gyroscope – du grec *guros*, cercle et *skopein*, examiner – a été inventé par un Français Léon Foucault (1819-1868) pour mettre en évidence la rotation de la terre

Cependant et du fait de la rotation du globe, la verticale change à tout moment. Par ailleurs, un avion se déplace sur la surface terrestre et la verticale est différente d'un endroit à l'autre. Enfin, les frottements et les diverses imperfections techniques font que le gyroscope précessionne et ne garde plus tout à fait une direction fixe par rapport à l'absolu.



Fig. 2

Afin de remédier à ces erreurs, l'horizon artificiel est équipé d'un système érecteur pendulaire qui recale le gyroscope suivant la verticale apparente (Fig. 3), verticale qu'indiquerait un pendule.

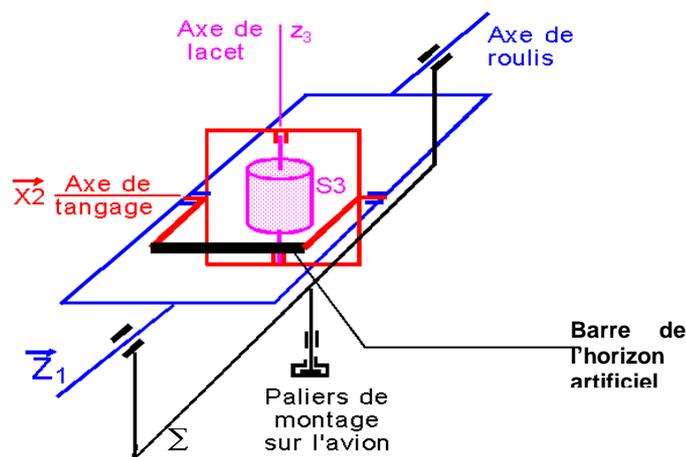


Fig.3

Ce recalage se fait à une vitesse suffisamment faible pour que les accélérations parasites momentanées liées au décollage ou aux virages ne soient que faiblement prises en compte par le système érecteur.

Sur l'horizon artificiel, la maquette donne la position de l'avion par rapport à la barre d'horizon. (Fig. 4)

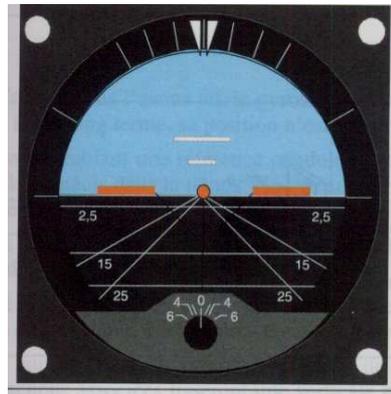


Fig. 4

Certains horizons peuvent être recalés à assiette nulle et inclinaison nulle ou bloqués dans cette position, on dit que l'horizon est « cagé ». Il convient alors de le « décaler » dès que le gyroscope est lancé pour pouvoir l'utiliser.

Tous les horizons ont un bouton de réglage en hauteur de la maquette qui permet de dégager l'origine des assiettes indiquées.

Au cours du roulage au sol il faut s'assurer que l'horizon artificiel reste stable dans les virages ce qui est une indication sur son fonctionnement correct.

Les horizons artificiels présents en aviation générale ne sont utilisables que pour des évolutions classiques c'est à dire dans une plage d'inclinaison de 0° à 90° et une plage d'assiettes de -60° à + 60° environ.

Avec les GPS homologués intégrés aux systèmes de navigation, l'aviation légère s'équipe désormais de matériels électroniques beaucoup plus performants.

3 – Le pilotage aux instruments

De façon classique, la disposition des instruments du panneau VSV représente un « T » avec l'horizon artificiel en son centre (Fig. 5), à partir duquel le circuit visuel s'élabore.



Fig. 5

3.1 Le circuit visuel

En vol aux instruments, on appelle « circuit visuel » le déplacement méthodique du regard sur le panneau instrumental, ce qui permet de prélever les informations nécessaires au pilotage selon un ordre de priorité logique et d'une manière complète.

Il comprend ***l'horizon artificiel comme élément principal***, autour duquel s'articulent les instruments secondaires de pilotage – anémomètre, altimètre, directionnel, variomètre, bille.

Se focaliser sur un instrument induit une mauvaise appréciation des informations nécessaires à la maîtrise du vol.

Supposons le regard d'un pilote fixé sur un instrument du tableau de bord (Fig.6):

Le cercle vert représente l'aire d'acuité visuelle maximum, vision centrale, de rayon égal à 3 centimètres, (voir chapitre Facteurs Humains : La vision).

La vision périphérique du deuxième cercle est sensible aux informations analogiques (vario...)

Celle du troisième cercle représente l'aire de sensibilité aux mouvements, aux clignotements, aux changements de couleurs



Fig. 6

Il est donc nécessaire d'aller « chercher » les informations instrumentales à l'aide d'un circuit visuel adapté et le regard ne passera pas d'un instrument secondaire à un autre sans repasser par l'horizon artificiel.

Le pilotage aux instruments est constitué de 3 composants : l'observation ou visualisation des indications instrumentales, l'interprétation de ces informations, et l'action sur les commandes de vol.

Comme pour le vol à vue, le vol aux instruments nécessite que certains instruments soient davantage regardés pendant une manœuvre que pendant une autre. Par exemple en montée à vitesse constante Fig.8, il est plus important de regarder l'anémomètre que l'altimètre alors que pendant le vol en palier Fig. 7 c'est le contraire.

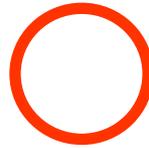
L'horizon artificiel étant considéré comme le centre du circuit visuel, le regard décrira les rayons d'une roue dont il serait le moyeu.

Pour aider à l'acquisition de cette technique du circuit visuel, chacune des illustrations suivantes indique la quantité relative d'attention que mérite chaque instrument pendant la manœuvre correspondante.

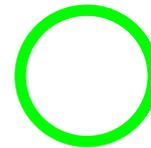
Cette indication est matérialisée selon le code de couleurs défini ci-après



**CENTRE
DU CIRCUIT VISUEL**



**INSTRUMENT
PRINCIPAL**



**INSTRUMENT
SECONDAIRE**



Nota : Le contrôle de la symétrie du vol sera assuré pendant chaque phase.

3.2 Le vol en palier rectiligne

Le vol en palier rectiligne est caractérisé par :

- Une altitude constante
- Un cap magnétique
- Une assiette affichée à l'H.A. 0°
- Une vitesse subie
- Une puissance déterminée

Le circuit visuel s'établit de la façon suivante :



Fig. 7

3.3 Le vol en montée rectiligne

Le vol en montée rectiligne est caractérisé par :

- Une puissance déterminée
- Une assiette positive affichée à l'H.A. (+ 5° par exemple)
- Une vitesse indiquée imposée
- Une VZ positive
- Un cap magnétique
- L'attente d'une altitude déterminée

Le circuit visuel s'établit de la façon suivante :



Fig. 8

3.4 Le vol en descente rectiligne

Le vol en descente rectiligne est caractérisé par :

- Une puissance déterminée
- Une assiette négative à l'H.A. (- 2° à - 3°)
- Une VZ négative imposée - 500 ft min. vario confort
- Une vitesse à surveiller
- Un cap magnétique
- L'attente d'une altitude déterminée

Le circuit visuel s'établit de la façon suivante :



Fig. 9

3.5 Le virage en palier à puissance constante

Le vol en virage en palier à puissance constante est caractérisé par :

- Une inclinaison
- Une altitude constante
- Une assiette
- Une puissance constante
- Une vitesse indiquée subie

Le circuit visuel s'établit de la façon suivante :



Fig. 10

3.6 Le virage en palier à vitesse constante

Le virage en palier à vitesse constante est caractérisé par :

- Une inclinaison
- Une altitude constante
- Une assiette
- Une puissance constante
- Une vitesse indiquée déterminée

Le circuit visuel s'établit de la manière suivante :



Fig. 11

3.7 Le virage en montée

Le virage en montée est caractérisé par :

- Une puissance déterminée
- Une assiette positive affichée à l'H.A. (+ 5° par exemple)
- Une vitesse indiquée imposée
- Une VZ positive
- L'attente d'une altitude et d'un cap déterminés

Le circuit visuel s'établit de la manière suivante :



Fig. 12

3.8 Le virage en descente

Le virage en descente est caractérisé par :

- Une puissance déterminée
- Une assiette négative à l'H.A. (- 2° à - 3°)
- Une VZ négative imposée - 500 ft min. vario confort
- Une vitesse à surveiller
- L'attente d'une altitude et d'un cap déterminés

Le circuit visuel s'établit de la manière suivante :



Fig. 13

4 – Les positions inusuelles

Ces positions inusuelles ou critiques de l'avion sont le résultat d'un pilotage incorrect, d'une distraction ou de la turbulence. Bien qu'il soit assez rare de se retrouver dans ces positions, il convient de savoir revenir aux conditions normales de vol

4.1 L'approche du décrochage en virage en montée

On remarque :

- Une vitesse faible
- Une assiette fortement cabrée
- Un vario positif important
- Une augmentation rapide d'altitude



Fig. 14

Les manœuvres à effectuer sont les suivantes :

- Annuler l'inclinaison
- Ramener le nez sur la barre de l'horizon
- Afficher la pleine puissance
- Chercher à assurer la symétrie en permanence

4.2 Le virage engagé

On remarque :

- Une vitesse importante, voire au-delà de la VNE
- Une assiette fortement piquée
- Un vario négatif important
- Une diminution rapide de l'altitude
- Une inclinaison forte
- Un avion non symétrique



Fig. 15

Les manœuvres à effectuer sont les suivantes :

- Réduire la puissance pour éviter la survitesse
- Annuler l'inclinaison
- Par une ressource souple, afficher l'assiette de montée
- Appliquer doucement la pleine puissance
- Chercher à assurer la symétrie en permanence

5 – Le panneau partiel

Le pilote vole en panneau partiel lorsqu'un ou plusieurs instruments de vol sont en panne.

Le cas le plus critique est la panne d'horizon artificiel (pouvant être associée à la panne du directionnel car ces deux instruments sont en général alimentés ensemble).

On utilise alors d'autres instruments et en particulier l'indicateur de virage. Lorsque le directionnel est également en panne, on utilise alors le compas dont les indications ne sont justes qu'en vol rectiligne.

Sortir des positions critiques en panneau partiel requiert les mêmes techniques fondamentales (Fig. 15) : on utilise alors l'indicateur de virage pour annuler l'inclinaison et l'altimètre pour ramener l'assiette à zéro (variomètres et anémomètre ne peuvent être utilisés car ils ont une inertie considérable).



Fig. 15

PAGE LAISSEE
INTENTIONNELLEMENT
BLANCHE

1 • La visite pré-vol	06 - 05 – P2
2 • La mise en route et le roulage.....	06 - 05 – P3
3 • Essais moteur et décollage	06 - 05 – P5
4 • La navigation de nuit.....	06 - 05 – P7
4.1 <i>Préparation.....</i>	<i>06 - 05 – P7</i>
4.2 <i>Autonomie</i>	<i>06 - 05 – P7</i>
4.3 <i>Utilisation de l'avion</i>	<i>06 - 05 – P7</i>
4.4 <i>Plan de vol.....</i>	<i>06 - 05 – P8</i>
4.5 <i>Documentation.....</i>	<i>06 - 05 – P8</i>
4.6 <i>Décision</i>	<i>06 - 05 – P8</i>
4.7 <i>Localisation des avions de nuit.....</i>	<i>06 - 05 – P9</i>
5 • Procédures d'urgence.....	06 - 05 – P10
5.1 <i>Panne d'éclairage</i>	<i>06 - 05 – P10</i>
5.2 <i>Panne radio</i>	<i>06 - 05 – P10</i>
5.3 <i>Panne de génération électrique.....</i>	<i>06 - 05 – P10</i>
5.4 <i>Atterrissage d'urgence</i>	<i>06 - 05 – P10</i>
6 • L'approche et l'atterrissage.....	06 - 05 – P11
6.1 <i>L'atterrissage</i>	<i>06 - 05 – P11</i>
6.2 <i>L'atterrissage</i>	<i>06 - 05 – P12</i>

EXECUTION DU VOL

1 – La visite pré-vol

La visite pré-vol est effectuée de la manière habituelle, mais de préférence sur une aire bien éclairée et à l'aide d'une torche. Si possible, l'effectuer de jour.

Il convient en particulier de s'assurer du bon fonctionnement des différents dispositifs d'éclairage (tableau de bord, feux de position, « rotating », phares...) et que les fusibles de rechange se trouvent à bord.

De jour, le pare-brise et les vitres latérales doivent être propres. De nuit, cette propreté devient encore plus impérative

Après la visite pré-vol, il est important d'être familiarisé avec la cabine, l'instrumentation, les différents contacts, disjoncteurs et commandes diverses . Dans l'obscurité, le pilote doit être capable de localiser, mettre en marche des instruments de la même façon que pendant le jour.

Il faut pouvoir également régler ou lire des instruments ou indicateurs par condition de faible éclairage (Fig. 1).



Fig. 1

2 – La mise en route et le roulage

De nuit, des précautions supplémentaires doivent être prises avant la mise en route du moteur. Il n'est guère possible pour les personnes au sol de réaliser si le pilote est sur le point de mettre le moteur en marche.

En plus de l'habituel contrôle de l'absence de personne dans le champ de l'hélice, il est obligatoire d'allumer les feux de position et l'anticollision ce qui, par convention, signifie que la mise en route est sur le point de débuter. (Fig. 2)

Dès que le moteur est en marche, les autres équipements électriques peuvent être mis en fonctionnement et, les diverses vérifications une fois effectuées, le roulage peut commencer après avoir allumé le phare adéquat.

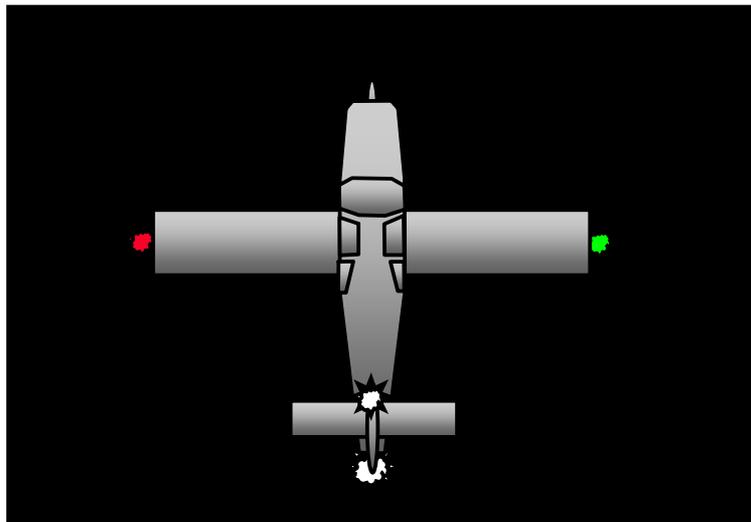


Fig. 2

Les caractéristiques et performances des faisceaux lumineux des phares de roulage et d'atterrissage sur les avions légers, sont relativement médiocres (faisceau étroit, portée faible). Ainsi, l'illumination du parking et des voies de circulation de part et d'autre de l'avion est quasiment nulle. (Fig. 3)



Fig.3

La vitesse de roulage doit être très faible de nuit, particulièrement sur les parkings encombrés ; de plus, l'évaluation des distances est plus difficile et nécessite une certaine adaptation.

C'est au cours du roulage, une fois affranchi de la proximité d'autres avions, que le pilote doit vérifier le bon fonctionnement des instruments gyroscopiques.

3 – Essais moteur et décollage

Au point d'attente, le phare, les équipements électriques non nécessaires sont arrêtés . En plus des vérifications habituelles, l'indicateur de charge batterie est soigneusement vérifié : lorsque le moteur tourne au ralenti, aucune baisse importante d'intensité ne doit être constatée ; le cas contraire motiverait l'annulation du vol.

Les phares et autres servitudes électriques sont allumés juste avant le décollage.

Il n'y a aucune difficulté particulière à effectuer un décollage de nuit. L'éclairage des bords de piste est suffisant pour conserver l'alignement de l'avion lors de la phase d'accélération (Fig. 4).

La première impression risque d'être une sensation de vitesse plus importante que de jour, ce qui est normal puisque le regard se porte instinctivement sur les repères lumineux de piste les plus proches. Dès la mise en puissance, il est préférable d'utiliser le point de convergence des deux « barres » des feux de piste. La visualisation de ce point de référence et la vue des barres de délimitation de piste permettant de conserver un alignement correct.



Fig. 4

Après l'envol, les références extérieures disparaissent, ce qui est vrai particulièrement sur les aérodromes loin des zones urbanisées, les 500 premiers ft étant considérés comme la période critique de transition entre la zone d'aérodrome éclairée et le noir complet. Cette situation peut être déconcertante lors d'un premier vol (Fig. 5).

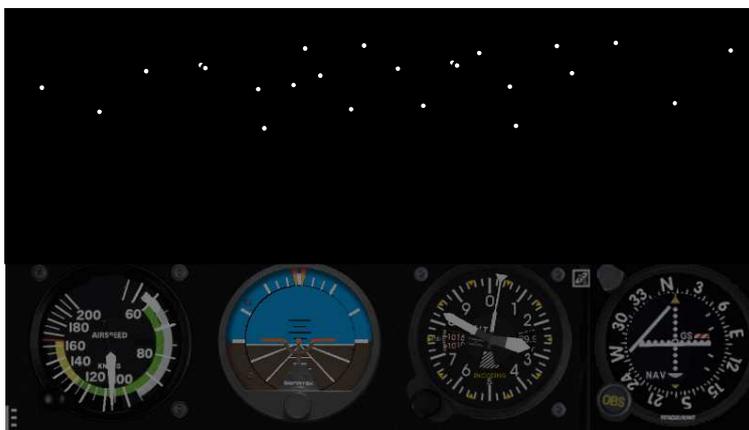


Fig. 5

Dès le début de la rotation, l'assiette de montée est affichée sur l'horizon artificiel, les corrections pour maintenir la vitesse requise s'effectuant à l'aide des pré-affichages connus puis

compenser l'avion. A l'issue des actions et de la check-list après décollage, le circuit visuel spécifique du vol en montée se met en place.

La montée initiale permet de s'affranchir des obstacles. A partir d'une hauteur minimale de sécurité il est possible d'infléchir la trajectoire vers le tour de piste, un secteur de vol local ou un itinéraire publié.

En dehors de l'aspect réglementaire et de certaines consignes locales, le tour de piste de nuit, excepté l'atterrissage dont il sera question plus loin, ne présente aucune difficulté particulière.

4 – La navigation de nuit

Nota : Le vol local de nuit défini comme « vol circulaire sans escale effectué à l'intérieur d'une zone de contrôle (CTR) associée à l'aérodrome ou, en l'absence de zone de contrôle, à 12 kilomètres (6.5 milles marins) au plus de l'aérodrome » ne sera pas spécifiquement abordé.

4.1 Préparation

En fonction du trajet envisagé, il s'agit de définir tous les paramètres propres à ce vol.

Il convient de choisir des points caractéristiques successifs en fonction de l'équipement radioélectrique de l'avion (ADF – dont la propagation des ondes peut être perturbée par l'ionosphère -, VOR, GPS..), de ses performances.

Seuls les points lumineux suffisamment importants – villes, complexes industriels, grands axes routiers – seront retenus.

La détermination des altitudes ou niveau de vol tout au long du parcours est effectuée compte-tenu :

- ❖ des hauteurs minimales de survol
- ❖ des conditions météorologiques
- ❖ des conditions de perméabilité des espaces aériens
- ❖ des conditions de réception des aides radio
- ❖ des altitudes spécifiées des itinéraires d'entrée et sortie des aérodromes
- ❖ des itinéraires publiés dans l'AIP et repris dans le « complément aux cartes aéronautiques » diffusées par le SIA

4.2 Autonomie

La quantité minimale à embarquer doit correspondre aux exigences de la réglementation.

Ceci correspond à ***l'exigence minimum***, mais la prudence et le bon sens recommandent de majorer largement cette quantité.

4.3 Utilisation de l'avion

L'avion doit être utilisé conformément au manuel de vol compte-tenu :

- ❖ de la masse et du centrage
- ❖ des performances de décollage et d'atterrissage
- ❖ des obstacles à survoler
- ❖ des différentes particularités liées au type d'avion utilisé
- ❖ aérienne de l'aérodrome de destination.

4.4 Plan de vol

Un plan de vol est déposé au moins 30 minutes avant l'heure estimée de décollage.

- Cas particuliers :
 - ❖ Vols locaux
 - ❖ Vols entre deux aérodromes pour lesquels le service du contrôle d'approche est assuré par le même organisme dans les limites de l'espace aérien relevant de son autorité.
 - ❖ Vols entrepris de jour qui, pour des raisons imprévues se terminent de nuit, si une liaison radiotéléphonique est établie de jour avec l'organisme de la circulation

4.5 Documentation

L'emport de la documentation de bord et aéronautique obéit aux mêmes exigences que pour le vol de jour.

4.6 Décision

La décision de l'exécution ou non du vol doit être prise à l'issue de l'examen des éléments suivants :

- ❖ Equipement minimal de l'avion pour ce type de vol, en bon état de fonctionnement (voir chapitre réglementation)
- ❖ Conditions météorologiques favorables (voir chapitre météorologie nocturne)
- ❖ Ouverture des aérodromes de destination et de déroutement (voir chapitre réglementation)
- ❖ Bonne condition physique du pilote (voir chapitre Facteurs Humains)

Si une ou plusieurs de ces 4 conditions n'est pas satisfaite le vol ne doit pas être entrepris.

4.7 Localisation des avions de nuit

La position relative des avions peut être déterminée de nuit en examinant les feux de position et d'anticollision de chacun des avions.

En fait si la présence d'un autre avion peut être détectée plus facilement de nuit que de jour, la détection de la trajectoire est beaucoup plus difficile et nécessite l'observation de l'évolution du gisement de l'autre avion et de la couleur de ses feux de position.

Néanmoins on peut appliquer les règles suivantes (Fig. 6) :

- ❖ Pour qu'un avion intercepte un autre ils doivent être à la même altitude et se voir sous un gisement constant.
- ❖ Il y a donc risque de collision lorsque l'on voit un autre avion selon un gisement constant et le pilote devra être d'autant plus vigilant que les altitudes relatives des deux avions sont encore plus difficiles à déterminer que de jour.
- ❖ Réglementairement c'est au pilote qui voit le feu de position rouge de l'autre avion qu'il incombe de faire la manœuvre d'évitement.

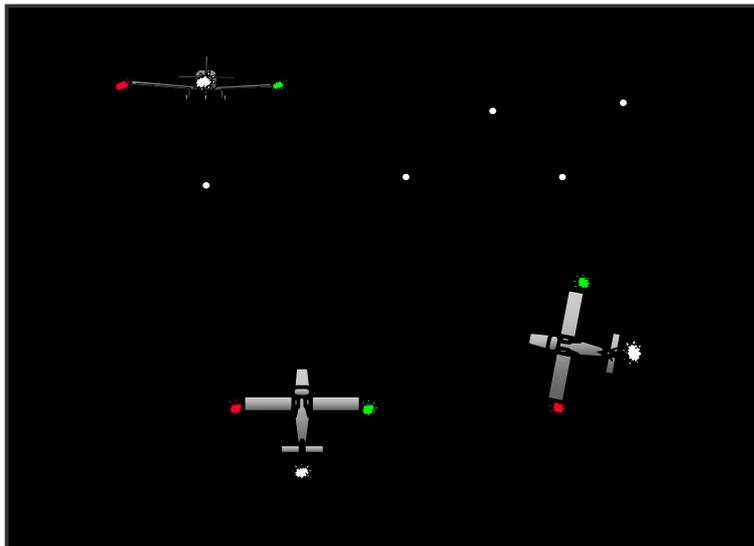


Fig.6

- ❖ Si le pilote aperçoit le feu blanc situé sur l'arrière de l'avion cela signifie que cet avion a un cap tel qu'il s'éloigne de la zone immédiate.
- ❖ Si les 2 feux de navigation (rouge et blanc) sont observés et que le feu rouge est positionné sur la droite, le trafic s'approche.

5 – Procédures d'urgence

5.1 Panne d'éclairage

- ❖ Tableau de bord : utiliser l'éclairage de secours ou l'éclairage cabine ou, à défaut, la torche électrique
- ❖ Les phares d'atterrissage : en courte finale, diminuer le taux de chute (vers 200/300 ft min.) en adoptant une assiette plus cabrée et en ajustant la puissance. Le maintien de la bonne trajectoire d'approche et l'évaluation de la hauteur se font par l'observation des rampes de délimitation des bords de piste . Réduire au moment de l'impact ; ne pas chercher à arrondir car, en cas de refus du sol à une hauteur importante, il y a risque d'atterrissage dur voire de décrochage.

5.2 Panne radio

Poursuivre le vol suivant les indications portées sur le plan de vol, afficher 7600 au transpondeur. Si l'aérodrome de destination bénéficie d'un service de contrôle, effectuer en dehors des trajectoires d'approche un ou plusieurs 360° phares allumés et exécuter les instructions données par le service de contrôle au moyen de signaux lumineux.

5.3 Panne de génération électrique :

- Couper tous les équipements électriques non indispensables pour la poursuite immédiate du vol. La radio ne sera utilisée que dans les phases de vol où elle s'avère nécessaire.
- Se dérouter vers l'aérodrome de dégagement le plus proche.

5.4 Atterrissage d'urgence :

De nuit, il n'est pas possible de déterminer la nature exacte du sol. Si un atterrissage forcé doit être effectué, il convient de choisir une région ayant une densité assez faible de lumières. Eviter en effet les régions totalement obscures qui correspondent en général à des régions inhospitalières : montagnes, lacs, forêts).

Choisir un emplacement à proximité d'un îlot lumineux (route, village). Le phare d'atterrissage est allumé afin d'éviter les obstacles en finale.

On peut envisager l'atterrissage sur une grande route ou une autoroute dans la mesure où la circulation n'est pas trop intense. Choisir comme sens d'atterrissage celui de la circulation routière.

6 – L’approche et l’atterrissage

6.1 L’approche

Les approches de nuit, d’une certaine manière, sont plus faciles que celles de jour : l’air est plus calme, les turbulences et vents traversiers souvent absents près du sol.

Cependant, le gradient de vent y est plus fort que de jour ; à des vents faibles ou nuls au sol peuvent correspondre des vents relativement forts à 500 ft.

Certaines études ont montré que les pilotes avaient tendance à effectuer des approches plus basses de nuit que de jour et que la déclivité de la piste pouvait créer des illusions sensorielles (voir chapitre Facteurs Humains). Si l’aérodrome est équipé d’un indicateur visuel de pente (PAPI) qui matérialise le plan de descente, la finale ne pose aucun problème particulier voir (Fig. 7).

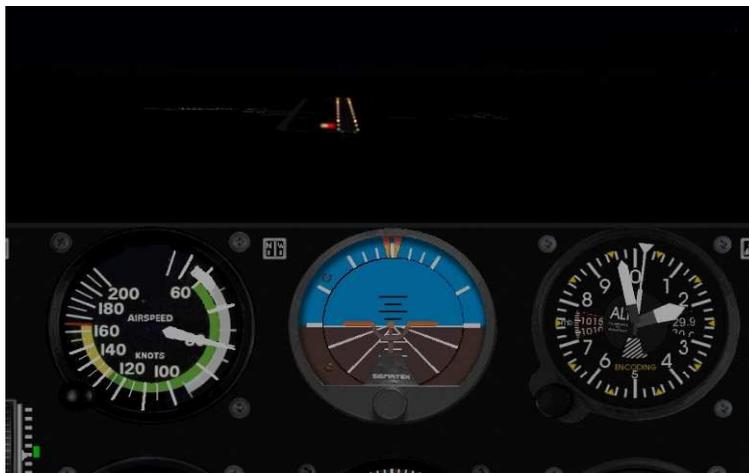


Fig. 7

En l’absence d’aide lumineuse à l’atterrissage, il convient d’effectuer un circuit tour de piste rigoureux et de maintenir le bon plan de descente en finale sur un point situé en aval du seuil de piste en contrôlant le variomètre ainsi que l’évolution de la forme du trapèze formé par les feux de bord de piste.

Les barres de feux semblent s’écarter latéralement lorsque l’avion passe sous le plan (Fig. 8)



Fig. 8

Le phénomène s'inverse lorsque l'avion passe au-dessus du plan. (Fig. 9)



Fig. 9

6.2 L'atterrissage

Il est normal d'utiliser les phares d'atterrissage pour un atterrissage de nuit. Néanmoins la portion de piste éclairée semble plus haute que « le trou noir » qui l'entoure, ce qui peut amener un arrondi trop haut et se terminer par un atterrissage dur.

Enfin, à cause du défilement rapide des balises lumineuses prises comme repères, le pilote a l'impression que sa vitesse à l'approche de l'arrondi est excessive. (Fig. 10)

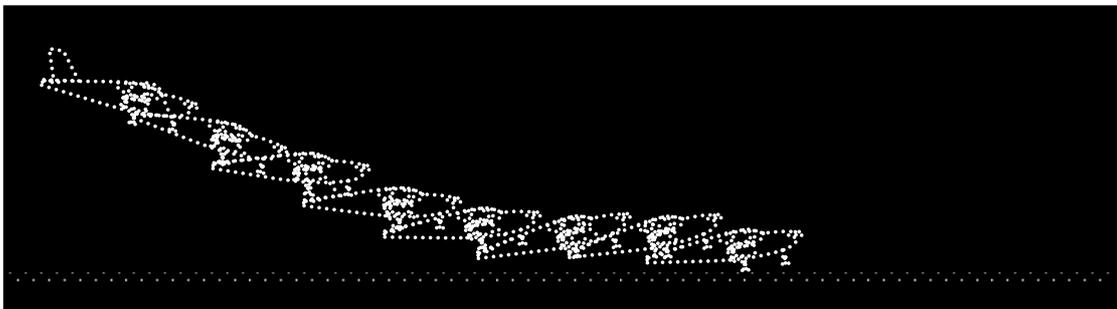


Fig. 10

1 • Introduction	06 - 06 – P2
2 • Leçon N°1	06 - 06 – P3
2.1 <i>Préparation</i>	<i>06 - 06 – P3</i>
3 • Leçon N°2	06 - 06 – P5
3.1 <i>Préparation</i>	<i>06 - 06 – P5</i>
4 • Leçon N°3	06 - 06 – P7
4.1 <i>Préparation</i>	<i>06 - 06 – P7</i>
5 • Leçon N°4	06 - 06 – P8
5.1 <i>Préparation</i>	<i>06 - 06 – P8</i>
6 • Récapitulatif	06 - 06 – P9
6.1 <i>Points à étudier avant le premier solo</i>	<i>06 - 06 – P9</i>
6.2 <i>Programme de formation « instructeur vol de nuit</i>	<i>06 - 06 – P11</i>

GUIDE D’INSTRUCTION

1 – Introduction

Lorsque le détenteur d’une licence PPL (A) (FCL 1), entend exercer de nuit les privilèges afférents à sa licence, il doit effectuer *au moins* 5 heures de vol de nuit, comprenant 3h en D.C. dont au moins 1 heure de navigation et 5 décollages et atterrissages complets en solo, en vue de l’obtention d’une *Habilitation au Vol de Nuit*

Nota : Les détenteurs d’une licence de Pilote Privé (Arr. 1981), devront effectuer 10 heures de vol de nuit pour obtenir une *Qualification Vol de Nuit*.

Chaque leçon comprend 3 parties détaillées dans les tableaux ci-dessous :

- ❖ 1 - le briefing
- ❖ 2 - la séance en vol
- ❖ 3 - le débriefing

BRIEFING	
Objectif	Enoncé des tâches de pilotage que l’élève devra savoir effectuer à la fin de la leçon
Rappels	Nouveautés ou difficultés particulières Liste des connaissances requises Références à la documentation
Organisation	Déroulement prévu de la séance, MTO, secteur de travail. Qui fait quoi ? où ? comment ? durée ?
LECON EN VOL	
Perception	Pour chacune des tâches de pilotage MONTRER Ce que l’élève doit percevoir Les manoeuvres à effectuer Le circuit visuel adapté
Actions	Pour chacune des tâches de pilotage précédemment montrées GUIDER Les manoeuvres à effectuer (affichage et corrections) Le circuit visuel approprié Le choix des priorités.
Exercices	DEMANDER à l’élève des tâches suivant une gradation logique, du plus simple au plus compliqué Les guidages s’effectuant à posteriori.
DEBRIEFING	
Analyse	Commentaire sur la séance d’instruction, définir si l’objectif fixé a été atteint en donnant les critères d’évaluation. Suite du programme.

2 – Leçon N°1

2.1 Préparation

a) Cours théorique

- ❖ *Réglementation* : définitions, balisages et aides visuelles, équipement réglementaire de l’avion.
- ❖ *Facteurs Humains* : la vision
- ❖ *Météorologie* : particularités de la météorologie nocturne
- ❖ *Pilotage aux instruments* : l’horizon artificiel, les pré-affichages, les circuits visuels des vols en palier, montée, descente.
- ❖ *Exécution du vol* : visite pré-vol, mise en route, roulage, essais moteur, décollage et atterrissage.

b) Briefing

BRIEFING	
Objectif	Mise en œuvre de l’avion dans un environnement nocturne, découverte des problèmes posés par le vol aux instruments.
Rappels	La vision de nuit, voir tests (Fig. 1 et 2). Mise en route et roulage, circuit visuel du vol aux instruments et pré-affichages, décollage.
Organisation	Organisation du vol et répartition des tâches.
LECON EN VOL	
Perception	Effectuer la visite pré-vol, mise en route, roulage, essais moteur, en insistant sur les caractéristiques développées dans le chapitre Exécution du Vol. Montrer les particularités du décollage et Montrer la gestion des virages en palier, montée, descente. Insister sur les circuits visuels et le rôle central de l’horizon artificiel Montrer le demi-tour aux instruments Montrer le traitement des situations d’urgence , la mise en œuvre des procédures de secours
Actions	Guider l’élève lors de l’exécution de changements lors de la réalisation des évolutions décrites dans la perception de trajectoires, insister sur les pré-affichages d’assiette et le circuit visuel.
Exercices	Demander à l’élève d’effectuer les différentes phases de vol aux instruments ou de vol à vue de nuit en incluant différents scénarii de pannes ou autres situations d’urgence.
DEBRIEFING	

c) Tests de vision

A l'issue du briefing, effectuer les deux tests suivants

- ❖ *Fig. 1* : placer la tête perpendiculairement à la feuille au-dessus du cadre à une distance approximative de 10 à 15 centimètres et accommoder la vision sur la croix avec l'œil droit. Au bout de quelques secondes, fermer l'œil gauche, le point disparaît. (Voir chapitre Facteurs Humains)

Si les privilèges afférents à la licence PPL(A) détenue par le candidat doivent être exercés de nuit, au moins 5 heures de vol supplémentaires sur avion doivent être effectués de nuit, comprenant 3 heures de formation en double commande dont au moins 1 heure de navigation en campagne et 5 décollages

Fig. 1

- ❖ *Fig. 2* : Accommoder la vision sur la croix centrale à une distance approximative de 5 centimètres. Au bout de quelques secondes, les points roses disparaissent puis sont remplacés par des points verts qui n'existent pas. (Voir chapitre Facteurs Humains)

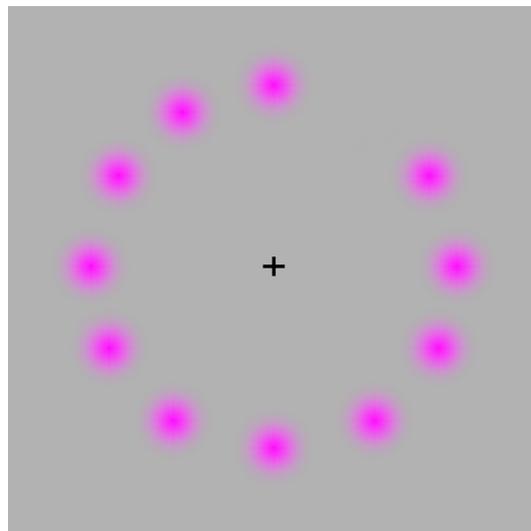


Fig. 2

3 – Leçon N°2

3.1 Préparation

a) Cours théorique

- ❖ *Réglementation* : radiocommunications, PLN, aérodromes homologués, emport carburant.
- ❖ *Facteurs Humains* : oreille interne et illusions sensorielles.
- ❖ *Météorologie* : la visibilité nocturne.
- ❖ *Pilotage aux instruments* : circuits visuels des virages palier, montée, descente à puissance constante et à vitesse constante.
- ❖ *Exécution du vol* : révision circuit de piste, séance de mania secteur en vol aux instruments. Les procédures d’urgence et de secours.

b) Briefing

BRIEFING	
Objectif	Perfectionner le décollage et l’atterrissage, pratiquer en secteur le pilotage aux instruments et appliquer les procédures d’urgence et de secours.
Rappels	Les illusions sensorielles, voir tests (Fig. 3 et 4), circuits visuels des différents virages, les procédures d’urgence et de secours (voir chapitre exécution du vol),
Organisation	Organisation du vol et répartition des tâches.
LECON EN VOL	
Perception	<p>Guider l’élève lors de l’exécution de circuits de piste, insister sur les pré-affichages d’assiette et le circuit visuel.</p> <p>Montrer les particularités du décollage et de l’atterrissage de nuit (pertes de références au décollage et hauteur de l’arrondi)</p> <p>Montrer le traitement des situations d’urgence , la mise en œuvre des procédures de secours.</p>
Actions	<p>Guider l’élève :</p> <p>a) lors de la réalisation des évolutions décrites dans la perception</p> <p>b) lors d’atterrissages sans phares et lors de simulations de pannes électriques</p>
Exercices	Demander à l’élève d’effectuer les différentes phases de vol aux instruments ainsi que des tours de piste en incluant différents scénarii de pannes ou autres situations d’urgence
DEBRIEFING	

c) Tests d'illusions

A l'issue du briefing, effectuer les deux tests suivants :

- ❖ *Fig. 3* : regardez chaque roue lentement l'une après l'autre : elles semblent tourner.

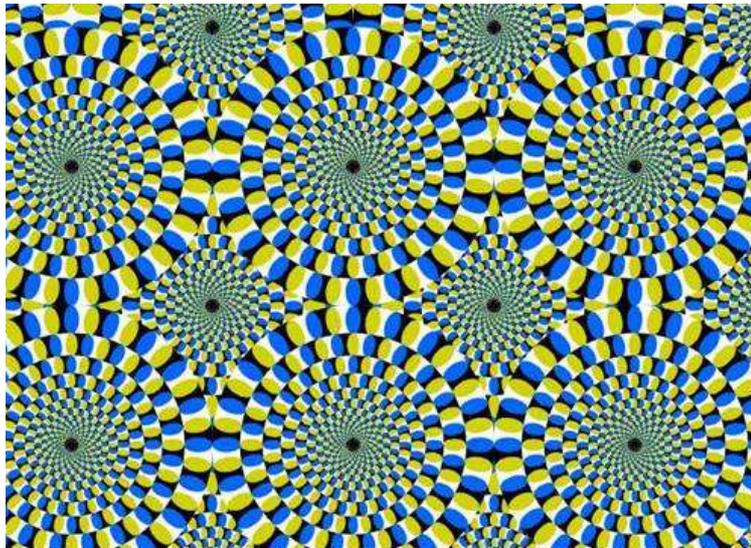


Fig. 3

- ❖ *Fig. 4* : là où l'on voit une spirale, il n'y a que des cercles.

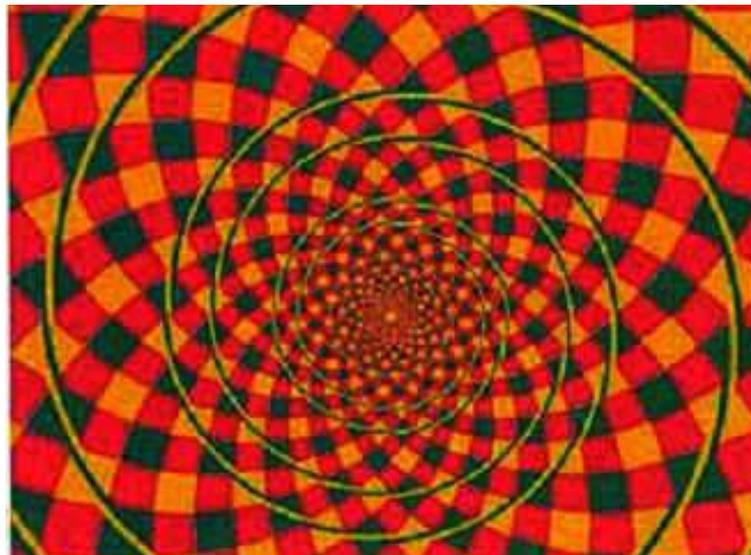


Fig. 4

4 – Leçon N°3

4.1 Préparation

a) Cours théorique

- ❖ *Réglementation* : conditions météorologiques, itinéraires de nuit et niveau minimal, espaces aériens et zones réglementées.
- ❖ *Facteurs Humains* : fatigue et sommeil.
- ❖ *Météorologie* : révisions en vue de la préparation d'une navigation.
- ❖ *Pilotage aux instruments* : révisions, panneau partiel.
- ❖ *Exécution du vol* : préparation d'une navigation.

b) Briefing

BRIEFING	
Objectif	Préparer une navigation de façon à organiser une phase de départ, en route, d'arrivée en intégrant les spécificités liées au vol de nuit
Rappels	Le panneau partiel, phases d'organisation d'un vol de nuit rappelées dans le chapitre Exécution du Vol.
Organisation	Organisation du vol et répartition des tâches.
LECON EN VOL	
Perception	Préparation au sol importante. Insister sur l'emport carburant, la météo, les équipements de secours et les feux de l'avion, la validité des aérodromes der dégagement etc.. En vol montrer le suivi de la navigation, des repères choisis, les illusions sensorielles, la visibilité etc... Montrer le pilotage en panneau partiel
Actions	Aider l'élève dans le suivi de sa navigation et dans l'exécution d'une courte phase en panneau partiel.
Exercices	Les mêmes exercices seront demandés, les guidages s'effectuant à posteriori.
DEBRIEFING	

5 – Solo

5.1 Préparation

Préparation des vols en conformité avec la réglementation, les conditions du jour et les éléments décrits dans les différents chapitres.

SOLO DE NUIT	
Objectif	Effectuer 2 heures en vol solo de nuit en vue de l'obtention de « L'habilitation Vol de Nuit ».
Programme Possible	1 - Séance(s) de tours de piste avec 5 décollages et atterrissages complets . 2 - Courte navigation.

AVERTISSEMENT

COMPTE-TENU DE LA DENSITE DU TRAVAIL A EFFECTUER, CHAQUE LECON DECRITE CORRESPOND A PLUSIEURS SEANCES EN VOL ; PAR AILLEURS, LES 5 HEURES REQUISES POUR « L'HABILITATION VOL DE NUIT » REPRESENTENT LE MINIMUM REGLEMENTAIRE QUI DOIT ÊTRE AUGMENTE EN FONCTION DES BESOINS.

REPARTIR LA FORMATION SUR UNE PERIODE SUFFISAMMENT LONGUE, PERMET DE RENCONTRER DIFFERENTES CONFIGURATIONS METEOROLOGIQUES NOTAMMENT EN MATIERE DE VISIBILITE .

6 – Récapitulatif

6.1 Points à étudier avant le premier solo

▪ Vol de Nuit

- Procédures de mise en route
- Procédures locales
- Roulage
- Eclairage parking et taxiway
- Appréciation de la vitesse et des distances
- Eblouissement
- Vérification des instruments
- Adaptation au vol de nuit
- Orientation locale
- Signification des éclairages des autres avions
- Attention divisée du pilote
- Procédure retour aérodrome
- Eclairage aérodrome : approche, piste, VASI / PAPI

▪ Tour de piste

- Décollage et montée
- Alignement
- Références visuelles en phase de décollage
- Passage aux références instrumentales
- Stabilisation de la montée initiale
- Utilisation des instruments

- Montée aux instruments et virage initial
- Le circuit
- Tour de piste et repérage
- Approche initiale et éclairage de piste
- Positionnement de l'avion
- Aspect variable de l'éclairage de piste
- Interception du plan d'approche
- Positionnement en étape de base et en finale
- Effet diurne du vent
- Utilisation des phares d'atterrissage
- L'arrondi et le toucher des roues
- Le roulage
- Dégagement de piste et contrôle de la vitesse
- Approche interrompue et repositionnement dans le circuit

■ **Navigation de nuit**

- Planification du vol
- Choix des repères au sol
- Feux de position
- Effets des éclairages du poste de pilotage sur les couleurs de la carte
- Utilisation des aides radio
- Effet de la lune sur la visibilité
- Maintien de la sécurité minimum

- **Aérodromes de secours**
- **Identification d'une dégradation météorologique**
- **Procédures d'égarement**

- **Procédures d'urgence de nuit**
 - **Panne radio**
 - **Panne d'éclairage de piste**
 - **Panne des phares d'atterrissage**
 - **Panne d'éclairage cabine**
 - **Panne électrique totale**
 - **Arrêt décollage**
 - **Panne moteur**
 - **Panneau partiel**
 - **Approche du décrochage**
 - **Virage forte inclinaison**
 - **Virage engagé**
 - **Cabré ou piqué excessif**

6.2 Programme de formation « Instructeur Vol de Nuit »

Pour être admis en stage, le candidat devra être titulaire :

- D'une qualification en état de validité au sens du FCL 1.025,
- D'un PPL(A) ou d'un CPL(A) en état de validité
- D'une qualification au vol de nuit pour les PPL(A)
- De la qualification de classe concernée en état de validité

a) Instruction au sol

SEANCE	Durée Cumul	DETAIL DE LA SEANCE
Accueil Présentation du centre	01.00	- Réception des stagiaires
	01.00	- Formalités administratives - Présentation du centre
Clôture du stage	01.00	- Bilan de fin de stage
	02.00	- Formalités administratives - Questionnaire qualité

COURS	Durée Cumul	DETAIL DU COURS
Pédagogie	01.50	- Notion de pré-affichage
	01.50	- Horizon artificiel - Circuit visuel
Facteurs humains	01.00	- Vision
	02.50	- Illusions sensorielles - Fatigue - Sommeil - Oreille interne Ces cours correspondent aux « general consideration » du JAR-FCL 1
Réglementation	1.50	- Vol de nuit
	04.00	- Instructeur
TP4	02.00	Items de l'AMC JAR-FCL 10340
	06.00	« long briefing exercice 20 » détaillés dans le paragraphe 6.1

b) Instruction en vol

SEANCE	Durée Cumul	DETAIL DE LA SEANCE
Briefing	00.50 00.50	Préparation par l'élève et briefing au formateur de formateur d'une leçon traitant les exercices 12 et 13 du « flight instructor syllabus » (AMC JAR-FCL 1.340)
Vol	01.00 01.50	Réalisation de la séance en vol traitant les exercices 12 et 13
Débriefing	01.00 02.50	Débriefing de l'élève puis du formateur de formateur

c) Exercices en vol

- Exercice en vol n°12
 - Vérifications avant décollage
 - Décollage face au vent
 - Protection du train avant
 - Décollage vent de travers
 - Décollage court sur terrain meuble
 - Procédures antibruit
 - Conduite du vol

- Exercice en vol n°13
 - Procédures de circuit, branche vent arrière, étape de base
 - Approche et atterrissage au moteur
 - Protection du train avant
 - Effet du vent, utilisation des volets
 - Approche et atterrissage vent de travers
 - Approche et atterrissage sans phare
 - Approche sans moteur
 - Approche et atterrissage sans volet
 - Remise des gaz
 - Procédure antibruit
 - Conduite du vol.

d) Epreuve finale

Le candidat devra démontrer sa compétence à instruire de nuit auprès d'un instructeur FI(A) autorisé à dispenser l'instruction FI(A) conformément au (f) du paragraphe FCL 1.330 et si les exigences du 4.4.2 de l'arrêté du 24 juillet 1991 modifié relatif aux conditions d'utilisation des aéronefs civils en aviation générale relatives au vol sont satisfaites.

Les instructeurs FI(A) ayant obtenu leur qualification avant le 31 décembre 2002 sont réputés répondre aux exigences du présent paragraphe sous réserve de détenir l'habilitation au vol de nuit.

L'épreuve devra être effectuée dans un délai maximum de 6 mois à l'issue de la formation.

SEANCE	Durée Cumul	DETAIL DE LA SEANCE
Briefing	00.50 00.50	Briefing par l'élève au formateur de formateur d'une leçon extraite de la liste « long briefing exercice 20 »
Vol	01.00 01.50	Réalisation de la séance en vol
Débriefing	0100 02.50	Débriefing de l'élève puis du formateur de formateur