

MEDECINE AÉRONAUTIQUE

DOCTEUR CHRISTIAN GOMEZ
Spécialiste en Médecine Aéronautique
Médecin agréé

ILLUSIONS SENSORIELLES

Selon une statistique américaine : en aviation légère, la désorientation spatiale par illusions sensorielles est responsable de 37% des accidents mortels (alors que, en aviation de transport, selon une statistique britannique, les illusions sensorielles sont responsables "seulement" de 12% des accidents).

Selon une expérience américaine : un pilote non qualifié aux instruments, malgré un équipement pour le vol sans visibilité, perd le contrôle de son avion en moins de 2 mn 30.

UNE ILLUSION SENSORIELLE EST DUE A UNE INSUFFISANCE OU UN CONFLIT D'INTERPRÉTATION DES INFORMATIONS SENSORIELLES DONT LE RESULTAT EST UNE PERCEPTION ERRONÉE DE LA POSITION ET DU MOUVEMENT DU CORPS DANS L'ESPACE QUI PEUT ABOUTIR A UNE DÉSORIENTATION SPATIALE

La position et le mouvement du corps dans l'espace sont perçus non seulement par les informations visuelles mais aussi par des informations vestibulaires et proprioceptives, de telles informations étant comparées à une représentation mentale acquise par l'apprentissage et l'expérience

L'HYPOXIE, LA DIMINUTION DE VIGILANCE, TOUT ETAT DE "NON FORME", ET LE MANQUE D'ENTRAINEMENT SONT DES FACTEURS FAVORISANTS D'ILLUSIONS SENSORIELLES

DANS TOUTE SITUATION DE RISQUE D'ILLUSIONS SENSORIELLES, LE PILOTE DOIT DONNER LA PRIORITE ABSOLUE AUX INSTRUMENTS

ILLUSIONS D'ORIGINE NON VISUELLE

Les illusions d'origine non visuelle sont responsables de 90% des désorientations spatiales

Les illusions d'origine non visuelle sont des illusions d'origine vestibulaire, avec ou sans composante proprioceptive, qui surviennent exclusivement

LORS D'UNE VISIBILITÉ INSUFFISANTE OU NULLE

La SENSIBILITÉ VESTIBULAIRE provient de récepteurs situés dans l'oreille interne, au niveau des canaux semi-circulaires et des otolithes :

- les **canaux semi-circulaires** permettent la perception des **accélérations angulaires** grâce à une activation de ses récepteurs par une substance liquidienne intra-canaulaire (activation par inertie)
- les **otolithes** permettent la perception des **accélérations linéaires** et de la **verticalité de la tête** (par perception de la gravité terrestre) et, de ce fait, permettent l'appréciation de la **résultante gravito-inertielle** par rapport au plancher de l'avion

Le système vestibulaire ne peut être activé qu'au-dessus de certains seuils d'accélération (une accélération inférieure au seuil de perception est dite infra-liminaire, et supra-liminaire lorsqu'elle est supérieure au seuil de perception) **et à la condition d'un temps suffisant d'application** : *par exemple, une accélération supra-liminaire de $2^\circ/s^2$ est perçue en 1 seconde alors qu'une accélération supra-liminaire de $0,5^\circ/s^2$ est perçue en 5 secondes*

La SENSIBILITÉ PROPRIOCEPTIVE provient de récepteurs situés au niveau des articulations, des muscles et de la peau : elle contribue, de façon très accessoire par rapport à la sensibilité vestibulaire, à l'appréciation de la résultante gravito-inertielle par la perception de l'inertie du corps aux mouvements de l'avion (le "pilotage aux fesses" ne peut et ne doit pas être considéré, même dans son approximation caricaturale, comme un moyen fiable d'informations)

La **sensibilité auditive** peut contribuer également à déterminer la position du corps par rapport à une source sonore (outre son rôle de renseignements sur l'environnement tel que l'avertissement de certaines dysfonctions de l'avion)

ILLUSION DE NON PERCEPTION DE ROULIS

Situation du vol déclenchant l'illusion

→ mise progressive en virage
par exemple, par inattention du pilote

Type d'illusion

→ **perception erronée de PERSISTANCE DE L'ASSIETTE PRECEDANT LE ROULIS**
le pilote ne perçoit pas la mise en virage

(l'accélération angulaire de la mise en virage est infra-liminaire)

Risques

SI LE PILOTE NE DONNE LA PRIORITE ABSOLUE AUX INSTRUMENTS

- en phase initiale : passivité du pilote

risque dit de virage engagé

le pilote ne s'aperçoit d'aucune modification de la situation du vol précédant le virage

→ augmentation progressive du virage → perte de portance

→ **descente de plus en plus rapide**

- en phase évoluée : manœuvre inappropriée de mise en cabré

le pilote, ne percevant que la sensation de descente, est fortement tenté de "corriger" sa perception erronée en mettant l'avion en cabré

→ aggravation de la perte de portance → **aggravation de la spirale descendante**

ILLUSION DE NON PERCEPTION DE TANGAGE

Situation du vol déclenchant l'illusion

→ mise progressive en montée ou descente
par exemple, par inattention du pilote

Type d'illusion

→ **perception erronée de PERSISTANCE DE L'ASSIETTE PRECEDANT LE TANGAGE**
le pilote ne perçoit pas la mise en tangage

(l'accélération linéaire de la mise en tangage est infra-liminaire)

Risques

SI LE PILOTE NE DONNE LA PRIORITE ABSOLUE AUX INSTRUMENTS

→ augmentation de l'angle de tangage → **contraintes excessives et ses conséquences**

→ **risques de percussion du relief ou du sol**

ILLUSION DE CESSATION DE ROULIS

Situation du vol déclenchant l'illusion

→ virage **prolongé** à vitesse constante

lorsque la mise en virage a été effectué avec une vitesse habituelle (rapide ou relativement rapide) et, de ce fait, a été normalement perçu par le pilote

Type d'illusion

→ perception erronée de **RÉTABLISSEMENT PROGRESSIF DE L'ASSIETTE
PRECEDANT LE ROULIS**

le pilote perçoit de moins en moins le virage puis n'en a plus aucune perception

(l'accélération angulaire initialement supra-liminaire devient progressivement infra-liminaire)

Risques

SI LE PILOTE NE DONNE LA PRIORITE ABSOLUE AUX INSTRUMENTS

→ le pilote est fortement tenté de "corriger" sa perception erronée, en créant ainsi une ou plusieurs **manœuvres inappropriées**

risque principalement de virage engagé

ILLUSIONS DE PERSISTANCE DE ROULIS

Situation du vol déclenchant l'illusion

→ retour **progressif** à un vol horizontal après une inclinaison latérale **rapide**
par exemple, lors d'une turbulence

Type d'illusion

→ perception erronée de **PERSISTANCE DU ROULIS PRECEDANT
LE RETOUR AU VOL HORIZONTAL**

le pilote ne perçoit pas le retour au vol horizontal

(l'accélération angulaire supra-liminaire de l'inclinaison latérale initiale reste stimulante puisque l'accélération angulaire suivante du retour au vol horizontal est infra-liminaire)

Risques

SI LE PILOTE NE DONNE LA PRIORITE ABSOLUE AUX INSTRUMENTS

→ le pilote est fortement tenté de "corriger" sa perception erronée, en créant ainsi une ou plusieurs **manœuvres inappropriées**

ILLUSIONS DE ROULIS OU TANGAGE OPPOSÉ

Situations du vol déclenchant l'illusion

- **situation 1**
→ redressement **rapide** après une mise **progressive** en virage
par exemple, redressement d'un virage dû à l'inattention du pilote
- **situations 2**
→ sortie d'un virage **prolongé** à vitesse constante
- **situation 3**
→ virage à vitesse constante avec dérapage
- **situation 4**
→ changement **brutal** d'angle de tangage
par exemple, brusque mise en palier après une montée ou une descente

Types d'illusion

- **situation 1, 2, 3**
→ perception erronée de ROULIS OPPOSÉ
 - **situations 1 et 2** : le pilote perçoit seulement le roulis de la manœuvre
(l'accélération angulaire de manœuvre est supra-liminaire, alors que l'accélération angulaire initiale est infra-liminaire dans la situation 1 ou devenue infra-liminaire dans la situation 2)
 - **situation 3** : le pilote perçoit seulement l'inertie du dérapage
(la résultante gravito-inertielle n'est plus perpendiculaire au plancher de l'avion)
- **situation 4**
→ perception erronée de TANGAGE OPPOSÉ
par exemple, perception erronée de descente lors d'une mise en palier après une montée
le pilote perçoit la manœuvre de façon excessive
(la manœuvre est beaucoup plus supra-liminaire que le tangage initial)

Risques

SI LE PILOTE NE DONNE LA PRIORITE ABSOLUE AUX INSTRUMENTS

- le pilote est fortement tenté de "corriger" sa perception erronée, en créant ainsi une ou plusieurs **manœuvres inappropriées**

Lors d'un DÉRAPAGE, la "correction" de la perception erronée de roulis opposé peut être responsable d'un DÉCROCHAGE

AUTRES ILLUSIONS

Effet de Coriolis

- **facteur déclenchant de l'illusion**
 - **mouvement rapide de la tête**
par exemple et classiquement, inclinaison de la tête en avant lors d'un virage prolongé
- **type d'illusion**
 - **perception erronée de BRUSQUE MODIFICATION DE SITUATION DE VOL**
dans l'exemple, perception erronée de roulis opposé
- **possibilité de vertige et/ou nausée, voire vomissement**

Illusions de montée, cabré ou piqué

- **illusion de MONTÉE** en cas de **virage prolongé avec ou sans rotation de la tête**
- **illusion de CABRÉ** en cas de **redressement lors d'une descente rapide**
- **illusion de PIQUÉ** en cas de **redressement lors d'une montée rapide**
- **illusion de CABRÉ ou PIQUÉ** en cas de **turbulence à effet vertical**
- **surestimation de l'angle de tangage** en cas de **forte accélération au décollage**

Illusion de vrille ou spirale inversée

- **situation du vol déclenchant l'illusion**
 - **sortie de la figure**
- **type d'illusion**
 - **perception erronée de FIGURE INVERSÉE**
- **risques**
 - SI LE PILOTE NE DONNE LA PRIORITE ABSOLUE AUX INSTRUMENTS**
 - le pilote est fortement tenté de "corriger" sa perception erronée, en créant ainsi une ou plusieurs **manœuvres inappropriées**

RISQUE DE PERCUSSION DU SOL PAR RÉ-ENTRÉE DANS LA FIGURE

ILLUSIONS D'ORIGINE VISUELLE

**Les illusions d'origine visuelle sont des illusions de la vision centrale et/ou périphérique qui surviennent
LORS D'UNE INSUFFISANCE DE REFERENCES EXTERIEURES
ET/OU DE LEURS VALEURS REFERENTIELLES**

La VISION CENTRALE permet la perception discriminative des formes (appréciation de leurs détails) et la perception des couleurs.

Le champs de la vision centrale étant très restreint (de l'ordre de 2° d'ouverture, ce qui correspond à un cercle de 3 cm au niveau du tableau de bord), une mobilité oculaire constante est indispensable afin de permettre un "**balayage**" constant de l'espace visuel disponible.

La VISION PÉRIPHÉRIQUE permet la simple détection des formes (non perception des détails), la perception des contrastes et du mouvement. Elle permet ainsi "d'attirer l'attention" de la vision centrale.

La vision périphérique est beaucoup plus sensible que la vision centrale aux faibles intensités de lumière. **En outre, elle sert de référence d'horizontalité**

L'acuité visuelle dépend non seulement du contraste de luminosité et de couleur mais aussi du temps d'exposition visuelle : l'acuité visuelle correspond au pouvoir discriminatif le plus fin pour un contraste maximum et ne peut être maximum que pour une exposition d'une seconde minimum.

Le délai de réponse décisionnelle est de l'ordre de 3 secondes.
par exemple, pour la reconnaissance et la trajectoire d'un aéroneuf :

- 1/2 seconde pour le traitement "isolé" de l'information visuelle
- 2 secondes 1/2 pour son interprétation en fonction des acquis de l'apprentissage et de l'expérience

ILLUSIONS DE SUR OU SOUS ESTIMATION DES DISTANCES

L'estimation des distances, au-delà de quelques dizaines de mètres, est le résultat d'une **reconstruction mentale de l'environnement à partir des informations visuelles et de la connaissance des règles de la perspective** (l'estimation des distances, grâce à la seule vision binoculaire, perd pratiquement toute pertinence au-delà de 100 mètres).

Causes de surestimation des distances

- **mauvaises conditions atmosphériques** : brume, brouillard, pluie...
- **faible contraste entre la piste et son environnement d'approche**
- **déclivité terrain d'approche / piste d'atterrissage**
 - terrain d'approche en pente montante / piste horizontal
 - terrain d'approche horizontal / piste montante
- **piste courte**
une piste courte paraît éloignée
- **piste large**
une piste large paraît plus courte, et de ce fait, éloignée
- **LORS D'UN VOL DE NUIT**
 - **piste insuffisamment éclairée**
 - **piste normalement éclairée avec un environnement d'approche sombre**

Causes de sous-estimation des distances

- **déclivité terrain d'approche / piste d'atterrissage**
 - terrain d'approche en pente descendante / piste horizontal
 - terrain d'approche horizontal / piste descendante
- **piste longue**
une piste longue paraît moins éloignée
- **piste étroite**
une piste étroite paraît plus longue, et de ce fait, éloignée
- **LORS DE L'ATTERRISSAGE**
 - **extrémité de la piste mal délimitée**
 - **piste gondolée**
- **LORS D'UN VOL DE NUIT**
 - **piste très éclairée**

ILLUSIONS DE VOL HORIZONTAL

en cas de fausse référence d'horizontalité (faux horizons)

- sol en pente légère et étendue
- LORS D'UN VOL DE NUIT : **succession de sources lumineuses**
souvent quelque soit leurs niveaux
(*par exemple, au niveau d'une crête montagneuse*)

en cas de perte de référence d'horizontalité

- **vol au dessus d'une formation nuageuse inhabituellement inclinée**
la face supérieure d'un nuage ou l'alignement d'une formation nuageuse peut être prise comme référence d'horizontalité
- **vol au dessus d'une zone d'arbres inhabituellement inclinés**
lors d'un vol en terrain montagneux arboré, à basse altitude, les arbres peuvent être pris comme référence de verticalité → une telle référence de verticalité est erronée lorsqu'il existe une angulation globale significative d'implantation

AUTRES ILLUSIONS

Illusions lors de certains conditions climatiques

- survol de sol enneigé ou de brouillard → risque de désorientation dit "white out"
- forte pluie → les sources lumineuses peuvent paraître dédoublées
- forte chaleur → les lignes droites peuvent paraître courbes

Illusions de mouvement relatif

- **situation du vol déclenchant l'illusion**
→ mouvement de plages lumineuses et sombres
- **description de l'illusion**
→ perception erronée de MOUVEMENT SYNCHRONE DE L'AVION

Illusions de mouvement d'un point lumineuse isolé

(LORS D'UN VOL DE NUIT)

- **situation du vol déclenchant l'illusion**
→ fixation prolongée du point lumineux (habituellement plus de 10 secondes)
- **type d'illusion**
→ perception erronée de MOUVEMENT LENT DU POINT LUMINEUX

Illusions de confusion de sources lumineuses

(LORS D'UN VOL DE NUIT)

- **situation du vol déclenchant l'illusion**

→ **survol d'une zone où les sources lumineuses sont clairsemées**
principalement lors du premier virage après décollage

- **type d'illusion**

→ **confusion des sources lumineuses du sol avec les étoiles**

le pilote est fortement tenté de considérer les sources lumineuses du sol comme des étoiles et, de ce fait, de les "mettre" dans la partie supérieure du champs visuel !

Illusions de fausse piste d'atterrissage

(LORS D'UN VOL DE NUIT)

- **situation du vol déclenchant l'illusion**

→ **alignement de sources lumineuses au sol**
par exemple, autoroute

- **type d'illusion**

→ **perception erronée de piste d'atterrissage**