



Flight Operations Briefing Notes

Human Performance

Sensibilisation aux illusions visuelles

1. Introduction

Les illusions visuelles surviennent lorsque les conditions modifient la perception du pilote de l'environnement par rapport à ses attentes.

Les illusions visuelles peuvent entraîner un atterrissage avant la piste, des atterrissages durs ou de dépassement de la piste, mais peuvent également provoquer une désorientation spatiale et une perte de contrôle.

Cette note d'information sur les opérations en vol donne un aperçu de :

- Facteurs et conditions qui peuvent provoquer des illusions visuelles ;
- Comment les illusions visuelles affectent la perception du pilote de l'environnement et de la piste de l'aéroport / de la piste; et,
- Comment réduire les effets des illusions visuelles en mettant en œuvre des stratégies de prévention liées et des lignes de défense dans la formation et le fonctionnement de la ligne.

2. II Données statistiques

30% des accidents d'approche et d'atterrissage se produisent lors de la conduite d'approches visuelles ou pendant le segment visuel d'une approche aux instruments.

Les approches visuelles de nuit présentent une plus grande exposition en raison des indices visuels réduits, de la probabilité accrue d'illusions visuelles et du risque de désorientation spatiale.

La faible visibilité et / ou les précipitations sont un facteur circonstanciel dans plus de 70% des accidents d'approche et d'atterrissage, y compris ceux impliquant CFIT (Controlled Flight Into Terrain).

Facteurs “ Visuels ”	% des Evénements
Vol de nuit	75 %
Faible visibilité	70 %
IMC	59 %
Ténèbres ou crépuscule	53 %
Approche non ILS	53 %
Précipitations (pluie ou neige)	50 %
Approche visuelle	30 %
Illusions visuelles ou désorientation spatiale	21 %
Absence de: - NAVAID de descente - Éclairage d'approche / de piste - VASI / PAPI	21 %

(Source – Flight Safety Foundation 1998 – 2000)

Table 1
“ Visual ” Factors in Approach-and-Landing Events

3. Illusions visuelles - facteurs et conditions

Les facteurs et conditions suivants affectent la capacité de l'équipage de conduite à percevoir avec précision l'environnement, entraînant des illusions visuelles.

1.1. Environnement d'aéroport

- Texture et apparence du sol;
- Zones éclairées hors aéroport telles que parkings ou rues brillamment éclairés ;
- «Trou noir» le long de la trajectoire finale d'approche; et / ou,
- Terrain en montée ou en descente en pente avant le seuil de piste ou dans l'environnement de la trajectoire finale.

1.2. Environnement de piste

- Dimensions de la piste (rapport d'aspect);
- la piste en montée ou une pente de descente;
- Variation de terrain avant le début de piste ;
- Approche et éclairage de la piste ; et / ou,
- Condition de piste (par exemple, piste humide).

1.3. Conditions météorologiques

- Plafond.
- Visibilité (c.-à-d. Visibilité verticale, visibilité inclinée et visibilité horizontale); et / ou,
- Nébulosité (par exemple, la pluie, le brouillard ou le brouillard, la brume, la brume, la fumée, la neige, l'effet de blanc).

4. Comment les illusions visuelles affectent-elles la perception du pilote?

Les illusions visuelles résultent de l'absence ou de l'altération des références visuelles qui modifie la perception pilote de sa position par rapport au seuil de piste.

Les illusions visuelles affectent la perception des hauteurs, des distances et / ou des angles d'interception.

Les illusions visuelles sont les plus critiques lors de la transition IMC/VMC et des références d'instruments au VMC et aux références visuelles.

Les illusions visuelles (telles que l'effet de trou noir) affectent la conscience de la situation verticale et horizontale de l'équipage de conduite, en particulier pendant la jambe de base et lors de la réalisation finale (le cas échéant) et pendant l'approche finale.

Les illusions visuelles induisent généralement les entrées de l'équipage (corrections) qui provoquent l'écart de l'avion du chemin de vol vertical ou latéral d'origine et latérale.

Les illusions visuelles peuvent affecter la décision de savoir quand et à quelle vitesse de descendre de la MDA (H).

Le paragraphe suivant donne un aperçu élargi de tous les facteurs et conditions créant des illusions visuelles pour discuter de la façon dont chaque facteur ou condition peut affecter la perception du pilote de :

- L'aéroport et l'environnement de piste ;
- La séparation verticale avec le sol, et,
- déviation verticale ou latérale L'aéronef par rapport à la trajectoire prévue

Habituellement, plus d'un facteur est impliqué dans une approche donnée, aggravant les effets individuels.

Habituellement, plus d'Un Facteur est implicite dans un in ne s'approche Donnée, les effets aggravants des individus.

1.4. Environnement d'aéroport

- «Trou noir» le long du chemin de vol d'approche final:
- En cas d'approche sur l'eau ou avec une zone non éclairée sur la trajectoire d'approche, l'absence de caractéristiques du sol visibles réduit la capacité de l'équipage à percevoir la position latérale et verticale de l'avion par rapport à la trajectoire de vol prévue.
- Terrain en montée ou en descente avant le seuil de piste :
- Une pente en montée dans la zone d'approche ou une dépôt de terrain à l'extrémité de l'approche de la piste crée une illusion d'être trop élevée (c'est-à-dire l'impression d'un chemin de glisse abrupte, comme le montre la figure 1), donc :
- Intaire éventuellement une correction (augmentant le taux de descente) qui place l'avion en dessous du chemin de glisse prévu; ou,
- Empêcher l'équipage de conduite de détecter une trajectoire de vol trop peu profonde.

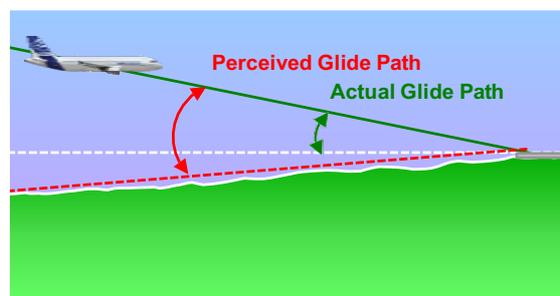
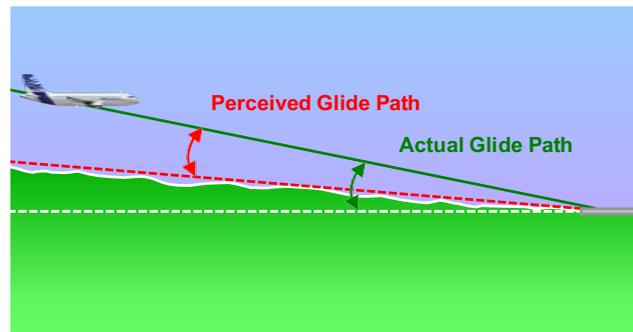


Figure 1: Effect of Terrain Up-hill Slope on Flight Path Perception

- Une pente de descente dans la zone d'approche crée une illusion d'être trop faible (c'est-à-dire l'impression d'un chemin de glissement peu profond, comme indiqué sur la figure 2), donc:

Intaire éventuellement une correction plaçant l'avion au-dessus du chemin de glissement prévu;
ou,

Empêcher l'équipage de conduite de détecter une trajectoire de vol trop raide.



(Photo n ° 1: 12 nm du touché - Photo n ° 2: 2 nm du touché, sur Papi Glide Path)

Figure 2

Effet de la pente du terrain du terrain sur la perception de la trajectoire de vol

1.5. Environnement de piste

- Dimensions de la piste / rapport d'aspect (figure 3):
- - Le rapport d'aspect de la piste (c'est-à-dire sa longueur par rapport à sa largeur) affecte la vue visuelle de l'équipage de la piste:
- Une piste large ou courte (faible rapport d'aspect) crée une impression d'être trop faible; et,
- Une piste étroite ou longue (rapport d'aspect élevé) crée une impression d'être trop élevé.

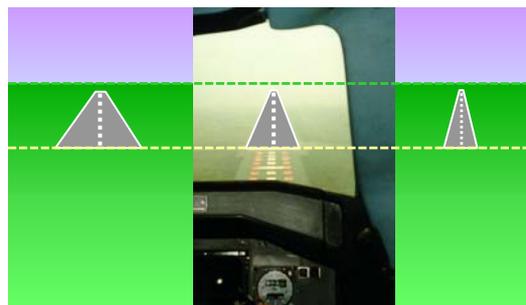


Figure 3

Photo centrale: LFBO 14 R (3500 m x 45 m) / une pente de descente à 3 degrés / 200 ft RA

- la piste en montée ou en descente de la pente: - Une pente en montée crée une illusion d'être trop élevée (impression d'un chemin de glisse abrupte); et, - une pente de descente crée une illusion d'être trop faible (impression d'un chemin de glissement peu profond).
- Approche et éclairage de piste: - L'approche et l'éclairage de la piste (y compris l'éclairage de la zone de touché) affectent la perception du département en fonction de:
 - l'intensité de l'éclairage;
 - les conditions de jour ou nocturnes; et
 - les conditions météorologiques.
 - Les feux de piste brillants créent l'impression d'être plus proche de la piste (d'où sur un chemin de glissement plus raide); - Les lumières à faible intensité créent l'impression d'être plus éloignées (d'où sur un chemin de glisse moins profond);
 - Un espacement non standard des feux de piste modifie également la perception du pilote de la distance de piste et du chemin de glissement ; Et, - si l'éclairage de la piste est partiellement visible (par exemple, pendant la jambe sous le vent ou pendant la jambe de base d'une approche visuelle ou en cercle), la piste peut apparaître plus loin à l'extérieur ou à un angle différent (c'est-à-dire que l'angle d'interception est perçu comme plus petit

que réel).



1.6. Aide à l'approche d'une piste

- Les approches et conditions de piste suivantes peuvent augmenter l'exposition de l'équipage aux illusions visuelles :
- Le faisceau de pente de glissement étant inutilisable au-delà d'un point spécifique en raison du terrain ou en dessous d'une altitude / hauteur spécifique en raison de l'approche sur l'eau ;
- Cours de localisation compensée; et / ou,
- Vasi à 2 barres, s'il est utilisé en dessous de 300 pieds de hauteur au-dessus du touché (chapeau) pour les corrections de chemin de glissement.

1.7. conditions météorologiques

Les conditions météorologiques suivantes peuvent provoquer des illusions visuelles:

- Précipitation (par exemple, pluie, brouillard, neige):
- Vol dans une pluie légère, le brouillard, la brume, la fumée, la poussière, l'éblouissement ou l'obscurité créent généralement une illusion d'être trop haut ;
- Le vol dans de la brume crée l'impression que la piste est plus éloignée, induisant une tendance à peu profonde le chemin de glisse et la terre longue ;
- Le brouillard peu profond (c'est-à-dire la couche de brouillard ne dépassant pas 300 pieds d'épaisseur) entraîne une faible obscurcissement mais aussi dans une visibilité horizontale basse :
- Lorsqu'il est au-dessus d'une couche de brouillard peu profonde, le sol (ou l'aéroport et la piste, si volant au-dessus) peut être vu, mais lorsque vous entrez dans la couche de brouillard, la visibilité de l'avant et de l'inclinaison est généralement perdue ;
- Entrer dans une couche de brouillard crée également la perception d'un tangage, induisant ainsi une tendance à pousser et à placer l'avion sous le chemin de glisse souhaité et dans une attitude plus raide que désensibilisée ;
- Dans la pluie légère ou la pluie modérée, la piste peut également apparaître floue

en raison de l'effet de halo de pluie, augmentant le risque de ne pas percevoir une déviation verticale ou une déviation latérale pendant le segment visuel. Le segment visuel est défini comme le segment piloté après une transition complète des instruments aux références visuelles ;

- Une forte pluie affecte la perception de la profondeur et la perception de la distance:
- La pluie sur les pare-brise crée une réfraction et la perception d'être trop élevée, induisant ainsi une correction du nez qui place l'avion sous la trajectoire de vol souhaitée;
- En lumière du jour, la pluie diminue l'intensité apparente du système d'éclairage d'approche (SLA) entraînant la piste qui semble être plus éloignée. À la suite de cette illusion, l'équipage de conduite a tendance à peu profonde la trajectoire de vol, ce qui entraîne un long atterrissage ;
- Dans les conditions nocturnes, la pluie augmente l'éclat apparente de la SLA, ce qui fait que la piste semble être plus proche, induisant une entrée en baisse et le risque d'atterrir à court du seuil de piste.
- Lors de la sortie du couvert au plafond et des minimums de visibilité (DH et RVR), la visibilité des objets peut ne pas permettre la vue de la ou les barres les plus éloignées du Vasi / Papi, réduisant ainsi les indices visuels disponibles pour le segment visuel en visibilité réduite;
- Un terrain couvert de neige avec un nuage couvert de nuages créent un phénomène appelé «blanc » qui élimine la perception des caractéristiques du terrain (pente) et de la hauteur au-dessus du terrain.
- Vents transversaux : - Dans les conditions de vent de travers, les feux de piste et l'environnement seront inclinés avec le cap de l'avion ; L'équipage doit maintenir la correction de la dérive et résister à la tendance à aligner la trajectoire de l'avion avec la ligne médiane de piste.

- Condition de surface de la piste (par exemple, piste humide):
 - Une piste humide ne reflète pas la lumière, affectant ainsi la perception de la profondeur en semblant être plus éloignée.

Cet effet visuel se traduit généralement par une poussée tardive et un touché ferme.

Lors de l'atterrissage sur une piste humide, la vision périphérique des feux de bord de piste doit être utilisée pour augmenter la perception de la profondeur et déterminer le point de fusée.

II IV Actions typiques de l'équipage et résultats

Les actions d'équipage suivantes et leurs conséquences sont souvent citées dans l'analyse des incidents d'approche et d'atterrissage ou d'accident résultant des illusions visuelles :

- Modification inconsciente de la trajectoire de l'avion pour maintenir une perception constante des références visuelles;
- Tendance naturelle à descendre sous la pente de glisse ou le chemin de glisse initial (c'est-à-dire «Ducking Under»);
- Incapacité d'arrêter le taux de descente après être descendu en dessous du chemin de glissement prévu (c'est-à-dire la reconnaissance tardive de l'aplatissement de l'environnement de piste et de piste);
- Absence de référence aux instruments pour soutenir le segment visuel;
- Défaut de détecter la détérioration des références visuelles; et, Ne pas surveiller les instruments et la trajectoire de vol, tandis que les deux membres d'équipage sont impliqués dans l'identification des références visuelles.

Le tableau suivant fournit un résumé des divers facteurs et conditions ainsi que leurs effets sur la perception du pilote et les actions involontaires qui peuvent entraîner un situation dangereuse:

Condition	Perception	Action involontaire	Résultat
Piste étroite / longue	Être trop haut	Pousser	Atterrir court / Atterrissage dur
Piste large ou courte	Être trop bas	Tirer	Atterrir long / sortie de piste
Runway or terrain uphill slope	Être trop haut	Pousser	Atterrir court / Atterrissage dur

Traduction de courtoisie.
Destinée à faciliter la compréhension du document précédent.

Condition	Perception	Action involontaire	Résultat
Piste ou terrain en descente	Être trop bas	Tirer	Atterrir long / sortie de piste
Éclairage de piste intense	Être trop proche (pente trop forte)	Pousser	Atterrir court / Atterrissage dur
Éclairage à faible intensité	Pente d'approche trop plate	Tirer	Atterrir long / sortie de piste
Pluie légère, brouillard, brume, fumée de brume, poussière	Être trop haut	Pousser	Atterrir court / Atterrissage dur
Forte pluie	Être trop proche	Pousser	Atterrir court / Atterrissage dur
Entrée dans une couche de brouillard	Pitch croissant	Pousser	Pente d'approche trop importante / CFIT
Vol en conditions brumeuses	Pente d'approche trop plate	Tirer	Atterrir long / sortie de piste
Drifting rain, snow or sand	Avion dérivant latéralement	Correction de dérive indue	Atterrissage hors-piste
Piste mouillée	Être plus éloigné Être trop haut	Arrondi tardif	Hard landing
Vent de travers	Désaxage par rapport à la piste	Annulation de la correction de la dérive	Dériver hors-piste / perte de l'axe de piste

Table 1
Effets des illusions visuelles sur la perception et les actions du pilote

III Stratégies de prévention pour réduire les effets des illusions visuelles

Pour réduire les effets des illusions visuelles, des stratégies de prévention et des lignes de défense doivent être développées et mises en œuvre en fonction des recommandations suivantes.

1.8. Sensibilisation au risque

Les opérateurs doivent évaluer leur exposition aux illusions visuelles dans leur environnement de fonctionnement (c'est-à-dire sur l'ensemble du réseau d'itinéraire).

Les équipes de conduite doivent être éduquées et formées sur les facteurs et conditions créant des illusions visuelles et leurs effets sur la perception de l'environnement et de la position des avions :

- Perception des hauteurs / profondeur, des distances et des angles;
- Evaluation de la position latérale de l'avion et du chemin de glissement.
La sensibilisation aux illusions visuelles peut être soutenue par une identification de tous les dangers
 - les aéroports et / ou les randonnées (dans le réseau de l'opérateur) en fonction des NavAids, des aides visuelles et des risques dominants disponibles.

III.1 Les dangers de l'approche d'évaluation des dangers

- et toute combinaison de ceux-ci
- doivent être évalués pour chaque approche individuelle, pendant l'approche et le briefing de reprise, en examinant les éléments suivants:

Conditions de plafond et de visibilité;

Météo:

- vent, turbulence;
 - averses de pluie;
 - Patches de brouillard ou de fumée;
 - dériver de la neige ou du sable;
 - enneigé terrain / piste (phénomène de blanc); et / ou,
 - la hauteur du soleil sur l'horizon;
- Expérience de l'équipage avec l'environnement de l'aéroport et de l'aéroport:
 - Terrain environnant (c'est-à-dire la texture); et / ou,
 - dangers spécifiques de l'aéroport et de la piste (état de piste, obstructions, trou de trous noir, motifs d'éclairage en aéroport,...);

Approche de piste et aides visuelles:

- Type d'approche;
- Disponibilité et emplacement de DME par rapport au seuil de piste;
- Restriction d'aide déverrouillée, le cas échéant, comme la pente de glissement inutilisable au-delà d'un point spécifique ou en dessous d'une altitude spécifique;
- Type de système d'éclairage d'approche; et,
- Disponibilité de Vasi ou Papi.

III.2 Conscience du terrain

Lors de la demande ou de l'acceptation d'une approche visuelle, l'équipage de conduite doit être conscient des caractéristiques du terrain environnantes et des obstacles artificiels.

La nuit, une colline non éclairée entre une zone éclairée et le seuil de piste peut empêcher l'équipage de vol de percevoir correctement le terrain montant.

III.3 V.4 Techniques de vol

Type d'approche

La nuit, lorsqu'une approche d'instrument est disponible, préférez cette approche à une approche visuelle pour réduire le risque d'accident causée par des illusions visuelles:

- Approche ILS, avec l'utilisation de Vasi / Papi (comme disponible) pour le segment visuel; ou,
- Approche non-provision, soutenue par un VASI / PAPI (comme disponible).

Si / lors de l'exécution d'une approche non-procédente (c.-à-d. Des références ont été acquises avant d'atteindre le VDP.

Pour éviter d'aller trop tôt pour des références visuelles et descendant prématurément en dessous du MDA (H), le PF doit maintenir la référence aux instruments jusqu'à atteindre le VDP. Cela offre une protection plus approfondie contre les illusions visuelles dans des conditions de danger.

Au cours d'une approche visuelle ou encercline, si le VASI / PAPI indique sous le niveau de pente de glissement ou monte jusqu'à ce que le VASI / PAPI présente un chemin de glide.

Surveillance de la trajectoire de vol

Résister à la tendance à se lancer et à «canier»; C'est le plus grand défi lors du segment visuel de l'approche, cela comprend:

Planage dans la lumière d'approche dans le but de voir la piste lors d'une approche de précision; ou,

Tirer sous l'impression d'être trop élevé lorsqu'il est affecté par des illusions visuelles.

Maintenez une combinaison de vol visuel soutenu par la surveillance des instruments (y compris l'écart de la pente de glide pendant le segment visuel d'une approche ILS).

Surveillez le VASI / PAPI, chaque fois disponible; Cela fournit des indices visuels supplémentaires pour résister à la tendance à augmenter ou à diminuer le taux de descente. Sur les pistes équipées d'un système d'éclairage d'approche ALSF-II, soyez conscient des deux rangées de feux rouges alignés avec les lumières de la zone de touché en tant que sauvegarde supplémentaire contre «Ducking Under». Ce qui suit fournit un résumé des techniques disponibles pour contrer les illusions visuelles (et empêcher de s'établir):

Maintenir les instruments scanner au touché ;

Vérifier les indications d'instruments contre les indices visuels extérieurs pour confirmer le chemin de glissement ;

Utilisez une approche ILS, chaque fois disponible;

Si aucune approche ILS n'est disponible, piloter une approche non-prévision à angle constant (CANPA) soutenu par l'utilisation de la cible Vector / Flight Chemin de vol (directeur) ou utilisez le mode FMS Final App (comme disponible);

Utiliser des références et des indications disponibles telles que la ligne centrale de piste étendue ND, la distance ILS-DME (ou VOR-DME)

- ou la piste FMS Distance au seuil de la piste

- et l'altitude au-dessus de l'élévation de l'aérodrome pour confirmer le chemin de glissement (basé sur un gradient d'approche généralement de 300 pieds par nm); et,

Utilisez Vasi / Papi, si disponible, le seuil de piste (uniquement lorsque vous utilisez un Vasi 3 bar ou un PAPI).

En résumé, la principale ligne de défense contre les illusions visuelles et la désorientation est d'utiliser et de s'appuyer sur des instruments de vol.

III.4 Coordination

Le partage de tâches défini assure une surveillance continue des références visuelles et d'instruments, tout au long de la transition vers des références visuelles et par la suite (c'est-à-dire pendant une approche visuelle ou pendant le segment visuel d'une approche d'instrument).

Dans des conditions de risque connues ou anticipées, le PNF devrait renforcer sa surveillance des références d'instruments et des progrès des vols, pour une vérification croisée et un sauvegarde efficaces du PF.

L'altitude et les appels excessifs paramètres-paramètres devraient être les mêmes pour les approches d'instruments et les approches visuelles, et doivent être poursuivies pendant le segment visuel (c'est-à-dire, y compris la déviation de la pente de glide lors d'une approche ILS ou d'une déviation de vitesse verticale pendant une approche non-provision).

En cas de recours à rediffusion, des appels spécifiques à l'évaluation des paramètres excessifs doivent être envisagés (comme indiqué dans SOPs).

IV Résumé des points clés

Les points clés critiques suivants doivent être soulignés:

Conscience des facteurs météorologiques;

Conscience des terrains environnants et des obstacles;

Conscience et évaluation des risques d'approche (c'est-à-dire des conditions qui peuvent entraîner des illusions visuelles, telles que «trou noir»);

Adhésion au partage de tâches PF / PNF défini pour l'acquisition de références visuelles et pour piloter le segment visuel; Cela comprend:

- Surveillance par PF des indices visuels extérieurs tout en se référant de manière transitoire aux instruments pour soutenir et surveiller la trajectoire de vol pendant le segment visuel; et,
- Surveillance par PNF des indices tête vers le haut pour un contrôle croisé et un sauvegarde efficaces (c'est-à-dire pour appeler toute révélation excessive paramètre).

V VII Notes d'information associées

Les notes d'information suivantes complètent la discussion ci-dessus sur l'acquisition de références visuelles et sur les illusions visuelles:

Procédures de fonctionnement standard

effectuer des briefings efficaces

Améliorer la sensibilisation au terrain

Acquisition de références visuelles

Approches visuelles volantes

VI références réglementaires

- CAO - Préparation d'un manuel d'opérations (DOC 9376).
- FAR 91.175 - décollage et atterrissage sous l'IFR - paragraphe (b), perte de références visuelles.
-
- JAR-OPS 1 - sous-partie E - toutes les opérations météorologiques - 1.1430 - minima de fonctionnement de l'aérodrome.
-
- AR-OPS 1 - sous-partie E - toutes les opérations météorologiques - 1.435 - Terminologie.

VII matériel de lecture supplémentaire

- FAA brochure on Spatial Disorientation :
 - " Seeing is not Believing ", available from:

<http://www.cami.jccbi.gov/aam-400A/Brochures/SpatialID.htm>