

# **La désorientation spatiale liée aux appareils vestibulaires chez les pilotes**

## **(Spatial Disorientation Caused by Vestibular Organs in Pilots)**

**Col.ret. Dr med. Zbigniew Kaczorowski, Col.ret. Dr med. Marian Pawlik**

**Lt Col. Dr med. Roman Stablewski, Col.ret. Prof. Jan Nowicki**

Institut de Médecine Aérospatiale  
01-755 Varsovie, rue Krasniskiego 54  
Pologne

### **RÉSUMÉ**

Dans ce travail on a présenté les mécanismes de base de la désorientation spatiale causée par l'imperfection des appareils vestibulaires dans l'entourage spécifique des conditions de la désorientation spatiale chez des 20 pilotes observés à la Clinique Oto-laryngologique de IMA pendant 30 ans, qui ont révélés des incidents non conscients de la désorientation spatiale pendant le vol. 50 personnes du personnel aéronautique chez qui on n'observait pas de malaise suggérant la pathologie vestibulaire ainsi que des incorrections pendant le vol causées par la désorientation spatiale constituaient le groupe de comparaison.

Dans les deux groupes nous avons fait des tests ENG sur un appareil de la firme Tönnies-Jaeger. Aussi bien dans le groupe de contrôle nr I, comme dans le groupe nr II, après l'analyse du nystagmus spontané, l'examen du nystagmus positionnel et du nystagmus de position nous avons fait l'examen cinétique, selon le temps de l'examen, sous la forme du test selon Barany, le test accélération – décélération (A-D) ainsi que le test pendulaire sinusoïdal. Nous avons aussi fait le test calorifique quadruple avec la température de l'eau de 44 et de 27 degrés C. Nous estimions les résultats des tests dépendamment latence phase (Mpkwfocz.) et le nombre sommaire des coups (Siu.)

Dans les résultats des examens obtenus aussi bien dans le groupe de contrôle nr I comme chez les pilotes avec la désorientation spatiale - le groupe nr II, nous n'avons pas constaté de nystagmus spontané, positionnel et de position. Dans les examens avec des testes cinétiques dans le groupe de contrôle nous avons obtenu des résultats dans les limites de la norme - DP jusqu'à 20% et dans les examens calorifiques des résultats aussi corrects - CP et DP jusqu'à 20%.

Et dans les examens calorifiques chez les pilotes du groupe nr II - avec la tendance à la désorientation spatiale agrandie nous avons obtenu deux sous - groupes:

1. Les pilotes avec le handicap de la fonction d'un vestibule
2. Les pilotes avec la prédominance directrice de l'origine périphérique.

Dans le premier sous - groupe, composé de 7 personnes, le handicap de la fonction d'un vestibule sur la base Mpwfocz. ou Siu. était dans les limites de 20-46%, dans deux cas il y avait aussi la prédominance directrice dans les tests rotatifs.

Dans le deuxième sous - groupe, composé de 13 pilotes, on a constaté chez 9 d'eux la prédominance directrice de l'origine périphérique de 21 à 40%, chez 3 d'eux les résultats dans les limites 14-18%, et seulement chez 1 d'eux la prédominance directrice était très basse et elle était d'environ 10%.

Du groupe de 20 pilotes qui signalaient la perte de l'orientation spatiale, chez 16 d'eux on a constaté les résultats CP et DP au-dessus de la norme admissible, ce qui constitue 20% du groupe.

Cette analyse nous montre que des changements asymptomatiques du potentiel statique et d'action, causés par différentes raisons et le plus souvent pas précisés, peuvent constituer, dans les conditions extrêmes, la raison de la catastrophe aérienne.

Cela justifie le point de vue que les pilotes chez qui on constate le handicap de la fonction de l'appareil vestibule de plus de 20% devraient être temporairement exclus des vols. Nos examens montrent aussi que les résultats incorrects ne corrént pas toujours avec le niveau des symptômes de la désorientation spatiale constatée. Les résultats incorrects des examens ont le caractère passager; dans les examens successifs, plus tard, on obtenait des résultats dans les limites de la norme.

On ne peut pas exclure que l'entourage extrême et traumatisant des conditions de travail du personnel aéronautique auxquelles l'organisme de l'homme n'est pas adapté pourraient être la raison de l'existence de la déviation de l'état normal dans les résultats des examens ENG.

## INTRODUCTION

L'organisme humain n'est pas adapté au vol de manière philogénétique, car pendant le vol, l'homme est influé par des accélérations, variables s'il s'agit de la direction et de la grandeur, aux valeurs non – rencontrées dans la vie quotidienne. L'imperfection des structures décidant de l'orientation dans l'entourage, c'est – à – dire des appareils vestibulaires, de l'organe de la vision, du système des propriocepteurs, est l'expression de l'inadaptation. Au moment où le pilote reçoit des informations opposées de la part d'un de ces trois systèmes, il peut éprouver « une perte d'orientation de la position spatiale ». Sous ce terme nous pouvons comprendre la perte de la capacité d'estimer sa position réelle par rapport à la Terre et la perception correcte de la gravitation, les difficultés de la détermination de la position géographique, de la direction et de la vitesse du vol et de l'angle du détour de l'avion.

**De l'imperfection des appareils vestibulaires physiologiquement corrects décident quelques facteurs :**

- 1) L'endolymphe qui se déplace pendant les mouvement de la tête influence de façon efficace, uniquement les récepteurs qui se trouvent sur la surface parallèle à la direction du mouvement.
- 2) Le seuil de l'excitabilité des plus sensibles canaux semicirculaires horizontaux est de  $- 0,05^\circ/s^2$ , c'est pourquoi le mouvement de rotation de valeur inférieure de l'accélération angulaire n'est pas ressenti.
- 3) Il existe une dépendance disproportionnée entre la valeur de l'accélération angulaire et le temps exigé pour la reconnaissance du mouvement de rotation. Au moment de l'accélération  $0,5^\circ/s^2$  la conscience du mouvement de rotation a lieu en 0,5 seconde, et à l'accélération de  $0,25^\circ/s^2$  en 10 secondes.
- 4) Dans le cas des accélérations de grandes valeurs qui durent court, ont lieu, à cause d'une viscosité remarquable de l'endolymphe, des penchements de la coupole disproportionnement petits, ce qui peut être la cause de l'apparition d'informations faussement inférieures sur le mouvement existant.
- 5) Pendant une rotation prolongée il manque la possibilité de ressentir le mouvement de rotation stable à cause de la position de repos de la coupole.
- 6) Les organes otolithes ne sont pas capables de différencier la force de la gravitation de la force résultante pendant la présence simultanée des accélérations angulaires et linéaires.
- 7) On constate que le sentiment de l'écart du corps par rapport au pion, pendant le changement de la position de la tête de la position normale, devient de plus en plus pire.

**Il existe tout un rang de causes et de mécanismes de l'existence de la désorientation spatiale en raison de l'inadaptation de l'oreille humaine aux conditions particulières du vol.**

### **1) Vertiges de pression ( Pressure vertigo ).**

Les vertiges de pression sont caractéristiques et ont lieu proportionnellement souvent chez le personnel aéronautique, en conséquence de la soudaine ouverture de la trompe auditive pendant la différence de la pression entre le milieu de l'entourage et la cavité de l'oreille moyenne. Ceci a lieu dans le cas de non - obstruction handicapé des trompes auditives, lors du vol avec le changement de la hauteur et surtout pendant l'abaissement. La soudaine ouverture de la trompe et le soudain changement de pression dans l'oreille moyenne déterminent le passage violent de l'endolymphe en provoquant le nystagmus non – fondé à cause du manque de l'accélération accompagnante. Cette situation peut créer une désorientation spatiale – l'impression du mouvement apparent.

### **2) Vertiges dans l'état d'appesanteur ( Vertigo in weightlessness ).**

L'état d'appesanteur pendant les vols autour de la Terre produit des conditions particulières pour le système d'équilibre. Le manque de la force de la gravitation de façon particulière stimule les organes otolithes en provoquant une sensibilité redoublée de l'épithélium sensitif des canaux semicirculaires avec toutes les conséquences sous forme de la maladie cosmique, de perturbations de la coordination des yeux, de la tête et du corps, de la diminution de la tension des muscles. Ceci provoque l'apparition de l'illusion du caractère de la chute au devant, du ressentiment fautif des accélérations agissantes dans la direction opposée, l'illusion de la position la tête à l'envers.

### **3) Illusions somato – rotatives ( Somatogyral illusion )**

Les illusions sensorielles résultant de l'imperfection des canaux semicirculaires à la perception de la vitesse angulaire stable ce sont « *le mouvement rotatif mortel* » ( *graveyard spin* ) dans la vrille et la « *spirale de la mort* » ( *graveyard spiral* ). La menace dans le mouvement rotative dans la vrille et dans la spirale a lieu au moment où pendant un long exercice de ces mouvements on arrive à équilibrer le mouvement de l'endolymphe avec le mouvement rotatif, ce qui élimine le ressentimnt du mouvement rotatif. La sortie de ces manèbres cause le sentiment du mouvement rotatif dans la direction opposée malgré le fait que les instruments de bord informent sur le vol rectiligne. L'essai de la correction du vol uniquement à base des sentiments subjectifs amène à une nouvelle entrée dans un manèbre identique non – planifié, qui

peut avoir une fin tragique. On peut prévenir la catastrophe en faisant une correction basant sur un point sûr d'orientation visuel ou à base des données des instruments de bord.

#### **4) Désorientation résultant de l'action des accélérations Coriolis ( Coriolis illusion ).**

L'effet important résultant de l'activation des organes vestibulaires pendant le vol c'est le phénomène de Coriolis, quand apparaît un mouvement qui se compose du mouvement rotatif et du mouvement linéaire coexistant dans le même temps.

L'effet Coriolis ( Ecor ) est directement proportionnel à la vitesse linéaire stable du système qui est soumis au mouvement ( W1 ), de la vitesse angulaire supplémentaire du mouvement rotatif ( W2 ) et du temps de leur fonctionnement ( t ).

$$Ecor = W1 \times W2 \times t$$

Le résultat de ceci c'est le ressentiment du mouvement sur une nouvelle surface où n'existe pas le mouvement réel. Dans le cas de grandes vitesses d'avions modernes même un tout petit mouvement de la tête, causé par les mouvements de respiration, peut contribuer à la perturbation de l'orientation spatiale en résultat de l'effet Coriolis.

#### **5) Illusion somato – gravitationnelle ( Somatogravic illusion ).**

Les ressentiments fautifs de la position du corps par rapport à la force de la gravitation et à l'orientation concernant le plafond du vol sont soumis aux informations contraires des domaines des canaux semicirculaires, des otolithes et des propriorécepteurs au ressentiment précis des accélérations linéaires positives et négatives et des accélération angulaires.

Cela résulte du fait que ce qui est senti le plus c'est la résultante des forces en action et non des vecteurs ( force de la gravitation, force centrifuge, force d'inertie ).

##### **a) Perturbation de l'orientation au moment du changement de la vitesse.**

Une mauvaise évaluation de la position de l'avion peut avoir lieu pendant un vol rectiligne au moment d'un soudain changement de vitesse. La force résultante qui est produite, composée de force d'inertie et de force de la gravitation, est identifiée comme force d'attraction terrestre – cela est cause de l'illusion de montée /le nez vers le haut/ pendant l'accélération et de chute ( le nez vers le bas ) pendant le freinage.

##### **b) Perturbation de l'orientation pendant le détour de coordination.**

Le ressentiment fautif du mouvement rectiligne peut avoir aussi lieu pendant le manœuvre de détour de coordination de l'avion, quand la résultante de la force de la gravitation et de la force centrifuge se couvrent avec l'axe du pion par rapport au pilote. En effet de ceci il ne ressent pas le manœuvre du détour, car il ne reçoit pas les informations sur les accélérations angulaires et il identifie la résultante des forces en action avec la force de la gravitation.

#### **6) Illusion oculo – gravitationnelle ( Oculogravic illusion ).**

Pendant l'accélération linéaire sous l'influence de la force de l'attraction terrestre, ce qui n'est pas différencié par le labyrinthe, il y a un conflit entre les ressentiments somato – gravitationnels et les impressions visuelles informant sur le caractère du mouvement existant. On peut avoir l'illusion du déplacement des objets qui se trouvent dans le champ de vue de différentes directions. Cette illusion est image de la fonction des otolithes et n'est pas accompagnée ni par le nystagmus ni par des vertiges.

Les conséquences de différentes formes de désorientation spatiale dans l'aviation peuvent dépendre de la conscience de l'illusion éprouvée.

#### **On différencie deux types de désorientation:**

**Type I** – Désorientation dans le cas où le pilote de différentes raisons n'est pas conscient de l'incorrecte position de l'avion par rapport à ses propres sentiments.

**Type II** – Désorientation dans le cas où le pilote est conscient des sentiments incorrects et les confronte avec les données des appareils de bord.

Le type I paraît rarement et le plus souvent se termine par une catastrophe aérienne, car le pilote base sur les ressentiments subjectifs, n'essaye pas de retrouver la bonne position de l'avion. Cependant le type II de désorientation apparaît assez souvent, surtout pendant les vols sur les avions modernes. De convenables procédures, accentuées pendant le processus de formation des pilotes, permettent dans ce cas – là d'éviter une procédure incorrecte et de prévenir une catastrophe aérienne.

## L'OBJET DU TRAVAIL

L'objet du travail, c'est de présenter les cas de désorientation spatiale chez les pilotes observés dans la Clinique Otolaryngologique de l'Institut de la Médecine Aérospatiale dans les dernières trente années, chez lesquels nous avons constaté de petites irrégularités passagères grâce aux examens ENG.

## MATERIEL

Les examens electronystagmographiques des appareils vestibulaires ont été organisés dans 2 groupes de personnel aéronautique:

**Groupe I** ( de contrôle ) - 50 personnes du personnel aéronautique dans l'âge de 25 à 50 ans. Chez les pilotes de ce groupe il n' y avait ni perturbations suggérant une pathologie vestibulaire ni perturbations lors des vols qui pouvaient être conséquence d'une désorientation spatiale.

**Groupe II** – 20 membres du personnel aéronautique dans l'âge de 21 à 47 ans, qui ne déclaraient pas de perturbations du domaine des appareils vestibulaires dans la vie quotidienne, mais pendant le vol il y avait chez eux des troubles de perte du positionnement spatial et, à cause des problèmes qu'ils déclaraient ou à cause des fautes comises, ils ont été soumis à un contrôle à l'Institut de la Médecine Aérospatiale.

## METHODES D'EXAMEN

Les examens ont été menés sur un appareil informatisé ENG de la société Tönnies – Jaeger. Aussi bien dans le groupe I comme dans le groupe II, après l'analyse du nystagmus spontané avec les yeux ouverts et fermés, après l'examen du nystagmus positionnel dans 6 positions et du nystagmus de position, nous avons effectué un examen cinétique dépendant de la période des examens sous forme de : test selon Barany au freinage de 90°/s, le test accélération – décélération ( A – D ) avec l'accélération négative et positive 5°/s<sup>2</sup> avec la vitesse de rotation stable 60°/s et le test pendulaire au changement sinusoidale du stimulant, au plein temps du cycle de la rotation 30 secondes avec une maximale vitesse angulaire 90°/s. Nous avons effectué aussi dans les deux groupes un test calorifique quadruple avec la température de l'eau de 44° et de 27°C.

Dans le cas de doutes diagnostiques nous avons organisé des tests centraux : des test symphysaires et de conduite et des tests opto-cinétiques.

Suivant le genre de test nous avons estimés les résultat à base de la vitesse angulaire maximale de la phase lente du nystagmus ( Mpkwfocz.), de l'amplitude, de la fréquence, du nombre sommaire des coups ( Siu. ) et du type de la réaction opto-mouvementée.

## RESULTAT DES TESTS

Dans les résultats des tests, aussi bien dans le groupe I que parmi les pilotes avec les perturbations d'orientation spatiale – groupe II, nous n'avons pas constaté de nystagmus spontané, positionnel et de position.

Pendant les examens à base des essais cinétiques, dans le groupe de contrôle, nous avons obtenu un résultat dans les limites de la norme – DP jusqu'à 20%, et dans les tests calorifiques aussi des résultats corrects – CP et DP jusqu'à 20%.

Cependant pendant les tests calorifiques chez les pilotes du groupe II – avec la tendance à une désorientation spatiale excessive nous avons reçu deux sous – groupes :

**1 ) Les pilotes avec le handicap de la fonction d'un vestibule.**

**2 ) Les pilotes avec la prédominance directrice de l'origine périphérique.**

Dans le premier sous – groupe ( tableau 1 ), composé de 7 personnes, le handicap de la fonction d'un vestibule déterminé à base des valeurs les plus corrélatives – Siu. et Mpwfocz. était dans les limites 20-46%, dont dans 2 cas coexistait aussi la prédominance directrice dans les tests rotatifs. Dans le tableau nous avons aussi décrit les perturbations qui ont eu lieu pendant le vol.

Dans le second sous – groupe ( tableau 2 et 2a ), comptant 13 pilotes, chez 9 nous avons constaté la prédominance directrice d'origine périphérique de 21 à 40%, aussi à base de Siu. et Mpkwfocz.; chez 3 pilotes les résultats étaient dans les limites 14 – 18% et seulement chez 1 personne la prédominance directrice était très basse et elle a atteint environ 10%. Dans ces tableaux nous avons présenté les troubles qui ont eu lieu chez les examinés pendant les vols.

La corrélation des résultats incorrects dans les tests rotatifs et dans les tests calorifiques a eu lieu dans 4 cas, chez 3 personnes examinées la prédominance directrice dans les essais cinétiques était plus grande que dans les tests rotatifs et a constitué la base pour l'estimation des examinés.

### ANALYSE DES RESULTATS

Dans le groupe de 20 pilotes qui ont informé de la perte de l'orientation de la position spatiale, chez 16 d'eux on a constaté des résultats CP et DP dépassant la norme admissible, ce qui constitue 80% du groupe et est la preuve de l'existence dans leur cas de la désorientation spatiale d'origine vestibulaire. Il faut en conclure que dans le groupe des 4 autres personnes ( 20% ), chez lesquelles on n'a pas constaté d'écart de norme dans les examens ENG, les causes de désorientation spatiale étaient probablement de nature psychologique.

De cette analyse résulte que les changements asymptotiques du potentiel statique et d'action des appareils vestibulaires, causés par différentes raisons et le plus souvent pas précisés peuvent constituer, dans des conditions extrêmes, des symptômes de perte de position aérienne et peuvent être raison d'une catastrophe aérienne. Cela justifie le point de vue que les pilotes chez lesquels on trouve le handicap de la fonction de l'appareil vestibulaire de plus de 20% devraient être temporairement exclus des vols.

Ces examens montrent aussi que les résultats incorrects ne corrèlent pas toujours avec le niveau des symptômes de la désorientation spatiale constatée. Les résultats incorrects des examens ont un caractère passager. Dans les examens successifs, plus tard, on a reçu des résultats ENG dans les limites de la norme.

On ne peut pas exclure que l'entourage extrême et traumatisant des conditions de travail du personnel aéronautique auxquelles l'organisme de l'homme n'est pas adapté pourraient être la raison de l'existence de la déviation de l'état normal dans les résultats des examens ENG.

### CONCLUSIONS

- 1) Parmi le personnel aéronautique sporadiquement on retrouve des cas asymptotiques d'asymétrie vestibulaire ou de prédominance directrice qui se manifestent sous forme de désorientation spatiale dans des conditions extrêmes de vol.
- 2) Dans le groupe des pilotes observés à cause de désorientation spatiale chez 80% nous avons constaté des résultats dépassant la valeur 20%DP dans les essais cinétiques ou CP ou DP dans les examens calorifiques, pendant que dans le groupe de contrôle les résultats obtenus étaient dans les limites de la norme.
- 3) Les pilotes chez lesquels on a constaté le handicap de la fonction de l'appareil vestibulaire dépassant 20% devraient être temporairement exclus des vols.
- 4) Il faut qualifier pour les vols dans des conditions difficiles ( nuit, mauvaises conditions atmosphériques ), avec beaucoup de précaution, les pilotes avec le handicap de la fonction de l'appareil vestibulaire même dans les limites 15 – 20%.
- 5) Les valeurs des résultats incorrects des examens ne corrèlent pas toujours avec les symptômes de désorientation spatiale constatée.
- 6) Les résultats incorrects des examens peuvent avoir caractère passager, dans des examens successifs, plus tard, on a reçu des résultats dans les limites de la norme.

**Tableau 1. Pilotes avec le handicap de la fonction d'un vestibule.**

|   | <b>Anomalies ayant lieu pendant le vol</b>   | <b>Handicap de la fonction du vestibule</b>   |
|---|--|---|
| 1 | Pilote, 31 ans, effectue des vols sur Mig – 21<br>Sentiment d'incertitude dans l'air ; crainte envers les vols pendant la nuit.  | - droit<br>Siu - Mpkwfocz.<br>A – <b>32.6%</b> <b>46.0%</b>   |
| 2 | Pilote, 43 ans, effectue des vols sur Mig – 21<br>Sentiment d'incertitude dans l'air, surtout lors des vols pendant la nuit.   | - gauche<br>Siu - Mpkwfocz.<br>A – <b>28.7%</b> <b>34.9%</b><br>B – <b>25.6%</b> <b>21.1%</b><br>D – <b>21.2%</b> --- |
| 3 | Navigateur, 43 ans, effectue des vols sur Mi – 2<br>Pendant les vols, dans les moments de mouvements violents de tête il avait le ressenti du passage de l'horizon vers le côté droit.   | - gauche<br>Siu - Mpkwfocz.<br>A – <b>35.7%</b> <b>34.6%</b><br>B – <b>25.3%</b> <b>21.6%</b>                         |
| 4 | Aspirant, 21 ans, en formation aérienne.<br>Crainte envers les vols; sentiment d'incertitude dans l'air.   | - gauche<br>Siu - Mpkwfocz.<br>A – <b>28.1%</b> <b>39.5%</b>  |
| 5 | Pilote, 39 ans, effectue des vols sur TS – 8 Iskra.<br>Pendant le vol il a le sentiment du penchement de l'avion sur l'aile gauche. En plus le pilote a l'impression de la rotation de l'avion autour du pion vers le côté gauche. | - droit<br>Siu - Mpkwfocz.<br>A – 16.8% <b>20.9%</b>  |
| 6 | Pilote, 31 ans, effectue des vols sur Mig – 21<br>Informe de l'incertitude dans l'air. Pendant les vols de nuit l'atterissage n'est pas sûr.   | - gauche<br>Siu - Mpkwfocz.<br>A – 19.9% <b>20.9%</b><br>D – 18.1%    ---   |
| 7 | Pilote, 47 ans, effectue des vols sur An – 2<br>Pendant les vols, lors des manèuvres de détour, il avait l'impression d'un passage violent de l'horizon vers la direction opposée par rapport au détour en cours.                  | - droit<br>Siu - Mpkwfocz.<br>A – <b>23.6%</b> <b>23.1%</b>   |

A – résultats des essais calorifiques

B – résultats des examens rotatifs

C – résultats du test accélération – décélération

D – résultats du test pendulaire soutenu

Siu – nombre sommaire des coups

Mpkwfocz - la vitesse angulaire maximale de la phase lente du nystagmus

**23,1%** ( BOLD ) - résultats incorrects

**Tableau 2. Pilotes avec prédominance directrice d'origine périphérique.**

|   | <b>Anomalies ayant lieu pendant les vols</b>   | <b>Prédominance directrice du nystagmus</b>  |
|---|--|--|
| 1 | Pilote, 37 ans, effectue des vols sur Lim – 6.<br>Pendant les vols sans visibilité de la terre ( pendant la nuit, dans les nuages ) il ressent des penchements de l'avion vers le côté gauche. | - de côté gauche<br>Siu - Mpkwfocz.<br>A – <b>25.7%</b> <b>25.3%</b><br>C – 18.2%  |
| 2 | Pilote, 41 ans, effectue des vols sur An – 2<br>Sentiment d'incertitude pendant les vols dans les nuages ou les vols de nuit.  | - de côté droite<br>Siu - Mpkwfocz.<br>A – <b>20.6%</b> <b>23.6%</b>   |
| 3 | Pilote, 36 ans, effectue des vols sur Lim – 6.<br>Pendant le vol sentiment du penchement de l'avion sur l'aile gauche  | - de côté gauche<br>Siu - Mpkwfocz.<br>A – <b>20.8%</b> <b>20.5%</b><br>B – 13.6%     17.8%  |
| 4 | Pilote, 25 ans, effectue des vols sur Lim – 6.<br>Informe du sentiment de l'incertitude dans l'air.  | - de côté gauche<br>Siu - Mpkwfocz.<br>A – <b>26.5%</b> <b>30.1%</b><br>B – 17.1%     16.6%<br>C – <b>24.2%</b>                                |
| 5 | Pilote, 37 ans, effectue des vols sur Mig – 21<br>Dans des conditions atmosphériques difficiles ( dans les nuages ) inconsciemment il volait à rebours ( sens dessus – dessous )               | - de côté droite<br>Siu - Mpkwfocz.<br>A – 18.2%     17.6%<br>B – <b>30.5%</b> <b>20.6%</b><br>C – <b>29.8%</b> ---<br>D – <b>25.4%</b> ---    |
| 6 | Pilote, 42 ans, effectue des vols sur des avions de transport.<br>Informe du sentiment de l'incertitude dans l'air et a peur des vols de nuit.   | - de côté droite<br>Siu - Mpkwfocz.<br>A – <b>39.1%</b> <b>39.7%</b><br>B – <b>28.8%</b> 10.9%<br>C – <b>39.3%</b> ---<br>D – <b>20.1%</b> --- |

**Tableau 2a. Pilote avec prédominance directrice d'origine périphérique.**

|   | <b>Anomalies ayant lieu pendant le vol</b>   | <b>Prédominance directrice du nystagmus</b>  |
|---|--|--|
| 1 | Pilote, 30 ans, effectue des vols sur An - 2<br>Profil d'atterrissage incorrect avec penchement sur l'aile gauche.   | - de côté gauche<br>Siu - Mpkwfocz.<br>A – <b>22.6%</b> 18.1%<br>B – <b>25.8%</b> 18.3%<br>C – <b>39.5%</b>        |
| 2 | Pilote, 38 ans, effectue des vols sur Su - 20<br>Pendant les vols de nuit profil d'atterrissage incorrect avec penchement sur l'aile gauche.   | - De côté gauche<br>Siu - Mpkwfocz.<br>A – <b>23.7%</b> <b>21.6%</b><br>C – 17.1% ---                              |
| 3 | Pilote, 27 ans, effectue des vols sur Lim - 5<br>Informe sur le sentiment d'incertitude dans l'air.  | - De côté droite<br>Siu - Mpkwfocz.<br>A – <b>32.4%</b> <b>33.2%</b><br>B – <b>31.1%</b> 17.1%<br>D – <b>26.5%</b> |
| 4 | Pilote, 38 ans, effectue des vols sur des avions sanitaires.<br>Pendant les vols il a l'impression du passage de l'horizon vers le côté gauche.  | - De côté droite<br>Siu - Mpkwfocz.<br>A – 13.9% 14.2%   |
| 5 | Pilote, 41 ans, effectue des vols sur Lim - 6.<br>Pendant le vol, quand il tourne de façon maximale la tête il a le sentiment du renversement de l'avion sur le dos ; le sentiment du tonneau. | - De côté gauche<br>Siu - Mpkwfocz.<br>A – 16.4% 18.0%<br>C – 12.0%  |
| 6 | Pilote, 43 ans, effectue des vols sur Jak - 40<br>Pendant les vols de nuit profil d'atterrissage incorrect avec penchement sur l'aile droite.  | - De côté droite<br>Siu - Mpkwfocz.<br>A – 10.3% 11.5%<br>C – 9.0% ---   |
| 7 | Pilote, 38 ans, effectue les vols sur Lim - 6<br>Pendant les vols de nuit ( en prenant de la hauteur ) pendant le détour il a l'impression de faire des tonneaux vers la direction opposée.    | - De côté droite<br>Siu - Mpkwfocz.<br>A – 10.6% 17.1%   |