



Flight Operations Briefing Notes

Human Performance

Visual Illusions Awareness

I Introduction

Visual illusions take place when conditions modify the pilot's perception of the environment relative to his / her expectations.

Visual illusions may result in landing short of the runway, hard landing or runway overrun, but may also cause spatial disorientation and loss of control.

This Flight Operations Briefing Note provides an overview of:

- Factors and conditions that may cause visual illusions;
- How visual illusions affect the pilot's perception of the airport / runway environment and runway; and,
- How to reduce the effects of visual illusions by implementing related prevention strategies and lines-of-defense in training and line operation.

II Statistical Data

30 % of approach-and-landing accidents occur during the conduct of visual approaches or during the visual segment of an instrument approach.

Visual approaches at night present a greater exposure because of reduced visual cues, increased likelihood of visual illusions and risk of spatial disorientation.

Low visibility and/or precipitations are a circumstantial factor in more than 70 % of approach-and-landing accidents, including those involving CFIT.

“ Visual ” Factors	% of Events
Night time	75 %
Low visibility	70 %
IMC	59 %
Darkness or twilight	53 %
Non-ILS approach	53 %
Precipitation (rain or snow)	50 %
Visual approach	30 %
Visual illusions or spatial disorientation	21 %
Absence of : - letdown navaid - approach / runway lighting - VASI / PAPI	21 %

(Source – Flight Safety Foundation 1998 – 2000)

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

III Visual Illusions – Factors and Conditions

The following factors and conditions affect the flight crew ability to accurately perceive the environment, resulting in visual illusions.

III.1 Airport Environment

- Ground texture and features;
- Off-airport light patterns such as brightly lighted parking lots or streets;
- “Black hole” along the final approach flight path; and/or,
- Uphill or downhill sloping terrain before the runway threshold or in the approach path environment.

III.2 Runway Environment

- Runway dimensions (aspect ratio);
- Runway uphill or downhill slope;
- Terrain drop-off at the approach end of the runway;
- Approach and runway lighting; and/or,
- Runway condition (e.g., wet runway).

III.3 Weather Conditions

- Ceiling;
- Visibility (i.e., vertical visibility, slant visibility and horizontal visibility); and/or,
- Cloudiness (e.g., rain, fog or fog patches, haze, mist, smoke, snow, whiteout effect).

IV How do Visual Illusions Affect the Pilot’s Perception ?

Visual illusions result from the absence of or the alteration of visual references that modifies the pilot perception of his / her position relative to the runway threshold.

Visual illusions affect perception of heights, distances and/or intercept angles.

Visual illusions are most critical when transitioning from IMC and instrument references to VMC and visual references.

Visual illusions (such as the black-hole effect) affect the flight crew vertical and horizontal situational awareness, particularly during the base leg and when turning final (as applicable) and during the final approach.

Visual illusions usually induce crew inputs (corrections) that cause the aircraft to deviate from the original and intended vertical or lateral flight path.

Visual illusions can affect the decision about when and how fast to descend from the MDA(H).

The following paragraph provides an expanded overview of all the factors and conditions creating visual illusions to discuss how each factor or condition may affect the pilot perception of:

- The airport and runway environment;
- The terrain separation; and,
- The aircraft vertical or lateral deviation from the intended flight-path.

Usually, more than one factor is involved in a given approach, compounding the individual effects.

IV.1 Airport Environment

- “Black hole” along the final approach flight path:
 - In case of approach over water or with an unlighted area on the approach path, the absence of visible ground features reduces the crew ability to perceive the aircraft lateral and vertical position relative to the intended flight path.
- Uphill or downhill terrain before the runway threshold:
 - An uphill slope in the approach zone or a drop-off of terrain at the approach end of the runway creates an illusion of being too high (i.e., impression of a steep glide path, as shown on **Figure 1**), thus:
 - Possibly inducing a correction (increasing the rate of descent) that places the aircraft below the intended glide path; or,
 - Preventing the flight crew from detecting a too shallow flight path.

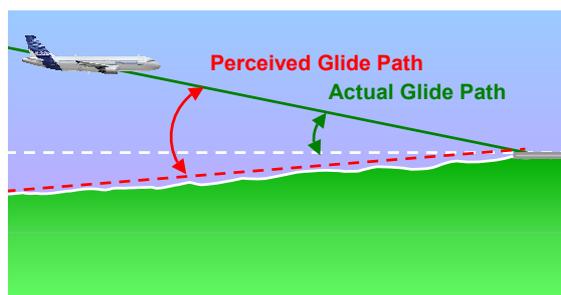
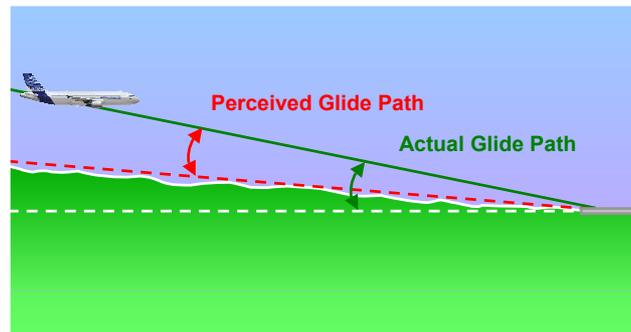


Figure 1

Effect of Terrain Up-hill Slope on Flight Path Perception

- A downhill slope in the approach zone creates an illusion of being too low (i.e., impression of a shallow glide path, as shown on **Figure 2**), thus:
 - Possibly inducing a correction placing the aircraft above the intended glide path ; or,
 - Preventing the flight crew from detecting a too steep flight path.



(Photo No.1 : 12 NM from touchdown – Photo No.2 : 2 NM from touchdown, on PAPI glide path)

Figure 2

Effect of Terrain Down-hill Slope on Flight Path Perception

IV.2 Runway Environment

- Runway dimensions / aspect ratio (**Figure 3**):
 - The runway aspect ratio (i.e., its length relative to its width) affects the crew visual perspective view of the runway:
 - A wide or short runway (low aspect ratio) creates an impression of being too low; and,
 - A narrow or long runway (high aspect ratio) creates an impression of being too high.

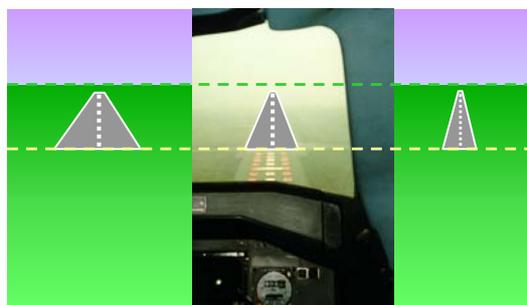


Figure 3

Center Photo : LFBO 14 R (3500 m x 45 m) / 3-degree glide slope / 200 ft RA

- Runway uphill or downhill slope:
 - An uphill slope creates an illusion of being too high (impression of a steep glide path); and,
 - A downhill slope creates an illusion of being too low (impression of a shallow glide path).
- Approach and runway lighting:
 - The approach and runway lighting (including the touchdown zone lighting) affects the depth perception as a function of:
 - The lighting intensity;
 - The daytime or night time conditions; and,
 - The weather conditions.
 - Bright runway-lights create the impression of being closer to the runway (hence on a steeper glide path);

- Low intensity lights create the impression of being farther away (hence on a shallower glide path);
- A non-standard spacing of runway lights also modifies the pilot's perception of the runway distance and glide path; and,
- If runway lighting is partially visible (e.g., during the downwind leg or during the base leg of a visual or circling approach), the runway may appear being farther away or at a different angle (i.e., the intercept angle is perceived as smaller than actual).



IV.3 Runway Approach Aids

The following runway approach-aids and conditions may increase the crew exposure to visual illusions:

- Glide slope beam being unusable beyond a specific point because of terrain or below a specific altitude/height because of approach over water;
- Offset localizer course; and/or,
- 2-bar VASI, if used below 300 ft height above touchdown (HAT) for glide path corrections.

IV.4 Weather Conditions

The following weather conditions may cause visual illusions:

- Precipitation's (e.g., rain, fog, snow):
 - Flying in light rain, fog, haze, mist, smoke, dust, glare or darkness usually create an illusion of being too high;

- Flying in haze creates the impression that the runway is farther away, inducing a tendency to shallow the glide path and land long;
- Shallow fog (i.e., fog layer not exceeding 300 ft in thickness) results in a low obscuration but also in low horizontal visibility:
 - When on top of a shallow fog layer, the ground (or airport and runway, if flying overhead) can be seen, but when entering the fog layer the forward and slant visibility usually are lost;
 - Entering a fog layer also creates the perception of a pitch up, thus inducing a tendency to push over and place the aircraft below the desired glide path and in a steeper-than-desired attitude;
- In light rain or moderate rain, the runway may also appear fuzzy because of rain halo effect, increasing the risk of not perceiving a vertical deviation or lateral deviation during the visual segment.

The visual segment is defined as the segment flown after full transition from instruments to visual references;
- Heavy rain affects depth perception and distance perception:
 - Rain on windshields creates a refraction and the perception of being too high, thus inducing a nose down correction that places the aircraft below the desired flight path;
 - In daylight conditions, rain diminishes the apparent intensity of the approach lighting system (ALS) resulting in the runway appearing to be farther away. As a result of this illusion, the flight crew tends to shallow the flight path resulting in a long landing;
 - In night time conditions, rain increases the apparent brilliance of the ALS, making the runway appears to be closer, inducing a pitch down input and the risk of landing short of the runway threshold.
- When breaking out of the overcast at both ceiling and visibility minimums (DH and RVR), the slant visibility may not allow sight of the farther bar(s) of the VASI/PAPI, thus reducing the available visual clues for the visual segment in reduced visibility;
- A snow-covered terrain together with a clouds overcast create a phenomenon called “white-out” that eliminate perception of terrain features (slope) and height above terrain.
- Crosswind:
 - In crosswind conditions, the runway lights and environment will be angled with the aircraft heading; flight crew should maintain the drift correction and resist the tendency to align the aircraft heading with the runway centerline.

- Runway surface condition (e.g., wet runway):
 - A wet runway does not reflect light, thus affecting depth perception by appearing to be farther away.

This visual effect usually results in a late flare and in a firm touchdown.

When landing on a wet runway, peripheral vision of runway edge lights should be used to increase the depth perception and determine the flare point.

V Typical Crew Actions and Results

The following crew actions and their consequences often are cited in the analysis of approach-and-landing incidents or accident resulting from visual illusions:

- Unconscious modification of the aircraft trajectory to keep a constant perception of visual references;
- Natural tendency to descend below the glide slope or the initial glide path (i.e., “ducking under”);
- Inability to arrest the rate of descent after descending below the intended glide path (i.e., late recognition of the flattening of runway and runway environment);
- Absence of reference to instruments to support the visual segment;
- Failure to detect the deterioration of visual references; and,
- Failure to monitor the instruments and the flight path, while both crew members are involved in the identification of visual references.

The following table provides a summary of the various factors and conditions together with their effects on the pilot’s perception and unintended actions that may result in a hazardous situation:

Condition	Perception	Unintended Action	Result
Narrow / long runway	Being too high	Push	Land short / Land hard
Wide or short runway	Being too low	Pull	Land long / overrun
Runway or terrain uphill slope	Being too high	Push	Land short / Land hard

Condition	Perception	Unintended Action	Result
Runway or terrain downhill slope	Being too low	Pull	Land long / overrun
Bright runway lighting	Being too close (too steep)	Push	Land short / Land hard
Low intensity lighting	Being farther away (too shallow)	Pull	Land long / Overrun
Light rain, fog, haze, mist smoke, dust	Being too high	Push over	Land short / Land hard
Heavy rain	Being too close	Push over	Land short / Land hard
Entering fog (shallow layer)	Increasing pitch	Push over	Steep glide path / CFIT
Flying in haze	Being farther away (too shallow)	Pull up	Land long / Overrun
Drifting rain, snow or sand	Aircraft drifting sideways	Undue drift correction	Off-runway landing
Wet Runway	Being farther away (too high)	Late flare	Hard landing
Crosswind	Being angled with runway	Cancel drift correction	Drifting off track / off runway centerline

Table 1

Effects of Visual Illusions on Pilot's Perception and Actions

VI Prevention Strategies to Reduce the Effects of Visual Illusions

To lessen the effects of visual illusions, prevention strategies and lines-of-defense should be developed and implemented based on the following recommendations.

VI.1 Hazard Awareness

Operators should assess their exposure to visual illusions in their operating environment (i.e., over the entire route network).

Flight crews should be educated and trained on the factors and conditions creating visual illusions and their effects on the perception of the environment and aircraft position:

- Perception of heights / depth, distances, and angles;
- Assessment of aircraft lateral position and glide path.

The awareness of visual illusions can be supported by an identification of all **hazard-airports** and/or **hazard-runways** (in the operator's network) as a function of the available nav aids, visual aids and prevailing hazards.

VI.2 Hazard Assessment

Approach hazards – and any combination thereof – should be assessed for each individual approach, during the approach and go-around briefing, by reviewing the following elements:

- Ceiling and visibility conditions;
- Weather:
 - Wind, turbulence;
 - Rain showers;
 - Fog or smoke patches;
 - Drifting snow or sand;
 - Snow-covered terrain / runway (white-out phenomenon); and/or,
 - Sun height over horizon;
- Crew experience with airport and airport environment:
 - Surrounding terrain (i.e., texture); and/or,
 - Specific airport and runway hazards (runway condition, obstructions, black-hole, off-airport light patterns, ...);

- Runway approach and visual aids:
 - Type of approach;
 - Availability and location of DME with respect to runway threshold;
 - Let-down aid restriction, if any, such as glide slope unusable beyond a specific point or below a specific altitude;
 - Type of approach lighting system; and,
 - VASI or PAPI availability.

VI.3 Terrain Awareness

When requesting or accepting a visual approach, flight crew should be aware of the surrounding terrain features and man-made obstacles.

At night, an unlighted hillside between a lighted area and the runway threshold may prevent the flight crew from correctly perceiving the rising terrain.

VI.4 Flying Techniques

Type of approach

At night, when an instrument approach is available, prefer this approach to a visual approach to reduce the risk of accident caused by visual illusions:

- ILS approach, with use of VASI / PAPI (as available) for the visual segment; or,
- Non-precision approach, supported by a VASI / PAPI (as available).

If / when performing a step-down (i.e., dive-and-drive) non-precision approach, do not descend below the MDA(H) before reaching the visual descent / decision point (VDP) - if defined - even if adequate visual references have been acquired before reaching the VDP.

To prevent going too early to visual references and descending prematurely below the MDA(H), the PF should maintain reference to instruments until reaching the VDP. This provides further protection against visual illusions in hazard conditions.

During a visual or circling approach, if the VASI / PAPI indicates **below glide slope** level off or climb until the VASI/PAPI shows **on-glide-path**.

Flight path monitoring

Resist the tendency to pitch down and “duck under”; this is the greatest challenge during the visual segment of the approach, this includes:

- Pitching down into the approach light in an attempt to see the runway during a precision approach; or,
- Ducking under because of the impression of being too high when affected by visual illusions.

Maintain a combination of visual flying supported by monitoring of instruments (including the glide slope deviation during the visual segment of an ILS approach).

Monitor the VASI/PAPI, whenever available; this provides additional visual cues to resist the tendency to increase or decrease the rate of descent.

On runways equipped with an ALSF-II approach lighting system, be aware of the two rows of red lights aligned with the touchdown zone lights as an additional safeguard against “ducking under”.

The following provides a summary of the techniques available to counter visual illusions (and prevent from ducking under):

- Maintain instruments scan down to touchdown;
- Cross-check instrument indications against outside visual cues to confirm glide path;
- Use an ILS approach, whenever available;
- If no ILS approach is available, fly a constant-angle non-precision approach (CANPA) supported by the use of the Flight Path Vector / Flight Path Target (Director) or use the FMS FINAL APPR mode (as available);
- Use available references and indications such as the ND extended runway centerline, the ILS-DME (or VOR-DME) distance – or the FMS track distance to runway threshold - and the altitude above airfield elevation to confirm the glide path (based on a typically 300 ft-per-nm approach gradient); and,
- Use VASI / PAPI, if available, down to runway threshold (**only when using a 3-bar VASI or a PAPI**).

In summary, the main line-of-defense against visual illusions and disorientation is to use and rely on flight instruments.

VI.5 Coordination

The defined task sharing ensures a continued monitoring of visual and instrument references, throughout the transition to visual references and thereafter (i.e., during a visual approach or during the visual segment of an instrument approach).

In known or anticipated hazard conditions, the PNF should reinforce his / her monitoring of instrument references and of flight progress, for an effective cross-check and back-up of the PF.

Altitude and excessive-parameter-deviation callouts should be the same for instrument approaches and visual approaches, and should be continued during the visual segment (i.e., including glide slope deviation during an ILS approach or vertical speed deviation during a non-precision approach).

In case of a go-around, specific excessive-parameter-deviation callouts should be considered (as indicated in SOPs).

VII Summary of Key Points

The following critical keypoints need to be emphasized:

- Awareness of weather factors;
- Awareness of surrounding terrain and obstacles;
- Awareness and assessment of approach hazards (i.e., conditions that may result in visual illusions, such as "black hole");
- Adherence to defined PF/PNF task sharing for acquisition of visual references and for flying the visual segment; this includes:
 - Monitoring by PF of outside visual cues while transiently referring to instruments to support and monitor the flight path during the visual segment; and,
 - Monitoring by PNF of head-down cues for effective cross-check and back-up (i.e., for calling any excessive-parameter-deviation).

VIII Associated Briefing Notes

The following Briefing Notes complement the above discussion on the acquisition of visual references and on visual illusions:

- Standard Operating Procedures
- Conducting Effective Briefings
- Enhancing Terrain Awareness
- Acquisition of Visual References
- Flying Visual Approaches

IX Regulatory References

- ICAO – Preparation of an Operations Manual (Doc 9376).
- FAR 91.175 – Takeoff and landing under IFR – Paragraph (b), Loss of visual references.
- JAR-OPS 1 – Subpart E – All Weather Operations - 1.1430 – Aerodrome Operating Minima.
- JAR-OPS 1 – Subpart E – All Weather Operations - 1.435 - Terminology.

X Additional Reading Material

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

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

This Flight Operations Briefing Note (FOBN) has been adapted from the corresponding ALAR Briefing Note developed by Airbus in the frame of the Approach-and-Landing Accident Reduction (ALAR) international task force led by the Flight Safety Foundation.

This FOBN is part of a set of Flight Operations Briefing Notes that provide an overview of the applicable standards, flying techniques and best practices, operational and human factors, suggested company prevention strategies and personal lines-of-defense related to major threats and hazards to flight operations safety.

This FOBN is intended to enhance the reader's flight safety awareness but it shall not supersede the applicable regulations and the Airbus or airline's operational documentation; should any deviation appear between this FOBN and the Airbus or airline's AFM / (M)MEL / FCOM / QRH / FCTM, the latter shall prevail at all times.

In the interest of aviation safety, this FOBN may be reproduced in whole or in part - in all media - or translated; any use of this FOBN shall not modify its contents or alter an excerpt from its original context. Any commercial use is strictly excluded. All uses shall credit Airbus and the Flight Safety Foundation.

Airbus shall have no liability or responsibility for the use of this FOBN, the correctness of the duplication, adaptation or translation and for the updating and revision of any duplicated version.

Airbus Customer Services
Flight Operations Support and Services

1 Rond Point Maurice Bellonte - 31707 BLAGNAC CEDEX France

FOBN Reference : FLT_OPS – HUM_PER – SEQ 11 – REV 02 – SEP. 2005



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.

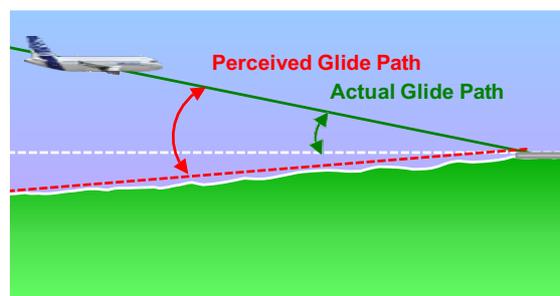
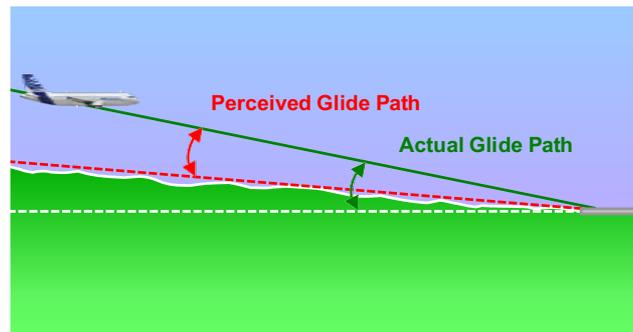


Figure 1: Effect of Terrain Up-hill Slope on Flight Path Perception

- 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.

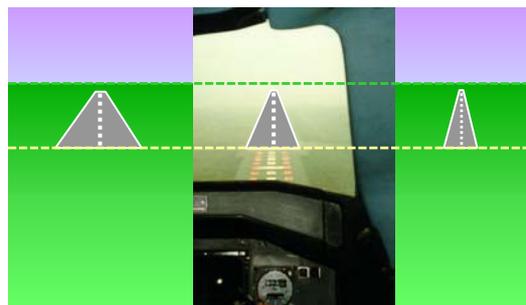


Figure 3

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>