

P-311545 ①

AGARD-LS-187

AGARD-LS-187

# AGARD

ADVISORY GROUP FOR AEROSPACE RESEARCH & DEVELOPMENT  
7 RUE ANCELLE 92200 NEUILLY SUR SEINE FRANCE

AGARD LECTURE SERIES 187

## Visual Problems in Night Operations

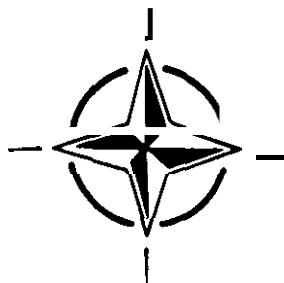
(Problèmes de Vision dans  
les Opérations de Nuit)

Processed / not processed by DIMS

.....signed.....date

**NOT FOR DESTRUCTION**

*This material in this publication was assembled to support a Lecture Series under the sponsorship of the Aerospace Medical Panel of AGARD and the Consultant and Exchange Programme of AGARD presented on 1st-2nd June 1992 in Madrid, Spain, 4th-5th June 1992 in Soesterberg, The Netherlands and 15th-16th June 1992 at Brooks AFB, TX, United States.*



**NORTH ATLANTIC TREATY ORGANIZATION**

Published May 1992

Distribution and Availability on Back Cover

**40th  
Anniversary  
Year**

## The Mission of AGARD

According to its Charter, the mission of AGARD is to bring together the leading personalities of the NATO nations in the fields of science and technology relating to aerospace for the following purposes:

- Recommending effective ways for the member nations to use their research and development capabilities for the common benefit of the NATO community;
- Providing scientific and technical advice and assistance to the Military Committee in the field of aerospace research and development (with particular regard to its military application);
- Continuously stimulating advances in the aerospace sciences relevant to strengthening the common defence posture;
- Improving the co-operation among member nations in aerospace research and development;
- Exchange of scientific and technical information;
- Providing assistance to member nations for the purpose of increasing their scientific and technical potential;
- Rendering scientific and technical assistance, as requested, to other NATO bodies and to member nations in connection with research and development problems in the aerospace field.

The highest authority within AGARD is the National Delegates Board consisting of officially appointed senior representatives from each member nation. The mission of AGARD is carried out through the Panels which are composed of experts appointed by the National Delegates, the Consultant and Exchange Programme and the Aerospace Applications Studies Programme. The results of AGARD work are reported to the member nations and the NATO Authorities through the AGARD series of publications of which this is one.

Participation in AGARD activities is by invitation only and is normally limited to citizens of the NATO nations.

The content of this publication has been reproduced directly from material supplied by AGARD or the authors.

Published May 1992

Copyright © AGARD 1992  
All Rights Reserved

ISBN 92-835-0676-6



Printed by Specialised Printing Services Limited  
40 Chigwell Lane, Loughton, Essex IG10 3TZ

# Preface

In this Lecture Series, the visual problems encountered during night operations are examined from several viewpoints. It is considered important to distinguish between three essential aspects of this question i.e. the functioning of the human visual system and the integration of this system with the other sensory systems, the technical systems designed to aid or temporarily replace night vision, and the operational use of such systems.

These different aspects are dealt with in a series of lectures given by speakers world renowned in their respective fields.

The first part of this publication concerns sensory systems.

Physical stimulation enters the eye. It conditions the uptake of visual information. In-depth knowledge of this stimulation is vital if we are to understand the limitations of night vision and the effects of the different operational systems on vision.

The processing mechanisms for visual data and the various visual functions are then developed and the limitations of the visual system are presented. The integration of vision and the other sensory organs is dealt with in a special chapter. It is in fact the integration of this multiplicity of data which produces the mental representation specific to any given situation. The situation which concerns us is indeed specific, since we are dealing with night flight. A whole set of spatial orientation mechanisms are required to adapt to this new situation. How then does the learning process take place?

The second part of the publication is technical

Night vision aids or substitutes are in common use today. During the recent conflict they were responsible for the success of a number of spectacular missions.

Obviously, we must make a distinction between aids and substitutes. Aids embody the need for adaptation to night vision.

Substitutes quite simply replace this night vision (the functional capacities of which are very limited compared with day vision) by a state which is close to photopic vision. It is close but it is not identical. In fact, substitute systems, whether in the form of night vision goggles or infra-red cameras provide the pilot with a degraded image. The colour disappears, the image is monochrome. The relatively low resolution causes difficulties in identifying targets or marks normally used during daylight hours. The field of vision is reduced to central and paracentral vision. The cut-off of peripheral vision may result in sensor deprivation, and difficulties of spatial orientation or localisation may be encountered. These phenomena will have a direct influence on the various major visual functions, visual acuity or contrast vision (vision of shapes) perception of relief etc.

How are we to integrate these devices into the cockpits of aircraft and helicopters? What are the technical limitations which pilots and physicians should be aware of? How are we to go about finding solutions for the future? These are just a few of the questions discussed in the different chapters.

The third part concerns operational use.

It is the task itself that we must analyse. What are the operational requirements of a pilot flying a night mission? Is night flight simply day flight performed under degraded conditions of visibility? Evidence of actual experience is provided by the pilot in the lecture series team.

These multiple facets are examined by means of a variety of approaches and sensibilities: physiologists, psychologists, pilots and ergonomists all make their contribution. It is from this wealth of points of view that the limitations of such systems will be deduced and solutions envisaged in technical and operational areas, as well as in the field of user training.

Doctor Jean-Pierre Menu  
Professor of Aerospace Physiology and Ergonomics  
Lecture Series Director

## Preface

Les problèmes visuels rencontrés dans les opérations de nuit sont abordés ici selon différents points de vue. Il est en effet important de dissocier trois aspects essentiels: le fonctionnement du système visuel humain et l'intégration de ce système avec les autres systèmes sensoriels, les systèmes techniques d'aide ou de suppléance à la vision nocturne, leurs utilisations opérationnelles.

Ces différents aspects sont présentés au cours de plusieurs conférences effectuées par des orateurs mondialement connus dont la notoriété n'est plus à faire dans leurs domaines respectifs.

Le premier volet concerne les systèmes sensoriels

La stimulation physique pénètre dans l'œil. Elle conditionne la prise d'informations visuelles. Une connaissance parfaite de cette stimulation est indispensable pour comprendre les limitations de la vision nocturne et les effets des différents systèmes opérationnels sur la vision.

Les mécanismes de traitement d'informations visuelles, les différentes fonctions visuelles sont ensuite développées. Les limitations du système visuel sont présentées. L'intégration entre la vision et les autres organes des sens fait l'objet d'un chapitre spécialisé. En effet c'est de l'intégration entre ces multiples informations que naît la représentation mentale spécifique à une situation. Or cette situation est bien particulière puisqu'il s'agit du vol de nuit. L'ensemble des mécanismes d'orientation dans l'espace doivent s'adapter à cette nouvelle situation, comment se fait l'apprentissage?

Le deuxième volet est technique.

Les moyens d'aide ou de suppléance à la vision nocturne sont de nos jours couramment utilisés. Lors du dernier conflit elles ont été à la base de la réussite de missions spectaculaires.

Il faut bien évidemment différencier les aides des suppléances.

Les aides conservent l'adaptation de la vision nocturne.

Les suppléances remplacent purement et simplement cette vision nocturne (dont les capacités fonctionnelles sont beaucoup plus faibles que la vision de jour) par un état qui se rapproche de la vision photopique. Il s'en rapproche mais il n'est pas identique. En effet les systèmes de suppléance, que ce soit les jumelles de vision nocturne, les caméras infra rouge, fournissent au pilote une image dégradée. La couleur a disparu, l'image est monochrome. La résolution relativement faible engendrera des difficultés d'identification de cibles ou de repères couramment utilisés en vision de jour. Le champ visuel est réduit à la vision centrale et paracentrale. L'amputation de la vision périphérique peut se traduire par une privation sensorielle et des difficultés d'orientation ou de localisation dans l'espace peuvent se manifester. Ces éléments retentiront directement sur les différentes grandes fonctions visuelles, acuité visuelle ou vision du contraste pour la vision des formes, perception du relief.

Comment intégrer ces moyens techniques dans les cockpits des avions, avions ou hélicoptères? Quelles sont les limitations techniques que pilotes et médecins doivent connaître? Comment peut-on envisager les solutions d'avenir? Autant de questions qui sont discutées au cours des différents chapitres.

Le troisième volet concerne l'utilisation opérationnelle

C'est la tâche elle-même qu'il faut analyser. Quels sont les besoins opérationnels du pilote en mission de nuit? Le vol de nuit est-il un vol de jour en conditions de visibilité dégradée? Des expériences vécues sont fournies par le pilote de l'équipe.

Ces multiples facettes sont traitées selon différentes approches et sensibilités: physiologistes, psychologues, pilotes, ergonomes apportent leurs expériences. C'est de la richesse des points de vue que seront extraits les limitations de tels systèmes et envisagés des solutions tant au niveau technique et opérationnel que de la formation des utilisateurs.

Docteur Jean-Pierre Menu  
Professeur de Physiologie et Ergonomie Aérospatiales  
Directeur Lecture Series

## Abstract

The aim of this Lecture Series is to provide the aeromedical specialist with a thorough understanding of the physiology of the visual system with particular concentration on the impact of the environment presented during night tactical air operations.

Methods to preserve, protect or enhance unaided night vision will be discussed

Information concerning visual performances with electro-optic devices derived from aeromedical research and field experiences will be detailed to provide the medical specialists, the engineers and operational pilots with appropriate understanding of these increasingly common operational tools.

This Lecture Series, sponsored by the Aerospace Medical Panel of AGARD, has been implemented by the Consultant and Exchange Programme.

## Abrégé

L'objet de ce cycle de conférences est de présenter aux spécialistes aéromédicaux un exposé complet de la physiologie du système visuel, tout en soulignant l'importance de l'impact du milieu ambiant lors des missions tactiques nocturnes.

Les méthodes proposées pour la protection ou l'amélioration de la vision de nuit naturelle seront discutées.

Des informations seront fournies sur les performances visuelles obtenues au moyen de dispositifs électro-optiques, avec des exemples issus de la recherche aéromédicale et de l'expérience opérationnelle, afin de permettre aux spécialistes médicaux, aux ingénieurs et aux pilotes de comprendre ces outils opérationnels qui sont de plus en plus sollicités.

Ce cycle de conférences est présenté par le Panel AGARD de Médecine Aérospatiale; et organisé dans le cadre du programme des Consultants et des Échanges.

# List of Authors/Speakers

Lecture Series Director: Prof. J.-P. Menu  
CERMA/CEV  
Base d'Essais en Vol  
Y 1228 Bretigny-sur-Orge  
France

## AUTHORS/SPEAKERS

Dr René Amalberti  
CERMA-CEV  
Base d'Essais en Vol  
9 1228 Bretigny-sur-Orge  
France

Colonel William E. Berkley  
Aircrew Training Research Division  
Arrnstrong Laboratory  
Williams AFB, Arizona 85240-6457  
United States

Prof. Herschel W. Leibowitz  
Dept. of Psychology  
614 Moore Building  
Pennsylvania State University  
University Park  
Pennsylvania 16802  
United States

Dr Lee H. Task  
Aeromedical Research Lab.  
Wright-Patterson AFB  
Ohio 45433  
United States

# Contents

	Page
Preface	iii
Preface	iv
Abstract/Abrégé	v
List of Authors/Speakers	vi
	<b>Reference</b>
Night Operations by W.E. Berkley	1
Aspects Physiques du Stimulus Visuel par J.-P. Menu	2
Perception in Flight: Shape and Motion Perception, Space Perception, Spatial Orientation and Visual Vestibular Interaction by H.W. Leibowitz	3
Paper 4 combined with Paper 3	
Les Images Mentales par R. Amalberti	5
Approche Multi-Senseurs pour le Vol de Nuit par R. Amalberti	6
Night Vision Devices and Characteristics by H. Lee Task	7
Cockpit/NVG Visual Integration Issues by H. Lee Task	8
Night Vision Goggle Illusions and Visual Training by W.E. Berkley	9
Bibliography	<b>B</b>



NIGHT OPERATIONS

William E. Berkley, Colonel, USAF, MC, CFS  
 Director, Night Vision Programs  
 Aircrew Training Research Division  
 Armstrong Laboratory  
 Williams AFB, Arizona 85240-6457

INTRODUCTION

Strategists have long sought to exploit the night in military operations, not only to avoid detection and as a means to defeat visually or optically aimed weapons, but also to deny the enemy an opportunity to rest or resupply his troops. With the advent of practical and effective imaging devices, true night war fighting capability has at last become a reality (as demonstrated in the recent Gulf War). It is safe to assume that night military operations will receive even more emphasis in the future. Current aviation activities range from basic single pilot helicopter operations with night vision goggles (NVGs) to complex missions utilizing a mix of highly sophisticated aircraft with multiple sensors, precise navigational capabilities and advanced weapons delivery systems.

BACKGROUND

Radar

The first "imaging device" employed in military aviation was a radar bombsight used extensively during World War II for strategic bombing. Quite crude by present standards, it did permit a non-precision delivery of bombs at night, or through cloud cover. Aircraft interception during darkness also began in World War II with the inception of air-to-air radar systems, which despite their limited capabilities, were used by both the Allies and the Luftwaffe with modest success.

Since the Second World War, radar systems, both air-to-ground and air-to-air, have been steadily improved and employed in a wide variety of strategic and tactical aircraft. Highly sophisticated radar systems are responsible for the majority of our present day all-weather capabilities.

Image Intensification

The earliest devices which provided "night vision" were the infrared (IR) sniper scopes, also of WW II. These devices, despite their various limitations, afforded the military a more or less covert night imaging capability for the first time. They had the disadvantage of requiring an infrared source for illumination (irradiation). This not only limited their effective range, but also made them easily detectable by an adversary equipped with a similar device.

A "first generation" (Gen I) image intensification device, the Starlight Scope, saw limited aviation service in the Viet Nam War, primarily in Forward Air Control (FAC) aircraft. These devices were capable of intensifying ambient illumination and did not require a separate source of infrared energy as had the WW II infrared scopes. However, they were hand held and much too large and heavy for effective cockpit use.

In the early 1970s, second generation (Gen II) night vision goggles (NVG) became available. Intended for ground troops, primarily truck and tank drivers, they were binocular in design, head

mounted and much smaller and lighter than the first generation devices. The first experimental attempts to exploit these NVGs for aviation occurred at least as early as 1971, but it was not until 1975 that their true potential was recognized and they were adopted for cockpit use.

The third generation (Gen III) NVGs appeared in the early 1980s. For the first time, a device (the AN/AVS-6 or ANVIS-6 goggle) was designed specifically for aviation (helicopter) use. These NVGs had a much improved helmet mount; provided better resolution and had considerably greater capability at lower light levels than Gen II goggles. Now available in a variety of different designs for different applications and aircraft types, the Gen III goggle is the current mainstay for military aviation.

Although initially used exclusively in helicopters, NVGs are now seeing service in all types of military aircraft. The first extensive combat experience with NVGs occurred during the Falklands War where they were employed by the British.

Night Vision Goggle Design Considerations

Although the ANVIS-6 is by far the most common goggle employed for aviation purposes, large numbers of Gen II devices are still in use and other NVGs have been designed for specific applications. Night vision goggles are classified as either Type I or Type II (Figure 1). The Type I NVG, typified by ANVIS (Figure 2), has "direct view" optics. The Type II design incorporates a folded optical pathway and utilizes a combiner block to present the image to the eye. The British made Cats Eyes are the most widely used Type II goggle (Figure 3).

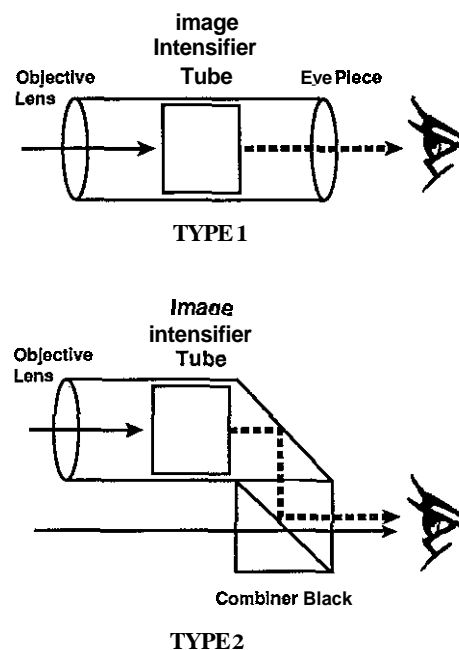


Figure 1. Types of Night Vision Goggles

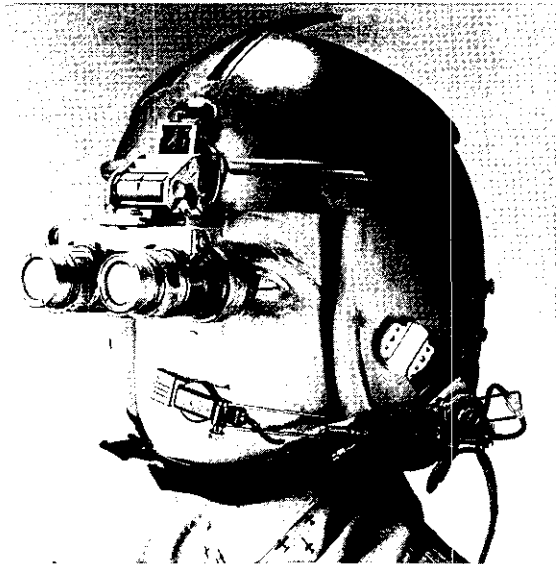


Figure 2. ANVIS-6 Night Vision Goggle

The Type II design was developed for fighterlattack aircraft to permit direct viewing of FLIR imagery presented in a Heads Up Display (HUD). This is desirable because it obviates any degradation of the FLIR picture by intensified imagery. However, a direct viewing capability is essential in some aircraft because the HUD is not visible with an NVG (a function of the wavelength of the HUD phosphor). Without the direct viewing capability, a pilot would be forced to look around his goggles to see the HUD.

Another important advantage of the Type II design is the fact that the combiner is not only relatively transparent, it is significantly smaller than the tube assembly and thus results in less obstruction of the unaided FOV (Figure 4). This particularly enhances the pilot's ability to see inside the cockpit to monitor essential flight instruments, an especially important feature in the high speed, highly dynamic flight regime of fighterlattack aircraft.

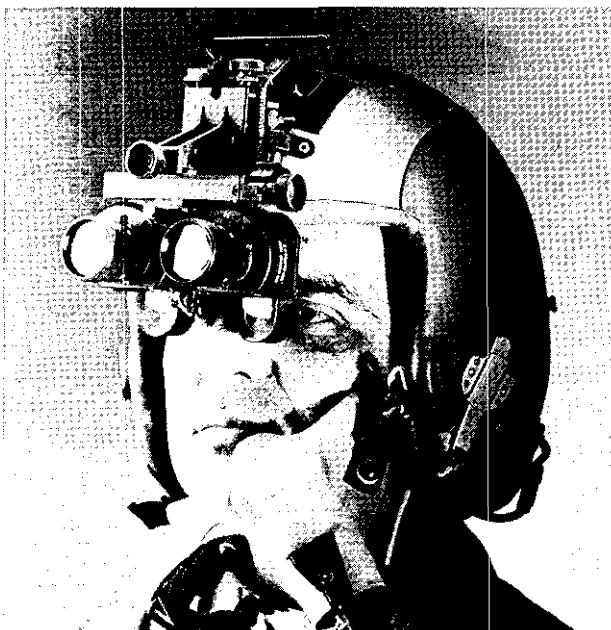


Figure 3. Cats Eyes Night Vision Goggle

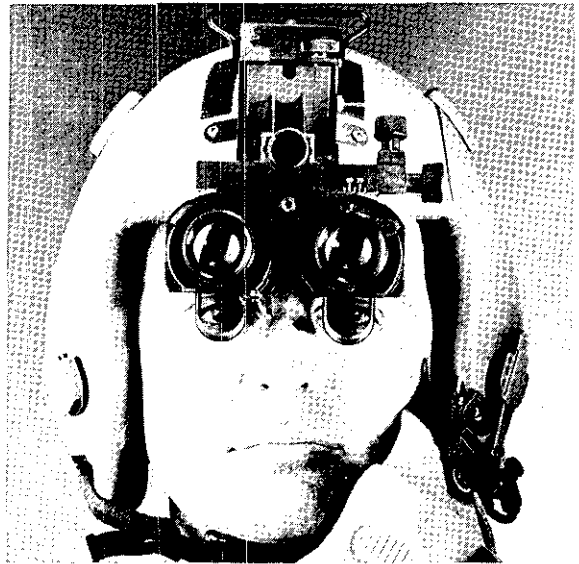


Figure 4. Unaided Field of View with Type II Design

#### Forward Looking Infrared

The other primary group of night imaging devices, forward looking infrared (FLIR), emerged during the Vietnam era and utilizes a completely different type of technology. NVGs image visible light and near infrared energy reflected from the surface of objects (reflective contrast). FLIR technology is based on the fact that all objects warmer than absolute zero emit "heat" in the form of infrared energy. The rate of emission, or radiation of this thermal energy differs depending upon the Composition of the object. A FLIR image is simply a computer generated picture based upon the differences in the rate of emission of infrared energy by the objects in the scene (thermal contrast).

FLIR is capable of discriminating between adjacent objects with temperature differences of as little as one degree, and can even differentiate objects of the same temperature if they emit energy at different rates. FLIR systems, like radar, are much larger and heavier than NVGs, necessitating that they be aircraft mounted as opposed to helmet mounted.

#### NVG/FLIR INTEGRATION

Because NVGs and FLIR are sensitive to energy of different wavelengths (visible light and near infrared of 0.6-0.9 microns for NVGs versus far infrared at 8-12 microns in the case of FLIR), and the atmospheric transmission of energy varies as a function of its wavelength, the two types of systems are complimentary. That is, each can function well under certain conditions in which the other does not. For instance, NVGs are much more effective in humid conditions, and FLIR is much more effective in conditions of smoke, haze or brownout. Having both systems is highly desirable because it affords a capability which is much greater than that provided by either system alone.

Newer FLIR designs (Gen 11 FLIR), have better resolution, incorporate smaller, less complex hardware and are sensitive to energy in the mid infrared range (3-5 microns), making them less affected by moisture.

## VISUAL CHARACTERISTICS OF NIGHT VISION DEVICES

Both NVGs and FLIR have monochromatic images and are limited in resolution and field of view, all of which constitute significant deficiencies when compared to normal day vision. For instance, monochromatic imagery obviates the use of color contrast, an important modality for object detection and recognition.

### Resolution

Although resolution can be described in a number of ways, visual acuity facilitates comparisons in operational terms and is the terminology that most people are familiar with. For purposes of this paper, resolution will be discussed in terms of Snellen acuity. Best visual acuity with NVGs is usually about 20/140, although more and more we see goggles capable of providing vision of at least 20/135. These levels of acuity are characteristic of relatively high levels of illumination (typically under controlled laboratory conditions), that are rarely achieved in the cockpit.

Not only are lower light levels more frequently encountered in actual operational conditions, but goggle acuity can also be adversely affected by incompatible sources of cockpit lighting and/or windscreen transmission losses. Even under laboratory conditions, goggle performance will be degraded enough to yield only about 20/80 vision at a light level equivalent to mean starlight. The resolution of most FLIR systems is theoretically comparable to that obtained with NVGs at higher illumination, but resolution varies depending upon display size and modality (e.g. heads up display versus cathode ray tube). Actual readability is affected by both display size and location. Some targeting systems with small fields of view are actually capable of resolution which permits acuity comparable to normal day vision.

It is important to remember that visual acuity of 20/140 is only one half as good as normal 20/20 day vision, but is five times better than the best unaided night vision (20/200 to 20/400 depending upon the illumination level). Although the vision afforded with NVGs or FLIR provides a significant enhancement in operational capability, the acuity provided does not permit the employment of true daytime tactics. This is because the limitations in resolution have an adverse effect on altitude, distance and depth perception, as well as target detection and identification ranges. For example, an object visible at 20 kilometers with 20/20 vision would not be seen beyond 10 kilometers with 20/140 vision or 5 kilometers with 20/80 acuity. Although obvious in this discussion, the effects of this limitation in vision are not readily apparent to the aviator during flight. This is a significant problem which will be described in some detail in a subsequent paper.

### Field of View

Currently available NVGs typically have a circular field of view (FOV) ranging from 30 to 40 degrees, with a maximum of 45 degrees. This is much less than the roughly 200 degree horizontal x 120 degree vertical FOV afforded by the unaided eye. Since spatial orientation is primarily a function of peripheral vision (the ambient visual system), the limited FOV of NVDs significantly affects this capability. To compensate for the deficient FOV, a pilot using NVGs must maintain an aggressive scan to increase the effective field of regard, thus enhancing situational awareness and

spatial orientation. However, the specific physiologic costs of this active scan include increased pilot task loading and physical fatigue.

The effect of limited FOV in fixed FLIR systems is especially bothersome. The image's relative small size (30 x 40 degrees or less) and immobility result in an effect not unlike that of having to fly the aircraft while looking through a keyhole. Thus with fixed FLIR, situational awareness can be quite impaired and the potential for spatial disorientation is markedly increased compared to normal day or NVG aided vision. However, even a fixed FLIR dramatically improves situational awareness when compared to unaided night vision.

Even though most fixed FLIRs can be slewed within modest limits, and turreted FLIRs have a wide field of regard, the operator can become quite disoriented because of the relatively small FOV of the image and the fact that the sensor may not be pointed in the same direction as the viewer's gaze. Head steered systems alleviate this problem, but are very complex and expensive in comparison to NVGs or fixed FLIR.

### Symbology Injection

The addition of symbology to depict essential flight information is currently being employed to a limited degree in the form of the so called NVG HUD (Heads Up Display). This device has met with limited success, primarily because it was fielded without adequate training for users or maintenance personnel. It also increases head supported weight, moves the center of gravity further forward and requires routing a relatively heavy and inflexible cable to the helmet. A potentially important effect of these devices is a tendency to produce slight minification of the terrain, increasing its apparent distance from the aircraft. This phenomenon has been observed with conventional aircraft HUDs as well, but the true significance has not yet been established. The extent, physiological mechanism and operational importance of this illusion are all currently under investigation.

## OPERATIONAL CAPABILITIES

The single most important contribution provided by night vision devices is a vast improvement in situational awareness and spatial orientation. This translates directly to the following operational capabilities:

1. Enhanced maneuverability. Permits terrain masking, terrain avoidance and threat response not possible with unaided night vision. Enables the use of tactics more nearly like those employed in daytime. NVDs are far superior to forward looking radar alone, even with automatic terrain following. Allow "nap of the earth" flight.
2. Enhanced navigation. Ability to "see" the terrain and visually identify landmarks.
3. Target acquisition and weapons delivery. Affords a capability to visualize the target area and employ tactics not otherwise possible at night. Significantly augments other weapons system capabilities.
4. Threat detection. The ability to see the surroundings and detect gunfire or missile launches can be dramatic.

5. Multi/mixed aircraft operations. Capability to employ multiple and dissimilar aircraft is significantly enhanced. Makes mission escort possible.

6. Night air-to-air operations. Capabilities are markedly expanded. Allows some degree of mutual support.

7. Covert operations. Devices are non-emitting.

#### OPERATIONAL LIMITATIONS

1. Visual meteorological conditions only. NVDs do not provide an all-weather capability (do permit under the weather operations).

2. Ambient illumination. Capability of NVGs without FLIR or other complimentary systems is limited in conditions of very low ambient light. Cultural lights, fires, flares, explosions and moon position all affect NVG employment/tactics.

3. Limited FOV and resolution. Direct effect on target acquisition/identification and weapons delivery capabilities.

4. Takeoff and landing restrictions. Potentially hazardous for aviators using NVGs in ejection seat aircraft.

5. Human limits. Although NVDs dramatically increase the aviator's situational awareness and overall capabilities in darkness, these advantages have also been employed to significantly expand the scope of night missions. The result is that even though the devices enhance our capabilities, night operations have simultaneously become increasingly demanding and complex. In fact, pilot task loading is often increased rather than decreased in NVD missions. Sensor integration and improved human factors designs are needed to reduce cockpit work loads and to make further advances in our capabilities.

#### NIGHT OPERATIONS

NVD aided night activities cover a broad spectrum ranging from very basic single ship, single pilot, NVG helicopter operations to highly complex missions which involve numerous aircraft of different types, equipped with a wide variety of "night systems." Although helicopter operations still comprise the majority of NVG utilization, NVGs, FLIR and/or radar systems are now employed, at least to a limited degree, in virtually every type of aircraft in the inventory. This includes all types of rotary wing, utility, transport, bomber and fighter/attack aircraft.

#### Helicopters

For all practical purposes there are no unaided night rotary wing operations in the US Military. Virtually every helicopter in the inventory, from the smallest and most basic to the largest and most complex, is flown with NVGs and/or FLIR. Complimentary systems include terrain following radar, sophisticated navigation systems (some with Global Positioning System), moving map displays and on board mission computers. Mission profiles range from nap-of-the-earth flight conducted a few meters above the ground, to heavy airlift (including slingload) operations, to highly dynamic attack missions. Airspeeds vary from 10 knots or less, to more than 150 knots (20 to 215 kilometers per hour). Sortie lengths can exceed 10 hours. Inflight refueling is routinely conducted by some organizations.

#### Fixed Wing, Multiengine Aircraft

This category includes everything from small utility aircraft to bombers and large transports. Many NVG missions flown in utility and transport aircraft are in support of various special operations. Systems are comparable to those found in the more sophisticated helicopters. Low level flights (100 to 200 meters) are commonly conducted. Airspeeds vary with the specific aircraft. Inflight refueling is often involved.

Bombers may fly particularly long missions, including low level segments which are NVG aided. Aircraft systems, altitudes, airspeeds and flight operations are essentially the same as for daytime flights.

#### Fighter/Attack Operations

Perhaps both the challenges and the benefits of NVG flight are greatest in the fighter/attack world. This is because of the very high airspeeds, highly dynamic and, at times, low altitude flight regimes characteristic of these operations. Both single and dual seat aircraft are employed. A "night attack system" as propounded by the US Navy includes NVGs, a FLIR with HUD display capability and a digital moving map. This is in addition to the usual radar, navigation and weapons delivery systems. Airspeeds typically vary from 240 to more than 500 knots (440 to 900+ kilometers per hour) at altitudes of several thousand meters down to 100 meters or less.

The enhancements in navigation, target acquisition, threat detection and maneuverability are particularly important to single seat pilots, for whom task saturation can be a serious problem, even during daytime. The ability to see the terrain and the resulting contribution to spatial orientation is particularly important during any phase of flight in which dynamic maneuvering is required.

#### CONCLUSIONS

Military aviation has literally been transformed by the introduction of night vision devices. The total impact of NVDs has probably been greater than that of any technological advance since the development of the jet engine. It is very likely that within only a few years, all nighttime military flying will be conducted with night vision devices.

It is not an exaggeration to state that the capability to conduct nighttime operations that is afforded by NVDs has literally revolutionized warfare. Certainly the Gulf War was a convincing demonstration of an overwhelming military advantage afforded by this technology. However, current devices are still relatively limited in performance and human interface characteristics.

A helmet mounted display providing terrain imagery and flight parameters plus a comprehensive off-boresight capability for ranging, navigation updates, targeting and weapons delivery would be highly desirable. As technology progresses, we should be able to expect significant gains in many performance characteristics, especially resolution and FOV, with systems of even smaller size and weight. Ultimately we should see multisensor systems with fused imagery presented in light weight, full color, helmet mounted displays.

With the inevitable advances of technology and our understanding of human factors, future systems with undreamed of capabilities should be realized.

## ASPECTS PHYSIQUES DU STIMULUS VISUEL

Jean-Pierre Menu

CERMA. département Ergonomie Aérospatiale

Base d'Essais en Vol

91228 Brétigny sur Orge

France

### Resume:

Les différents aspects physiques et psychophysiques du stimulus visuel sont envisagés. Il s'agit de définir le plus précisément possible la stimulation physique d'entrée dans le système visuel (nature des rayonnements, intensité lumineuse, couleur et organisation dans l'espace et le temps). Il est souvent difficile de dissocier l'aspect physique de l'aspect psychophysique. Ce dernier aspect traduit l'impact de l'aspect physique sur la prise et le traitement d'informations tout au long de la voie visuelle. Il est par conséquent important de définir le plus précisément possible le fonctionnement du capteur rétinien. Les mécanismes d'intégration d'informations seront décrits ultérieurement. La structure physique des images de plusieurs systèmes de suppléance à la vision nocturne est analysée.

### Introduction:

Comment définir, caractériser, quantifier, mesurer le stimulus visuel ? De quelles méthodes dispose-t-on pour évaluer les intensités lumineuses, les couleurs et surtout la structure d'une image complexe comme on en rencontre de jour comme de nuit et dans les appareillages de visualisation nocturne ?

Des rappels relativement simples doivent être effectués pour mettre en place les éléments les plus pertinents. Ce sont eux qui constitueront les bases physiques et psychophysiques sur lesquels retentiront tous les systèmes d'aide à la vision nocturne ou au vol de nuit. Nous reprendrons les plus utiles à une bonne compréhension de l'ensemble; la plupart ont déjà fait l'objet de multiples publications qu'elles soient relativement fondamentales (Marr 1982, Menu et Corbe 1991) ou plus appliquées au domaine de l'aéronautique (Boff et Coll, 1986, 1988).

### 1 Le rayonnement électromagnétique

L'ensemble des rayonnements électromagnétiques ou spectre (figure 1) est habituellement indiqué sous forme d'un axe en fonction des longueurs d'onde, depuis les plus courtes (rayons X) jusqu'aux plus élevées (infra-rouge, ondes radio).

Le rayonnement visible ne représente qu'une petite fenêtre ouverte dans l'ensemble de ces rayonnements; il

s'étend de 450 à 650 nm. Cette gamme de longueurs d'onde est appelée lumière. Elle stimule sélectivement le système visuel de l'homme.

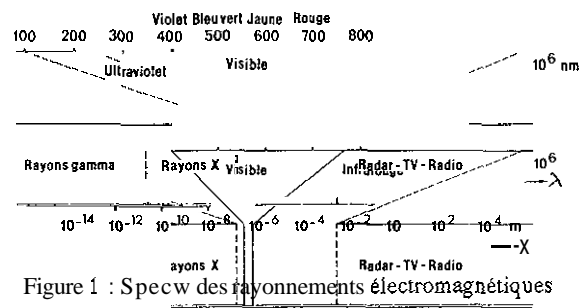


Figure 1 : Spectre des rayonnements électromagnétiques

En physique, deux théories existent pour caractériser les rayonnements électromagnétiques: une théorie de mécanique ondulatoire (rayonnement de longueur d'onde précise) et une théorie quantique, corpusculaire. Chacune de ces deux théories peut être utilisée alternativement en fonction des besoins.

La théorie ondulatoire est habituellement la plus employée au niveau du système visuel. La théorie corpusculaire n'est utilisée que pour la transduction d'énergie au niveau des photorécepteurs. La théorie quantique est basée sur l'existence de photons dont l'énergie est donnée par l'expression:  $h \times \nu$ .  $h$  est la constante de PLANCK et  $\nu$  la fréquence de la radiation.

Plusieurs questions se posent quant à l'analyse de ces rayonnements par le système visuel.

Comment l'ensemble du système visuel analyse-t-il et intègre-t-il l'énergie du rayonnement incident ?

Comment peut-il également prendre en compte la longueur d'onde et la traduire sous forme de couleurs ?

Pour répondre à ces deux questions il convient d'envisager le passage d'un domaine physique à un domaine psychophysologique.

Le domaine physique est celui de la radiométrie; celui de la psychophysologie est celui de la photocolorimétrie. Chez l'homme le passage du premier domaine au second est réalisable en introduisant la fonction de transfert globale du système visuel face à ces rayonnements de différentes

longueurs d'onde. En effet, l'efficacité du système visuel n'est pas la même pour les différentes longueurs d'onde.

Il faut, avant tout, définir les termes de radiométrie et de photométrie. Ces différents termes sont indiqués sur le tableau I avec leurs unités et la correspondance des uns aux autres dans les domaines respectifs.

**2 Anatomohistologie de la voie visuelle**

Il est essentiel pour bien comprendre à quoi correspond un stimulus visuel de mettre en place les éléments du capteur en précisant ce qu'ils peuvent analyser.

Le capteur de la lumière est situé au niveau de la rétine, après que celle-ci ait traversé les milieux transparents de l'œil.

Une coupe histologique de la rétine met en place les éléments constitutifs (figure 2).

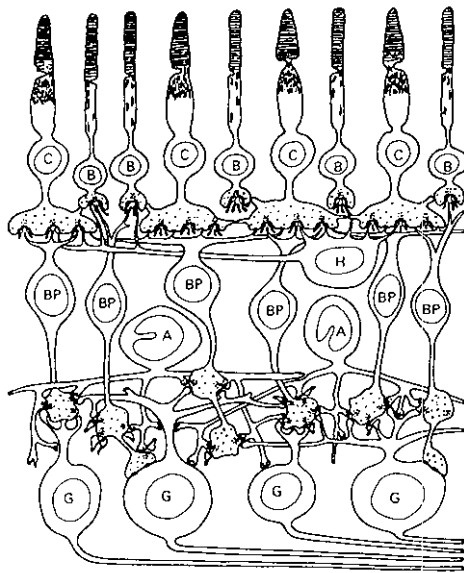


Figure 2 : Coupe histologique de la rétine

Seul l'aspect fonctionnel de l'ensemble doit être abordé. Les photorécepteurs sont les cellules spécialisées dans la transduction, transformant une énergie physique liée au rayonnement lui-même en une énergie électrique, les potentiels d'action. Les canes et les bâtonnets ont non seulement des sensibilités aux longueurs d'onde différentes, mais aussi des sensibilités différentes en énergie (les bâtonnets dont les articles externes sont plus longs, captent plus de photons que ceux des canes). La densité et la répartition des cônes et des bâtonnets est également différente avec l'excentricité rétinienne: les canes ont une densité maximale en vision centrale: les bâtonnets ont une densité maximale vers 10 à 20 degrés d'excentricité (Figure 3).

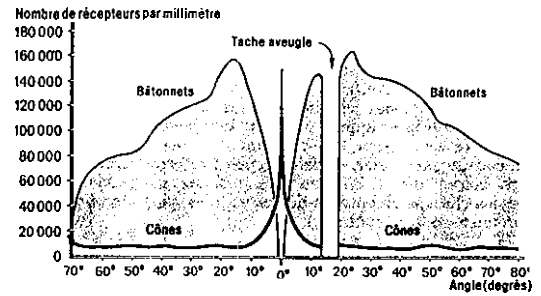


Figure 3 : Densité des photorécepteurs avec l'excentricité

Ces différences histologiques auront un retentissement sur les fonctions visuelles. Les photorécepteurs n'assurent pas uniquement la prise d'information initiale, mais déjà un codage et un premier traitement de l'information captée (le fait d'être sensible à une longueur d'onde et non à une autre est déjà en soi un premier traitement et codage d'information).

Les deuxièmes cellules intéressantes pour le traitement d'information au niveau de la rétine sont les cellules ganglionnaires. Ce sont leurs axones qui constituent les fibres du nerf optique.

Les cellules ganglionnaires véhiculent les influx nerveux transmis par un nombre plus ou moins important de cellules bipolaires et par conséquent de photorécepteurs. Le nombre de photorécepteurs et la région de l'espace pour laquelle une cellule ganglionnaire répond est appelée champ récepteur de cette cellule ganglionnaire. Leur taille est variable avec l'excentricité rétinienne. Les champs les plus petits sont situés en vision centrale. Plus l'excentricité rétinienne augmente, plus les champs récepteurs sont étendus. Il s'agit alors d'une intégration spatiale d'informations: les champs les plus grands intégreront la lumière dans l'ensemble du champ. L'excitation de la cellule ganglionnaire n'aura lieu que si un pourcentage ou une répartition cohérente dans ce champ a été réalisé.

En fonction de leurs caractéristiques histologiques et électrophysiologiques et à partir des études de neurophysiologie menées sur l'animal, plusieurs types de cellules ganglionnaires doivent être distinguées: cellules de type X, Y ou W. Leurs propriétés respectives sont indiquées dans le tableau 2.

	Type X	Type Y	Type W
Réponses	Linéaire Tonique -	Non linéaire Phasique -	
Localisation rétinienne	Centrale	Ubiquitaire	Fovéate
Taille du champ récepteur	0,25°	4°	0,25°
Vitesse de conduction	15 à 23 m/s	30 à 40 m/s	2 à 18 m/s
Projection corticale	Uniquement sur aire 17	Sur aire 17 et aire 18	

Tableau 2 : Propriétés des cellules ganglionnaires

Ce tableau présente de manière très synthétique et par la même sûrement excessive l'ensemble des caractéristiques que différents auteurs ont pu isoler. Sur un plan psychophysique, avec Tolhurst deux systèmes de transmission de l'information peuvent être différenciés: un système tonique et un système phasique.

Le canal tonique aurait comme support la voie utilisant les cellules de type X. Il prédomine en vision centrale et intervient pour beaucoup dans la discrimination fine des objets.

Le canal phasique aurait les cellules de type Y pour support neurophysiologique. Il est prépondérant en vision paracentrale et périphérique. Son rôle serait de détecter l'apparition d'un événement nouveau dans la partie la plus périphérique du champ visuel. Le mouvement, en particulier par sa composante dynamique, est l'attribut du monde physique le plus pertinent.

Ainsi dès les cellules ganglionnaires, organisées en voies ou systèmes spécifiques, l'information extraite par les photorécepteurs est déjà mise en forme. Le traitement initial a débuté dès ce niveau considéré autrefois comme périphérique. Cette mise en forme est essentielle pour l'ensemble des grandes fonctions visuelles que sont la vision des détails, la vision des couleurs...

Après les relais dans les structures les plus profondes du tronc cérébral, des voies directes véhiculent les influx nerveux vers les aires cérébrales visuelles primaires. Au niveau des aires associatives, des projections des autres systèmes sensoriels conjuguent leurs informations. Au delà, même si des travaux de neurophysiologie sur la mémorisation des événements ont montré l'intervention de structures cérébrales profondes, les données objectives dont on dispose à l'heure actuelle sont encore limitées. On retrouve là encore l'opposition entre théories localisacionniste et connectionniste. Les travaux les plus récents remettent même en question complètement ces localisations de la mémoire (Rosenfield 1988). Seules des techniques de psychologie cognitive proposent un modèle fonctionnel des étapes ultérieures du traitement d'information.

Dans l'exécution d'une tâche précise, seule une zone relativement limitée de la mémoire globale est activée, la mémoire de travail. Les informations contenues dans cette sous-partie de la mémoire ne sont accessibles qu'au moyen de techniques particulières de psychologie cognitive. L'expertise extrait les connaissances et leurs règles d'utilisation pour une tâche particulière (Spérando-1984).

### 3 La photométrie

La photométrie traduit la sensibilité du système visuel à l'énergie véhiculée par chacune des différentes longueurs d'onde du rayonnement incident.

A partir des travaux de Coblentz et Emerson (1918) en 1921 la C.I.E. a établi un observateur de référence. La courbe d'efficacité lumineuse relative (ou  $V_{\lambda}$ ) traduit la sensibilité du système visuel aux différentes longueurs d'onde (Figure 4).

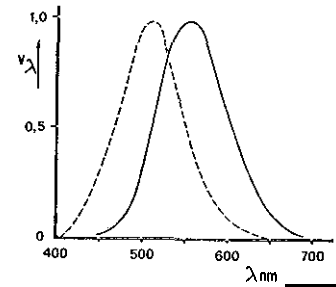


Figure 4. Courbes d'efficacité lumineuse relative

La courbe d'efficacité lumineuse relative a été établie en vision de jour ou vision photopique (intensité lumineuse supérieure à 10 candelas par m<sup>2</sup>). Par la suite, la sensibilité dans le domaine scotopique a également été établie. Cette courbe doit être utilisée pour toutes les mesures de lumière effectuées en vision nocturne quand l'intensité lumineuse est inférieure à 10<sup>-3</sup> cd/m<sup>2</sup>. Pour les intensités lumineuses intermédiaires, appartenant au domaine de la vision mésopique, bien que beaucoup d'études soient menées actuellement, il n'existe pas encore de courbe d'efficacité lumineuse relative adaptée à ce type de vision. Il s'agit donc d'un domaine visuel difficile à utiliser, car assez mal caractérisé et qualifié. Par ailleurs cette courbe a été établie en vision centrale. Elle ne sera donc valable et applicable que dans ces différentes conditions.

### 4 La colorimétrie ou la couleur et sa mesure

Alors que la photométrie traduit l'effet de l'énergie d'un rayonnement, la colorimétrie évalue le contenu en longueur d'onde, ce que l'on nomme communément sous le terme de couleur.

La couleur n'existe pas dans le monde réel physique qui nous entoure. Elle résulte de l'intégration par l'ensemble des mécanismes du système visuel (depuis les photorécepteurs jusqu'aux centres nerveux les plus supérieurs) des différentes longueurs d'onde sur chaque structure.

Comme pour la photométrie, deux aspects doivent être distingués, connus et mis en relation: un aspect physique et un aspect psychophysique. Pour chacun d'entre eux une couleur se définit si l'on a précisé trois notions indispensables. Il n'y a pas de couleurs et surtout de communication de couleurs, sans définition aussi précise que possible de chacun des trois termes. Plutôt qu'une description théorique de chaque terme, le tableau 3 indique chacun d'entre eux avec leurs relations en fonction du domaine considéré, physique ou psychophysique.

Tableau 3 : Correspondance entre les aspects physiques et psychophysiques de la couleur

Physique	Psychophysique
Longueur d'onde dominante	Teinte
Luminance	Luminosité
Pureté colorimétrique	Saturation

Outre ces définitions les deux aspects physique ou psychophysique **sont** à la base de méthodes de mesures et de comparaisons des couleurs.

De manière synthétique, ces notions peuvent être résumées par les deux points suivants:

**- Physique et triangle des couleurs C.I.E. :**

A partir essentiellement des données physiques et de physiologie de la vision des couleurs, la C.I.E. a défini en plusieurs occasions des systèmes de représentation des couleurs. Nous ne développerons pas ici la démarche **expérimentale**, seuls les **résultats** sont présentés sur un mode pratique, à savoir l'utilisation d'une méthode de comparaison des couleurs. Les couleurs appartiennent à un volume complet. Une coupe dans ce volume perpendiculairement à l'axe des intensités lumineuses peut être **matérialisée** sous la forme du triangle des couleurs normalisé une **première** fois en **1931** (vision photopique et champ d'observation de 2 degrés). Tout est basé sur des mesures physiques des couleurs de la source lumineuse, qu'elle soit primaire ou secondaire. A partir de ces mesures une conversion est effectuée, mathématiquement pour aboutir aux coordonnées colorimétriques trichromatiques qui **sont** repositionnées sur le triangle.

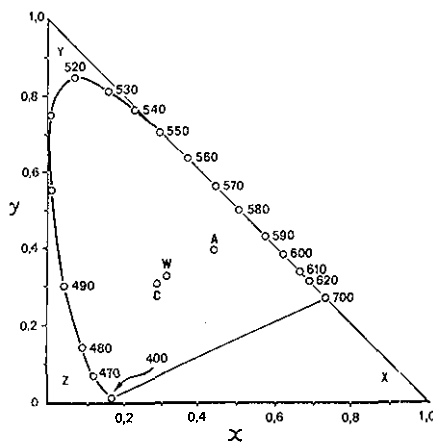


Figure 5 : Triangle des couleurs CIE 1931

C'est en fait en tenant compte des coordonnées des couleurs dans ce **type** de repère que l'on **peut** comparer diverses situations (Laycock et Viveash)

**-Psychophysique et atlas de comparaison type MUNSELL:**

D'autres méthodes de comparaison de couleurs utilisent la comparaison à l'aide de sa vision par rapport à des échantillons de référence. La subjectivité de l'observateur **est** importante. Les conditions d'éclairage des échantillons doit être rigoureuse au **risque** de modifier l'apparence des couleurs. En général ces méthodes sont réservées à des sources secondaires de lumière. Différents systèmes existent en fonction des paramètres pris en compte (exemple de l'atlas de Munsell).

**5 La structure spatiotemporelle**

Auparavant, seule l'intensité lumineuse **globale** ou fragmentaire ainsi que la couleur de différentes plages ont été envisagées. Pour constituer l'image efficace à partir de laquelle le système visuel pourra effectuer des traitements particuliers du type reconnaissance de formes, des informations spécifiques **sur** la taille des éléments constitutifs de l'image doivent être pris en compte. On peut alors véritablement parler d'organisation dans l'espace de la lumière.

**5-1 Structure spatiale:**

L'acuité visuelle fut la première approche permettant d'apprécier le pouvoir de discrimination le plus fin du système visuel pour des contrastes maximum d'un élément à l'autre de l'image.

Mais la notion d'acuité visuelle est **très** limitative. Elle n'est applicable que dans ce cas de contraste maximum pour des détails de très petite dimension. Dès que les contrastes diminuent ou que les détails deviennent plus larges, l'acuité visuelle n'est plus mesurable. Il n'y a pas d'examen qui renseigne **sur** les capacités d'un individu à percevoir dans ces conditions qui **sont** pourtant courantes dans notre vie quotidienne. Il faut avoir recours à la détermination de la sensibilité aux **contrastes** du système visuel.

Le **contraste** et la **largeur** des éléments contenus dans une image **sont** des paramètres importants de la perception des formes. Se pose en **effet** le problème de la définition de l'organisation des constituants d'une image.

La verbalisation est d'un intérêt limité. Elle introduit une part non négligeable de connaissance, de mémorisation, d'apprentissage (en d'autres termes, de psychologie et de subjectif) pour définir une forme et/ou un objet. **Tout** est guidé par la représentation et la prototypisation des objets effectuées par l'individu. Ce type d'analyse est couramment et souvent inconsidérément utilisé.

La deuxième approche est liée à l'analyse d'image sur un mode informatique. Ce sont les techniques d'analyse et de traitement d'images complexes qui ont fait comprendre l'intérêt de caractériser et de définir le plus précisément possible l'organisation de la lumière dans l'espace, selon des attributs particuliers. Ce **sont** eux que nous allons utiliser.

Les méthodes d'analyse et de traitement d'image utilisent la notion de fréquence spatiale. Un signal quelconque sur lequel on applique l'opérateur de FOURIER peut être décomposé en une somme de signaux ou fréquences sinusoïdaux. La fréquence la plus large est la fréquence fondamentale; les fréquences plus élevées sont les harmoniques d'ordre supérieur. Une seule fréquence sinusoïdale constitue donc le signal le plus simple. Elle peut être visualisée sous la forme d'un réseau, c'est à dire une structure répétitive dont la largeur des bandes plus ou moins claires ou plus ou moins sombres est caractéristique de cette fréquence exprimée en cycles par degré d'angle visuel. Cette alternance de bandes est due aux variations dans l'espace de la luminance d'une couleur de tonalité bien définie. Cette définition d'un réseau et les différents types en fonction de la variation de la luminance sont représentés sur la figure 6. L'opérateur de Fourier possède deux termes: un d'amplitude et un autre de phase. La plupart du travail utilisant l'opérateur de Fourier est réalisé sur l'amplitude. Le spectre d'amplitude caractérise l'importance de chacune des différentes fréquences contenues dans une image. Mais ce spectre d'amplitude ne rend absolument pas compte de la localisation d'un élément particulier en un point de l'image. Pour utiliser couramment la phase, les calculs seraient fastidieux. Il est difficile de travailler sur la phase d'images complexes.

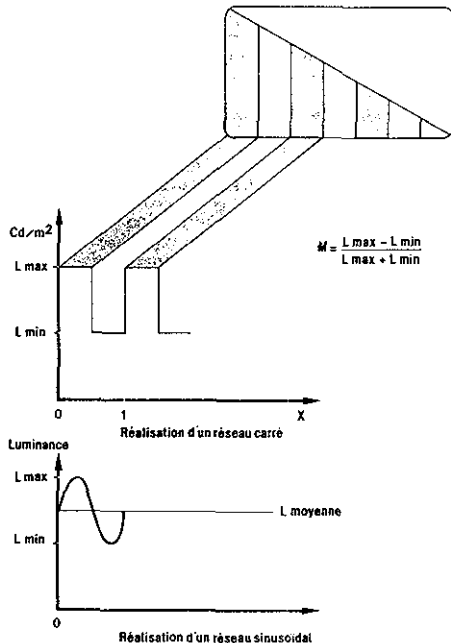


Figure 6 : Définition d'un réseau

La décomposition en série de Fourier fut la première décomposition mathématique permettant de mieux connaître le contenu spatial global d'une image. Elle a initié bon nombre de travaux en neurophysiologie avec l'utilisation de fréquences spatiales sinusoïdales sous la forme de réseaux de profil sinusoïdal de luminance.

C'est entre autres les travaux de Campbell et Robson ou d'Enroth-Cugel et Robson qui ont montré le fonctionnement en analyseur fréquentiel du système visuel.

L'intérêt d'utiliser des réseaux sinusoïdaux est double:

-Il y a tout d'abord un intérêt mathématique ou physique. L'élément unitaire d'une décomposition par la transformée de Fourier est le réseau sinusoïdal.

-Il y a aussi un deuxième intérêt qui est neurophysiologique. Les travaux des différentes équipes dont celles de Hubel et Wiesel ont montré qu'une cellule quelconque du système visuel répondait sélectivement à une bande relativement étroite de fréquences spatiales. Elles sont accordées sur une zone fréquentielle. Il existe environ 8 bandes pour couvrir l'ensemble du domaine visible (De Valois). Le parallélisme par rapport à la détermination de l'acuité visuelle est représenté sur la figure 7. La courbe supérieure correspond à la fonction de sensibilité au contraste du système visuel.

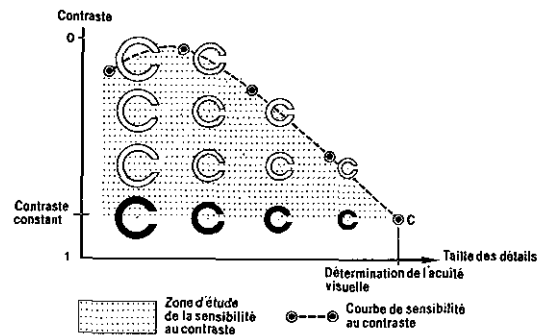


Figure 7 : Acuité visuelle et Fonction de Sensibilité au contraste.

Si la transformation de Fourier est très intéressante pour connaître le contenu fréquentiel d'une image, elle ne permet aucunement de localiser une fréquence ou un élément particulier dans l'image. Or cette information de structure dans l'espace est essentielle pour la représentation d'une forme.

D'autres opérateurs ont été proposés. On peut citer celui de GABOR, couramment utilisé il y a quelques années en psychophysique. Il s'agit en quelque sorte d'un opérateur de Fourier à fenêtre bornée. L'inconvénient est la fenêtre fixe, invariable, quelle que soit la fréquence spatiale analysée, basse ou élevée.

Récemment la transformation par ondelettes a été proposée pour analyser des signaux dans des domaines variés: géophysique (Morlet), acoustique (Grossmann). Duval-Destin et Menu l'ont appliquée à la vision. Par rapport à la fonction de Gabor, la fenêtre d'analyse est variable avec la fréquence spatiale; elle est étroite pour une fréquence élevée, large pour une plus basse fréquence. L'intérêt majeur de ce type de transformation est manifestement de pouvoir localiser un élément d'une largeur donnée dans une image. De plus la forme des ondelettes utilisées peut être tout à fait en accord avec la forme des champs récepteurs de cellules

ganglionnaires. On peut même avec des formes spécifiques et des orientations spécifiques de ces ondelettes 'detects des elements d'orientation donnée (obliques..).

Les opérations différentes pouvant être exécutées sur les images sont représentées sur la figure 8. Elle indique les différences essentielles existant sur un plan mathématique entre les trois opérateurs.

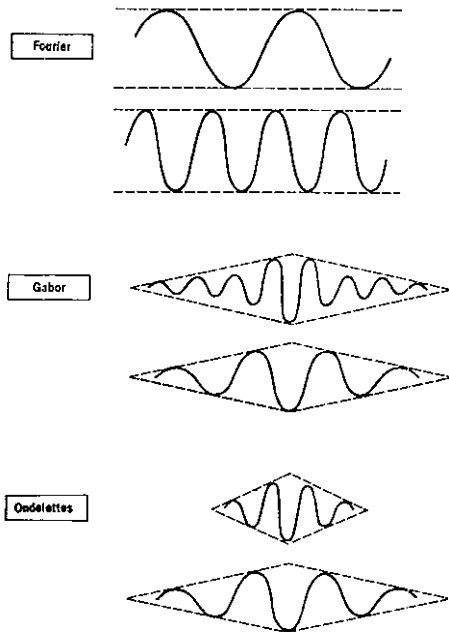


Figure 8 : Différences entre opérateur de Fourier, Gabor et Ondelettes

Il est possible de définir une métrique de la stimulation visuelle, parfaitement adaptée aux premiers étages de la fonction visuelle. C'est un premier pan. C'est le seul qui assure une calibration de l'image d'entrée dans le système visuel. Il est indispensable d'utiliser une telle métrique, équivalent dans le domaine spatial de ce que la C.I.E. a proposé il y a quelques années pour la photocolimétrie.

Ce domaine est particulièrement important en aéronautique et tout particulièrement lors de mauvaises Conditions météorologiques ou lors de l'utilisation de systèmes de suppléance à la vision nocturne (FLIR, Jumelles de Vision Nocturne)

### 5-2 Structure temporelle:

Une démarche très voisine avait été appliquée antérieurement au domaine temporel depuis les travaux de De Lange (1958).

Si l'on effectue une décomposition temporelle de la stimulation visuelle, différentes éventualités existent:

- Quand le temps d'exposition à deux niveaux de luminance très différents (avec un contraste important, maximum entre

les deux plages) est long, visuellement il existe une alternance entre une plage claire et une plage plus sombre.

- Si le temps d'exposition est raccourci, un papillotement (ou flicker) entre les deux plages se manifeste.

- Quand les temps sont très courts, en dessous d'une certaine limite, le papillotement disparaît et la plage apparaît uniforme, stable. On a atteint la fréquence critique de fusion des deux plages pour ces niveaux de luminances initiaux.

Les premières études ont été menées avec un contraste de luminance maximum entre les deux plages (De Lange). Des études plus récentes ont testé non seulement l'influence de la fréquence temporelle mais aussi du contraste. Les résultats sont ainsi tout à fait comparables pour le domaine temporel à ce que nous avons présenté auparavant dans le domaine spatial. Les cycles par degré d'angle visuel sont remplacés par des cycles par seconde ou Hertz (figure 9). Ces conditions et ces différents seuils sont à prendre en compte lors de la définition de système d'aide à la perception (afin qu'ils soient perçus comme stables et non pas en papillotement). Il faut noter également que cette sensibilité temporelle, comme la sensibilité spatiale évolue en fonction de nombreux facteurs (intensité lumineuse, excentricité de présentation..).

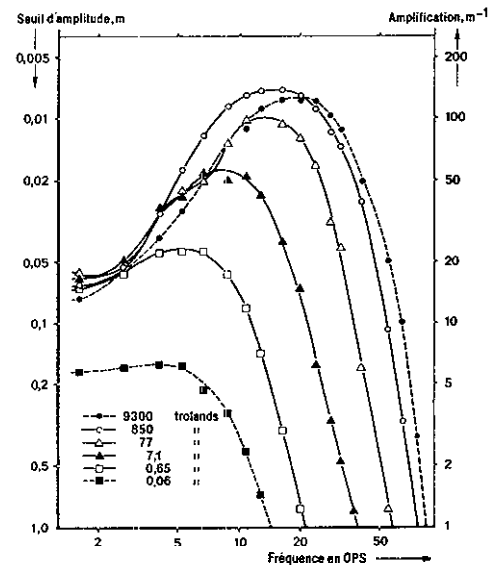


Figure 9 : Sensibilité temporelle (d'après Kelly 1961)

### 5-3 Structure spatiotemporelle:

Dans les paragraphes précédents, chacune des dimensions était isolée. Or dans les images les deux éléments évoluent parallèlement ce qui introduit la notion de mouvement.

La sensibilité de l'œil aux mouvements n'est pas la somme des sensibilités spatiale et temporelle. Les caractéristiques du mouvement en lui-même sont des éléments analysés par le système visuel. Bonnet (1984) a proposé un

modele psychophysique de la perception du mouvement. Il est basé sur l'existence de deux systèmes: l'un analyseur de mobilité prenant en compte le paramètre vitesse, l'autre analyseur de déplacement tenant compte de la position. Le rôle de l'un et de l'autre est variable en fonction de l'excentricité rétinienne (le système analyseur de déplacement est predominant en vision centrale; le système analyseur de mouvement est prépondérant en vision périphérique).

**Conclusions:**

Voler la nuit implique de bien connaître les caractéristiques d'entrée dans le système visuel pour pouvoir optimiser le fonctionnement de ce système. Il faut en connaître les aspects physiques et définir le plus précisément possible ce qui pénètre. Si des connaissances sur l'intensité lumineuse, sur les couleurs ont été normalisées depuis de nombreuses années, il est absolument essentiel de prendre en compte l'organisation de la lumière dans l'espace et dans le temps. Cette action passe par une meilleure connaissance des mécanismes d'analyse par le système visuel lui-même, mais aussi par une évaluation la plus précise possible de l'image, les techniques d'analyse et de traitement d'images en constituant la base. La description des formes ne doit plus être limitée à une verbalisation du contenu mais elle passe nécessairement par une quantification de la structure spatiotemporelle.

**References:**

Boff K., Kaufman L, Thomas J (1986): Handbook of Perception and Human Performance, Vol I and II, J. Wiley & Sons. N.Y.

Boff K., Lincoln J.E. (1988): Engineering Data Compendium: Human Perception and Performance, AAMRL. Wright-Patterson AFB, OH

Bonnet C. (1975): A tentative model for visual motion direction, *Psychologia*, **18**, 35-5

Campbell F.W., Robson J.G. (1968): Application of Fourier analysis to the visibility of gratings, *J. Physiol.*, **197**, 551-566

Campbell F.W., Maffei L. (1981): The influence of spatial frequency and contrast on the perception of moving patterns, *Vision Research*, **21**, 713-721

Coblentz W.W., Emerson W.B. (1918): Relative sensibility of the average eye to light of different colors and some practical applications of radiation problems, *Bulletin of the U.S. National Bureau of Standards*. **14**, 167

Commission Internationale de l'Eclairage (1971): Publication n°15: Colorimetry - Paris: Bureau Central de la C.I.E.

De Lange H. (1958): Research into the dynamic nature of the Human fovea-cortex system with intermittent and modulated light, I: Attenuation characteristics with white and colored light. *J. Opt. Soc. Am.*, **48**, 777-784

De Valois R.L., De Valois K.K. (1988): Spatial Vision, *Oxford psychology series n° 14*, Oxford University Press ed, New-York, Oxford

Enroth-Cugel C., Robson J.G.(1966): The contrast sensitivity of retinal ganglion cells of the cat, *J. Physiol.*, **187**, 517-522

Grossmann A. : Wavelet transform and edge detection in stochastic processes in physics engineering, *Albeverio S and al. Eds*, 1988, pp 149-157

Hubel P, Wiesel T. :Functional architecture of macaque monkey visual cortex. *Ferrier Lecture. Proc. Roy. Soc. Lond. B* **198**, 1-59

Kelly D.H. : Flicker Fusion and harmonic Analysis, *J. Opt. Soc. Am.*, **1961**, **51**, 917-919

Laycock J. , Viveash J. : Calculating the perceptibility of monochrome and colour displays viewed under various conditions, *Displays*. **1982**. **88-99**

Marr D.: Vision, San Francisco, W.H. Freeman, 1982

Menu J-P., Duval-Destin M. (1988): Transformée en ondelettes et métrique du stimulus visuel, *S.S.A. Trav.Scient. n°9*, 165-166

Menu J-P (1990): Color specification systems and color standards, NATO, Defense Research Group, AC/243, panel 8 TR/5, p 50-67

Menu J-P, Duval-Destin M. , Gervais T. (1990): Spatial metric and image processing: an opportunity for advanced displays development, *SID*, 1990

Menu J-P, Corbe C. (1991): Stimulus visuel et différentes fonctions visuelles, Editions techniques, *Encycl. Méd. Chir. (Paris-France) Ophtalmologie*, **21027 A20**, 1991

Morlet J., Arens G, Foutgeau I., Giard D.(1982): Sampling theory and wave propagation, *Geophysics*, **47**, 203-236

Rosenfield I (1988): The Invention of Memory, a New View of the Brain, Basic Books. Inc. New-York 1988

Spérandio J.C. (1984): L'ergonomie du travail mental, Masson et Cie ed, Paris

Tolhurst D.J. (1975): Sustained and transient channels in human vision, *Vision Research*, **15**, 1151-1155

	Grandeur	Unité	Nom anglais correspondant
ÉNERGÉTIQUES	Flux énergétique	$\text{erg/s}$ (éventuellement watt : $1 \text{ watt} = 10^7 \text{ erg/s}$ )	Radiant flux (parfois : radiant power)
	Intensité énergétique	$\text{erg/s par sr}$	Radiant intensity
	Éclairement énergétique	$\text{erg/s par m}^2$ (par $\text{m}^2$ de la surface réceptrice)	Irradiance
	Luminance énergétique	$\text{erg/s par sr et par m}^2$ (par $\text{m}^2$ de la source)	Radiance
	Exitance énergétique (autrefois : émittance énergétique)	$\text{erg/s par m}^2$ (par $\text{m}^2$ de la source)	Radiant exitance (autrefois : radiant emittance)
LUMINEUSES	Intensité lumineuse	<i>candela (cd)</i> (unité de base)	Luminous intensity
	Flux lumineux	<i>lumen (lm)</i> ( $1 \text{ lm} = 1 \text{ cd} \times 1 \text{ sr}$ )	Luminous flux
	Éclairement lumineux	<i>lux (lx)</i> ( $1 \text{ lx} = 1 \text{ lm/m}^2$ )	Illuminance (également : Illumination)
	Luminance lumineuse (ou luminance visuelle) (le mot brillance est à rejeter)	<i>phot (phot)</i> ( $1 \text{ phot} = 10^4 \text{ lx}$ ) <i>nit (nt)</i> ( $1 \text{ nt} = 1 \text{ cd/m}^2$ ) le <i>stilb (sb)</i> est parfois utilisé ( $1 \text{ sb} = 10\,000 \text{ nt}$ ) ou encore l' <i>apostilb (asb)</i> ( $1 \text{ asb} = \frac{1}{\pi} \text{ nt}$ )	Luminance (autrefois : brightness)
	Niveau lumineux (produit de la luminance de la source par l'aire de la pupille)	<i>troland (tr)</i> ( $1 \text{ tr} = 1 \text{ nt} \times 1 \text{ mm}^2$ )	Retinal illumination level (en fait, cette grandeur n'est pas un éclairement)

Tableau 1 : Correspondance entre radiométrie et photométrie

PERCEPTION IN FLIGHT: SHAPE AND MOTION PERCEPTION, SPACE PERCEPTION,  
SPATIAL ORIENTATION AND VISUAL VESTIBULAR INTERACTION

Herschel W. Leibowitz  
Pennsylvania State University  
University Park, PA, 16803, USA

SUMMARY

Differences between the normal terrestrial and the flight environment are described which may lead to perceptual errors in flight. Specific examples involving the perception of shape and height are discussed as they may relate to nighttime landing accidents. The possible role of misperceived risk is suggested as a contributing factor. The mechanisms subserving motion perception and gaze stability are outlined briefly as the basis for understanding false sensations, illusory motion, spatial disorientation, and motion sickness. It is suggested that an appropriate countermeasure to perceptual errors in the nighttime flight environment is to inform flight crews of the mechanisms and mode of operation of the perceptual systems involved as the basis for understand how they might malfunction.

1 INTRODUCTION

Our vercevtual systems are normally quite efficient. They provide information about our environment which subserves object recognition, locomotion and spatial orientation accurately under a wide range of environmental conditions and illumination levels, and when operating vehicles in the terrestrial environment. However, the flight environment presents many unique challenges to the perceptual system which

may result in false sensations, illusions, spatial disorientation or motion sickness. These difficulties stem from differences between the normal terrestrial and the flight environment.

2 CUE REDUCTION

In comparison with terrestrial vision, vision in aircraft is degraded or impoverished. For example, on earth a large number of cues are available which permit us to judge distance, depth, and shape (1). In flight, most of these cues are absent so that the accurate perception of these dimensions is extremely difficult. For example, during daytime landings, there are numerous cues to height, distance, and shape available. Although they may be different in some respects from terrestrial cues, pilots are able to learn to use them. At night, many of these cues may be absent particularly when approaching a landing strip over water or unilluminated terrain, e.g., a "dark hole" approach.

3 VISUAL VESTIBULAR INTERACTION

spatial orientation is a joint function of three interacting sensory systems; visual, vestibular, and somatosensory (2). These systems also serve the critical function of gaze stability, the compensatory movements of the eyes which maintain a stable retinal image during head movement. However,

passive motion in a closed compartment such as a cockpit results in a pattern of stimulation different from that normally encountered in the terrestrial environment. For example, when the head moves to the right, the eyes must move to the left in order to preserve fixation. This compensatory movement is generated concurrently by visual (nystagmus) and vestibular (vestibulo-ocular) reflexes both of which initiate movement of the eyes in a direction opposite to head motion. However, in a closed compartment such as an aircraft cockpit, these reflexes produce signals in opposite directions. Head movement to the right will result in a vestibular signal to move the eyes to the left, but the visual signal will be to the right, in the direction of the motion of the visual contours. This incompatibility between visual and vestibular signals, referred to as visual-vestibular mismatch, is a prime cause of spatial disorientation and motion sickness. Sensory mismatch can occur in any closed compartment which is in motion, including ships and automobiles, but the problem is exacerbated in flight because of the higher level of activation of the vestibular system.

There are two techniques for ameliorating undesirable (affects of the flight environment on perception. The classical approach of the human factors engineer when perceptual systems malfunction is to "remove the human from loop" and assign the task to automatic equipment. A well-known example is the false sensations produced by the vestibular system in flight. Pilots are of course trained to rely on their instruments for

information regarding attitude, altitude, speed, rate of climb, etc., and to ignore sensations of body position and movement (3). However, some segments of the flight necessarily involve human perception and these judgments may at times be inaccurate. In these cases, the best antidote is to apprise pilots of possible perceptual errors so that appropriate compensatory measures can be taken. It has been said that "It is not the devil we know but the devil we do not know who causes difficulties". Unfortunately, we are not always aware when our perceptual systems malfunction. One objective of this essay is to apprise pilots of potential perceptual errors so that appropriate countermeasures may be taken.

#### 4 SHAPE PERCEPTION

The retinal image of objects corresponds to the true shape only when the line of sight between the eye and the object is 90 degrees. For any other angle of observation, the retinal image is systematically distorted. Circles are imaged as ellipses, squares and rectangles as trapezoids, etc. In spite of this retinal image distortion, we generally perceive shape correctly. The process by which the perceptual system compensates for retinal image distortion resulting from slant is referred to as shape "constancy". A necessary condition for shape constancy is appreciation of the slant or slope of the object or the surface on which it rests. The relevant information is provided by surface texture and other cues subserving depth and distance perception. In effect, the perceptual system "takes into account" the slant of the object

and automatically corrects for retinal image distortion.

In the flight environment, the relevant cues may be missing or degraded. When viewed from high altitudes, surface texture as well as other cues to depth are significantly reduced. However, at night, particularly during a "dark hole" approach, they are effectively eliminated. Consider for example a runway on sloping terrain. During daylight in clear weather, the slope is readily apparent. However, at night, or under conditions of poor visibility, only the runway lights may be visible. This in turn can result in misestimation of height and lead to landing short or landing long accidents.

Conrad Kraft illustrates this problem by asking us to imagine that we are approaching a runway and viewing it from different altitudes (4). At high altitudes the runway lights appear parallel or close to parallel, but as altitude is reduced, the lights at the far end of the runway appear to converge. During approach under impoverished conditions, apparent convergence serves as a cue to height. However, if the terrain is sloped downward toward the observer, the apparent convergence is reduced and conversely, if the terrain is sloped away from the approaching aircraft, the convergence will be exaggerated. Kraft has presented evidence that for nighttime approaches, landing short and landing long accidents are related systematically to the slope of the terrain (4).

#### 5 DISTANCE AND HEIGHT PERCEPTION

Analogous to shape perception, many of the cues subserving size

and distance perception in the terrestrial environment are reduced or eliminated during flight. Normally, a large number of cues are available such as the convergence of the eyes, perspective, monocular parallax, stereoscopic depth, etc (1). At altitude, the principal remaining cue is familiar size. We know how large a specific object appears and utilize the extent of its apparent diminution as the basis for estimating distance. A necessary prerequisite for the use of this cue is correct identification and familiarity with the other aircraft in question.

In spite of the paucity of cues, experienced pilots can estimate altitude accurately during daylight. However, at night when approaching an airport over a dark area, heights are generally overestimated. This in turn can lead to approaches that are too low. Kraft has presented evidence that this illusion of height during a dark hole approach was responsible for a number of accidents involving the newly introduced Boeing 727. Reliance on our perceptual system is at times essentially automatic and justifiably so. Automatic information processing permits us to utilize our limited conscious capacity for the perception and recognition of critical objects and events, and frees us from the burden of paying attention to routine or less important inputs. If our perceptual systems were not accurate most of the time we would be well advised to eliminate their inputs by shutting our eyes or blocking our ear canals. Fortunately, this is not the case. With few exceptions, our perceptual system provides us with accurate information

and, particularly for spatial orientation, does so with very little effort or awareness on our part (3). For these reasons, it is essential that we take special measures to apprise ourselves of situations in which we can be misled by errors in perception. On both a theoretical as well as an empirical basis, it is clear that size, distance, depth, and shape perception are subject to systematic errors in the flight environment, particularly at night. In common with all illusions, we are not normally directly aware of these errors. In cases in which perceptions may be inaccurate, pilots should be advised to rely on other more reliable sources of information.

#### 6 "DARK HOLE ACCIDENTS" THE RESEARCH OF CONRAD KRAFT

A dramatic example is provided by the nighttime landing accidents with the Boeing 727 when it was first introduced into service in the late 1960's. Investigation of the accidents did not suggest any reason to suspect mechanical, instrumentation, or structural failure. Conrad L. Kraft, at that time the chief human factors engineer for the Boeing Company, noted striking similarities among the accidents: They all involved landing short at night under clear visibility (VFR) conditions, and the approach to the runway was over a dark area, either water or unilluminated terrain (4). Utilizing a flight simulator which did not have an altimeter, he asked experienced pilots to fly an approach and to estimate their altitude verbally during a simulated nighttime landing. Even these highly skilled pilots (mostly instructors from the Boeing flight staff), systematically overesti-

mated their altitudes. He then asked them to fly a typical approach from 10,000 feet. The results indicated that these experienced pilots thought they were higher than was actually the case. As a consequence of the visual overestimation of altitude, they flew below the intended flight path. Under these special conditions, nighttime, clear weather and approach over dark terrain, pilots may overestimate altitude and tend to fly too low. Kraft documented a number of reports, not only of accidents but of "near misses", under these special conditions. He also presented evidence from both surveys and simulator studies that the problem is exacerbated when, as predicted theoretically, the runway is not level.

#### 7 MISESTIMATED RISK

These data should raise a question in the mind of the reader. Pilots are well aware of the danger of flying too low. As a pilot explained, "No one wants to set the record for low altitude flying!". Why then would pilots fail to monitor their altimeters during approach? A possible answer is related to the fact that landing is one of the most demanding tasks faced by a pilot. Information must be absorbed at a rapid rate and processed quickly. In view of these multiple demands, pilots may assign a lower priority to tasks which have a low estimated risk. Stated differently, pilots must monitor airspeed, follow instructions from the tower, look out for other aircraft, etc. In view of these multiple responsibilities, they may assign a lower priority to those tasks about which they feel confident such as height estimation. As a result, they

either check the altimeter less frequently or fail to monitor it if they feel that their visual estimates of altitude are correct. When faced with multiple demands, we typically set priorities and direct our attention to those events which we assume pose the greatest immediate threat under the circumstances (5).

The idea of a hierarchy of perceived risks is not limited to nighttime landings. Indeed, many transportation mishaps, (and probably many non-transportation accidents as well) can be interpreted in terms of misestimated risk. An effective countermeasure is to analyze the mechanisms involved and to alert those involved when their judgments are liable to result in unjustified underestimation of a risky situation.

With respect to the phenomenon of the overestimation of altitude during dark hole approaches, the mechanism of the height estimation error is not well understood. Distance estimates for ranges beyond a few meters depend on the complexity of environmental depth and distance cues. In a dark hole approach most of the cues available during the daytime are absent so it is not surprising that height judgments are in error. However, it is not clear why the error should be in the direction of overestimation. The problem remains a challenge for perceptual researchers. Suffice it to say that pilots should be aware of this systematic error and rely on their instruments during night visual approaches.

8 ILLUSIONS OF MOTION . THE  
EFFERENT SIGNAL

The great 19th century scientist, Hermann von Helmholtz, has said that illusions or errors of perception are the result of the misapplication of normal perceptual mechanisms. The flight environment differs in many respects from the terrestrial environment in which we evolved and, even for the most experienced pilots, have spent the majority of our lives. As a result, in flight we are particularly susceptible to perceptual errors.

A technique for achieving an appreciation of perceptual errors is to first understand the basic mechanisms of perception. This, in turn, facilitates the understanding of situations in which we may be misinformed or misled by our perceptual system.

As a prime example, consider the implications of the development of the fovea in primates. Except for the detection of very dim stimuli, all visual and perceptual functions are optimized by foveal fixation. This includes visual acuity, contrast sensitivity, color perception, motion, stereoscopic depth and, if allowance are made for the size of the the area stimulated, spatial orientation. As a result, we have developed elaborate visual motor mechanisms for imaging objects of interest on the fovea. This includes both voluntary and involuntary eye movements. With the head stationary and while viewing moving objects such as a bird or plane, we move the eyes smoothly at the same rate as the object of interest so that the image remains on the fovea (6). If we are successful, the retinal image is stationary. How then do we correctly perceive

the motion of moving objects? The answer is that the effort required to move the eyes smoothly generates an efferent signal which imparts motion to the fixated object. In effect, the motion comes not from the movement of the retinal image but from the effort required to maintain foveal fixation by means of a smooth voluntary eye movement.

#### 9 GAZE STABILITY

When our eyes are moved passively such as when turning our heads, walking, or when transported in a moving vehicle, involuntary mechanisms serve to maintain the stability of the retinal image. If this were not the case, every passive movement of the body would result in a blurred retinal image and degradation of vision both as a result of blur as well as non-foveal fixation. The two involuntary gaze stability mechanisms, one visual and the other vestibular (described above), reflexively move the eyes so as to compensate for head movement. For example when we walk our heads bounce up and down. As a result of the gaze stability reflexes, the eyes move in the opposite direction. As a result, the retinal image remains on the same area of the retina, and the perception of the world remains stable and clear.

There are times, however, when these marvelous mechanism can result in false sensations. Consider a pilot at night viewing a small bright object such as a star, a navigation light from another aircraft or ship at sea, or an isolated light on the ground. If the head is accelerated by motion of the plane, the vestibulo-ocular

reflex is stimulated to compensate for head movement and reflexively moves the eyes in the opposite direction. If allowed to manifest itself, this eye movement would result in a loss of foveal fixation. To maintain fixation on the fovea, the voluntary smooth eye movement system is activated to suppress the vestibulo-ocular reflex. However, any activation of the smooth eye movement system also produces an efferent signal which imparts, in this case illusory motion to the fixated object. Thus, the objectively stationary fixated object appears to move (oculogyral illusion). This induced motion is indistinguishable from real motion. If one is not aware of this illusory mechanism, one can inadvertently assume that a stationary object is in fact in motion. It is often important to determine whether a fixated light is a star, ground light, or another aircraft. Illusory motion of the fixated object can contribute to an incorrect decision.

Literally dozens of illusions can result from voluntary suppression of reflex compensatory eye movements (5). Most of them occur in impoverished situations when visual cues have been reduced such as during night observations. The reason is that when visual cues are present, the requirement to oppose reflexive eye movement by activation of the voluntary (and efference copy coupled) system is reduced. However, at night and particularly when subjected to acceleration forces, we are particularly susceptible to efferent copy related illusory motion (6).

Illusory motion of an isolated light can occur in the absence of gaze stability or voluntary eye movement. A small light viewed in an otherwise dark environment appears to move erratically after a few seconds. This phenomenon, known as autokinesis (self-movement), is probably responsible for some reports of unidentified flying objects.

The "take home" message from the relation between perceptual fidelity and cue reduction is that reduction or elimination of normal cues, whether produced by fog or darkness, is a fertile condition for a number of illusions and misjudgements. In the flight environment these possibilities are significantly exacerbated not only because of the cue impoverishment, but also as a result of the intimate relationship between the visual and vestibular subsystems.

#### 10 SPATIAL DISORIENTATION AND MOTION SICKNESS

Gaze stability mechanisms have a high priority in the hierarchy of perceptual mechanisms. Without gaze stability, the exquisite properties of the fovea would be rendered useless whenever the head is in motion. Similarly, the stability of the visual world would be seriously compromised and spatial orientation would be degraded or destroyed. The reflex mechanisms supporting gaze stability are deeply rooted in the evolutionary history of the species and normally operate without awareness. As a consequence, interference with gaze stability processes can have undesirable consequences. As described above, passive motion in an enclosed compartment results in incompatible reflex stimuli to

the eyes. When an airplane banks to the right, the vestibulo-ocular reflex initiates a "turn eyes left" signal while the visual stimuli in the cockpit initiate a movement in the opposite direction. This state of incompatible gaze stability is referred to as a mismatch or a sensory mismatch (7). These effects do not occur when stimuli outside of the compartment are visible as these elicit eye movements which are compatible with those arising from the vestibular system. There are two consequences of sensory mismatch, spatial disorientation and motion sickness. Many pilots have reported a sense of disorientation when flying under instrument conditions (8). Frequently, the disoriented pilot can request the copilot to take over until the disorientation passes. In single pilot aircraft, the problem is potentially more serious. One obvious solution is to make an attempt to observe the ground outside the aircraft so that the visual and vestibular reflexes are compatible. An experienced test pilot related an experience in which he became seriously disoriented at high altitude. He asked the tower operator the height of the cloud cover and allowed the plane to spin until the ground was again visible. At that point his disorientation ceased and he was able to complete the flight successfully.

A possible technique for preventing or reducing spatial disorientation is to introduce stimuli into the cockpit which are compatible with the vestibulo-ocular reflex, i.e., move in the opposite direction to head motion. In a standard cockpit, the only stimulus which

normally satisfies this requirement is the attitude indicator. This of course represents a minor portion of the visual field—the majority of stimuli in the cockpit induce reflexive eye movements incompatible with the vestibular reflexes. Malcolm has invented a device (9), referred to as the Malcolm Horizon or the Peripheral Vision Horizon Display (PVHD) (10), which projects a large artificial horizon on the instrument panel by means of a laser generated strip of light. This artificial horizon is always parallel to the earth, moves opposite to the pilot's head movements, and should serve to reduce spatial disorientation by increasing the percentage of the visual field which is compatible with the vestibular reflexes and reducing the mismatch between the visual and vestibular signals.

Visual-vestibular mismatch induced spatial disorientation and motion sickness can occur in flight simulators as well. In a fixed base simulator, the normal vestibular cues are absent so that the pilot is exposed to a different pattern of vestibular and visual stimuli from that which obtains in the flight environment. This phenomenon, known as "simulator sickness", can produce disorientation and motion sickness symptoms not only in the simulator but also for some time afterwards (11). As would be expected, the more flight experience the greater the possibility of simulator sickness. Fortunately, exposure to altered visual-vestibular inputs leads with time to adaptation. One learns a new pattern of interaction so that previously mismatched stimuli become the norm. The undesirable effects of mismatch are most

acute when the individual is first exposed to an altered pattern of inputs. A dramatic example is in space where many astronauts exhibit these symptoms when first exposed to an altered gravitational field. With time, the symptoms subside only to reappear when the individual returns to a normal gravitational field. We have much to learn about spatial disorientation and motion sickness, but it is encouraging that the mismatch theory, while not relevant to all phenomena, does have wide applicability.

#### 11 REFERENCES

1. A highly recommended general text on perception is Sekuler, R., and Blake, R., "Perception", (2nd Ed.), New York, McGraw Hill, 1990.
2. Leibowitz, H., Post, R.B., Brandt, Th., and Dichgans, J. "Implications of recent developments in dynamic spatial orientation and visual resolution for vehicle guidance", in Wertheim, A., Wagenaar, W.A., and Leibowitz, H.W. "Tutorials on Motion Perception", New York, Plenum, 1982, ,231-260.
3. Leibowitz, H. "The Human Senses in Flight", in "Human Factors in Aviation", Weiner, E.L. & Nagel, 13 C., (Eds.). San Diego, Academic Press, 1988, pps 83-110.
4. Kraft, C.L., " A psychophysical contribution to air safety", in Pick, H., Leibowitz, H.W., Singer, J.R., Steinschneider, A., and Stevenson, H.H. (Eds.), New York, Plenum, 1979, 363-385.
5. Leibowitz, H.W., "Misperception of risk as a factor in transportation accidents", in

"Lipsitt, L., and Mitnick, L., (Eds.), "Risk Taking and Behavioral **Self-Regulation**", Newark, N.J., Ablex Press, 1992.

6. Post, R.B. and Leibowitz, H.W., "A revised analysis of the role of efference in motion perception", Perception, 14, 1985, pps631-643.

7. Reason, J.R., "Man in Motion", New York, Walker, 1974: Reason, J.R., and Brand, J.J., "Motion Sickness", London/New York, Academic Press, 1974.

8. Benson, A.J., "Spatial Disorientation", and "Spatial disorientation in aircraft", in Dehnin, G., Sharp, G.R., and Ernsting, J., (Eds), "Aviation Medicine", Vol. 1, London, Tri-Med Books 1978, Chapters 20

and 21.

9. Malcolm, R., Money, K.E., and Anderson, P.J., "Peripheral vision artificial horizon display", AGARD Conference Proceedings No. 145 on "Vibration and Stress in Advanced Systems", (B20-1-B20-3), 1975.

10. "Peripheral vision horizon display (PVHD)", Proceedings of a conference held at NASA-Ames Research Center, Dryden Flight Facility, Edwards, CA., NASA Conference Publication No. 2306, 1984.

11. McCauley, M.E., "Simulator Sickness: Proceedings of a Workshop", Washington, D.C., National Academy Press, 1984.



# Les images mentales

René Amalberti

CERMA Département Ergonomie Aérospatiale  
CEV Brétigny, Brétigny sur Orge Cedex, 91228, France.

**Mots clés:** vision de nuit, représentation mentale, image mentale, processus cognitif.

**Key words:** night vision, mental representation, mental image, cognitive process.

**Resume :** Le concept d'«image mentale» est paradoxalement peu lié aux activités perceptives visuelles. Il relève plutôt du domaine de la représentation mentale, et à cet égard, s'inscrit totalement dans le champ de la psychologie cognitive (étude des processus de raisonnements et de représentation pour conduire et agir sur le monde environnant). Ce domaine étant relativement nouveau pour la majorité des auditeurs du cours, une présentation didactique des concepts de base est proposée. On construit progressivement un modèle cadre des activités intellectuelles en partant des processus de mémoire pour remonter jusqu'aux processus de représentations mentales. On décrit par la suite les différentes qualités opératives de la représentation mentale (laconisme, déformation, finalisation), son double codage verbal et image, son lien avec la perception pour l'élaboration de l'activité. Un dernier chapitre décrit comment ce modèle général de la représentation mentale, et plus particulièrement de la représentation imagée, est impliqué dans le vol de nuit et peut expliquer les difficultés rencontrées dans cette activité.

**Abstract :** The concept of «mental image», is paradoxically poorly linked to visual perception. It is related to the domain of mental representation, and thus is explained with reference to the field of cognitive psychology. This domain being relatively new for most of the listeners of this short course, basic concepts are didactically introduced. A framework model of cognitive activities is set up, introducing first the various memories, then focusing on mental representation processes. The specificities of mental representation are detailed (laconism, distortion, parcimony, task-oriented). Special emphasis is given to the mental representation theory of double coding : verbal and image coding and its relationship with activity. A last section describes how mental representation, especially mental image, could serve or impair night-flight activities.

## SOMMAIRE

0- Introduction

1- Vers un modèle simplifié des activités de prise et de traitement de l'information

1-1 De la psychologie des comportements à la psychologie cognitive et aux images mentales

1-2 De la mémoire à la représentation : un modèle simplifié des activités mentales

1-2-1 Une description des structures

1-2-2 Des structures aux représentations fonctionnelles et à l'action

2- Spécificités des images mentales, relation à la perception.

3- Application à la conduite de nuit des aéronefs

3-1 Représentation mentale et vision de nuit : le rôle de l'entraînement

3-2 Vers une reconsidération du mécanisme des illusions sensorielles de nuit

4- Conclusion

Références

## 0- INTRODUCTION

Les activités de pilotage sont très dépendantes de la vision. Mais cette fonction n'est qu'un outil au service du cerveau, garantissant la remontée d'informations du monde extérieur par un canal privilégié (mais non exclusif), pour servir l'élaboration de raisonnements, de décisions, et d'actions.

Un modèle simpliste, typiquement «*bottom-up*» (la construction de la représentation provient de la perception), pourrait faire croire que le cerveau travaille sur une copie d'un monde «vu» par les yeux, copie certes filtrante mais assez représentative de ce monde. Dans ce cadre, la perception précéderait la représentation du monde et l'image mentale pourrait être une «copie de travail» du monde. Le cerveau serait alors avant tout une mécanique de traitement des informations ainsi obtenues. On retrouve ce type de concept dans des modèles pipe-line des activités de prise et de traitement de l'information développés par la théorie de l'information dans les années 50 (fig 1).

La représentation du monde sur lequel travaille le cerveau n'est pas une copie conforme du réel; elle est activement élaborée à partir des connaissances du sujet, peut servir autant à comprendre la situation présente qu'à anticiper les évolutions de ce monde. Son support est souvent considéré comme double, sémantique et imagé, les images mentales constituant justement la partie imagée de ce modèle mental.

Ce cours est organisé en trois sections: la première section décrit un modèle général de la prise et de traitement de l'information éclairé par les connaissances récentes de la psychologie cognitive; introduisant plus particulièrement les notions de mémoire et de représentation mentale; la seconde partie explique plus précisément les notions de représentations mentales, particulièrement les notions de représentations imagées, leur propriétés et leur usage dans la conduite de systèmes. Enfin, la troisième partie développe les applications de ces concepts à la conduite de nuit

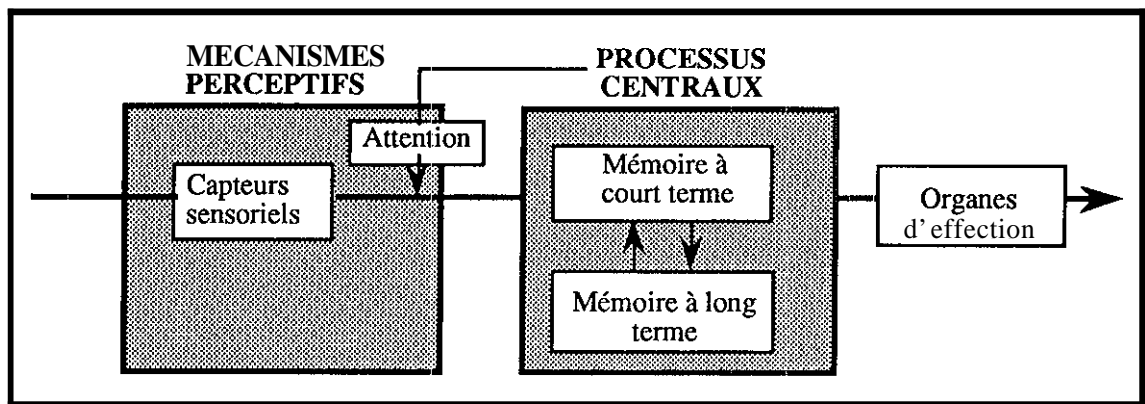


Figure 1 : une vue classique, structuraliste, du cerveau considéré comme un système de prise et de traitement de l'information. Ce type de schéma élaboré dans les années 50, suggère fortement un traitement bottom-up allant des données perçues aux raisonnements sur ces données, puis conduisant finalement aux actions. Cette vue est largement remise en cause par les études de psychologie cognitive des vingt dernières années.

Mais les études récentes montrent que ce schéma est résolument inexact.

Les apports des sciences cognitives dans les vingt dernières années suggèrent que le processus intellectuel de conduite d'un système repose sur un traitement essentiellement «*top-down*» (la construction de la représentation provient de la mémoire). Les informations traitées par le cerveau pour interagir avec le monde proviennent pour deux tiers de la mémoire, et pour seulement un tiers des organes sensoriels (Varela, 1990). La perception est dans ce contexte essentiellement sous la direction de la représentation mentale, elle la suit et ne la précède pas. La repré-

sentation du monde sur lequel travaille le cerveau n'est pas une copie conforme du réel; elle est activement élaborée à partir des connaissances du sujet, peut servir autant à comprendre la situation présente qu'à anticiper les évolutions de ce monde. Son support est souvent considéré comme double, sémantique et imagé, les images mentales constituant justement la partie imagée de ce modèle mental.

## 1- VERS UN MODELE SIMPLIFIE DES ACTIVITES DE PRISE ET DE TRAITEMENT DE L'INFORMATION

1-1 De la psychologie des comportements à la psychologie cognitive et aux images mentales

La psychologie expérimentale a pour objet la compréhension des comportements et des mécanismes mentaux de prise et de traitement de l'information de l'Homme

(sous-entendu l'Homme Universel pour ce qu'il possède d'**invariants par opposition** aux différences individuelles). A ce titre, cette psychologie expérimentale se distingue radicalement de la psychologie clinique, centrée sur la description de la personnalité affectivo-motivationnelle de cet Homme et des désordres éventuels qui y sont associés.

La psychologie expérimentale s'inscrit dans le prolongement des études sur la pensée qui remontent à la plus haute antiquité, au temps où rhétorique, logique et linguistique étaient des disciplines confondues.

Son histoire propre, bien que récente est déjà très mouvementée.

A la fin du siècle dernier, la psychologie présente en effet trois tendances : une première tendance est directement dérivée de la physiologie, centrée sur la mesure des performances humaines, particulièrement sensorielles. De là naîtront les lois de la psychophysique des sensations de Fechner, de Weber, puis tout de la psychophysique moderne qui sera récupérée et appliquée aux cockpits par le biais de l'ergonomie des interfaces. Une seconde tendance, radicalement différente, s'intéresse aux mécanismes des raisonnements (i.e. Wundt) avec des méthodes basées sur l'**introspection** qui vont être rapidement **très** critiquées (l'introspection consiste à raisonner sur des données issues de la propre expérience du chercheur qui s'écoute et s'observe pendant ses propres activités). Un troisième courant, intermédiaire s'intéresse aux différences inter-individuelles, et notamment l'intelligence en s'appuyant tantôt sur des épreuves psycho-physiques (i.e. Galton), tantôt sur des épreuves plus tournées vers le raisonnement et les connaissances des sujets (i.e. Binet).

Au début du siècle, la psychologie comportementale s'impose en réaction aux méthodes des psychologues pratiquant l'**introspection**. Watson (1913) combat « la série de questions spéculatives impossibles à soumettre à un traitement expérimental et dans lequel la psychologie humaine s'est laissée enfermer ». Les études sur les raisonnements et sur la représentation mentale, traitées de « psychologisme » s'arrêtent brutalement. On étudie alors pendant un demi-siècle, particulièrement aux Etats-Unis, les réponses des individus et les changements de la situation (modèles S-R) en se gardant de faire des inférences sur la modélisation des **processus** internes du cerveau. Quelques psychologues continuent cependant dans la voie d'une meilleure connaissance des processus de **pensée** : Piaget, en Suisse et en France, les Gestaltistes aux Etats-Unis.

En 1950 une première révolution atteint le **behaviorisme** à travers la théorie de l'information, la métaphore du

cerveau-ordinateur considéré comme un **svstème mécanique** et limité de prise et de traitement l'information. L'informatique se rapproche de la psychologie en fournissant les premiers modèles cybernétiques de contrôle. On commence à s'intéresser à un modèle de fonctionnement du cerveau, encore très « pipe-line » (voir fig 1) et très structuré (on individualise clairement des structures ou composantes : capteurs sensoriels, **mémoires**, **modes** d'actions, avec quelques processus **généraux** régulant ces structures, i.e. : l'attention). On décrit les capacités et limites **quantitatives de ce système, en utilisant les concepts de charge de travail**, de ressources disponibles et de flux d'informations. Cette description connaît de nombreuses applications, compris de nos jours, dans le courant ergonomique « **human-factors** » de conception des interfaces.

Le véritable réveil de la psychologie des représentations apparaît dans les années 60 et surtout 70 avec le passage d'une conception quantitative de l'information circulant dans le cerveau à une référence qualitative, centrée sur la manipulation de symboles porteurs de sens. L'étude des structures est remplacée par l'étude des fonctionnalités. Les études sur la représentation se multiplient dans deux grandes directions : d'une part l'étude des **représentations permanentes** du sens en mémoire à long terme et, d'autre part, l'étude des **représentations circonstancielles** destinées à guider et réguler les actions de l'opérateur humain dans un tâche particulière. Les études sur la pensée imagée se développent rapidement dans ce dernier cadre une fois débarrassées du carcan imposé par les comportementalistes sur la nécessité d'une relation directe de la représentation imagée à la perception. La pensée imagée devient alors un produit parmi d'autres de l'activité symbolique du cerveau (Piaget & Inhelder, 1966, Paivio, 1971). C'est typiquement ce courant de recherches qui sert l'ergonomie moderne dite « ergonomie cognitive », ici appliqué à la conduite de processus **type** conduite d'aéronefs.

1-2 De la **mémoire** à la représentation : un **modèle simplifié** des activités mentales

La figure 2 résume l'ensemble de ce modèle simplifié.

### 1-2-1 Une description des structures

Les organes sensoriels sont fortement limités dans leur fonctionnement. Ainsi, la vision est limitée à la fois à un petit spectre de radiations **électro-magnétique** visibles (de longueur d'onde comprise en 380 et 670 nano-mètres)

ORDRE DE MISSION

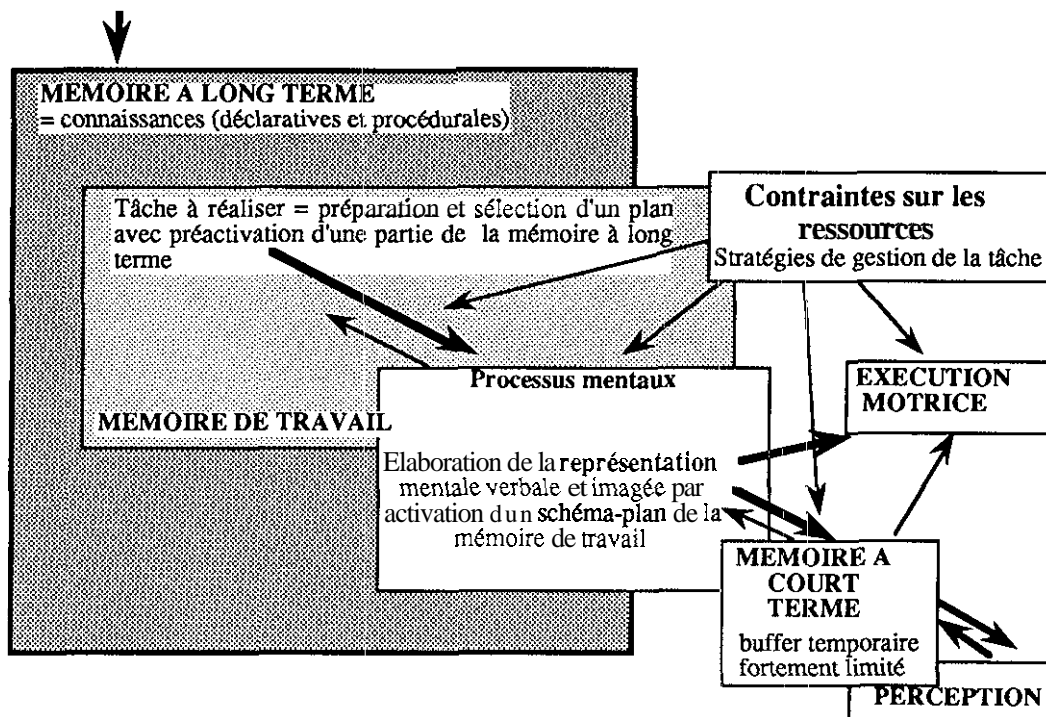


Figure 2 : des potentialités du système cognitif à l'exécution réelle du travail.

A la lecture de l'ordre de mission, le pilote pré-active dans sa mémoire à long-terme les connaissances (schémas procéduraux) qui serviront à la construction du plan de vol. La mise en oeuvre de ce plan est fortement contrainte par les limitations instantanées du système cognitif. Un savoir-faire est développé pour gérer cette limitation. La perception n'est plus l'élément initiateur du modèle du modèle cognitif, mais au contraire l'élément terminal permettant le suivi de l'accomplissement de la représentation mentale ainsi élaborée par le système cognitif.

et par la quantité de photons impactant les cellules sensorielles (limitation particulièrement sensible de nuit).

La mémoire à court terme est l'autre structure particulièrement limitée. Cette mémoire contient les informations à analyser, jugées utiles à chaque instant par les centres supérieurs du cerveau, et sur lesquelles porteront les raisonnements. Cette mémoire apparaît restreinte à 7+2 items interprétés. On entend par «interprétés» des items faisant sens pour l'opérateur par opposition à des potentiels d'action ou des groupes de potentiels d'action qui nécessitent encore des traitements ou des co-occurrences pour devenir des informations symboliques. On conçoit que les milliards d'informations présentes dans l'univers à chaque instant sont réduits à quelques milliers de décharges de potentiels d'action élémentaires par nos capteurs sensoriels, qui eux-mêmes nécessitent d'être triés et reconstitués sous forme de 7+2 informations significatives par nos aires sensorielles et intégratives à tout instant. En bref, cette mémoire à court terme est limitée en taille et en durée (quelques secondes). Le réductionnisme imposé

par les limites du cerveau est ici extraordinairement illustré.

La mémoire à long terme contient l'ensemble des connaissances et n'est pas limitée ni en taille, ni en durée. Le problème est ici de stocker des milliards de connaissances de façon à les recouvrir quand le cerveau en a besoin. On distingue classiquement deux types de connaissances : les connaissances déclaratives —ou théoriques— qui décrivent le monde et les lois de comportement de ce monde, et les connaissances procédurales —ou pratiques— qui permettent d'agir sur ce monde. Richard (1983) parle de «logique de fonctionnement» d'un système (logique de l'ingénieur) par rapport à la «logique de l'utilisateur» (mode d'emploi) pour distinguer les mêmes concepts. Les connaissances procédurales peuvent être de deux ordres : règles (si...alors) ou schémas. Les règles sont surtout utilisées en résolution de problème quand le raisonnement doit procéder selon la démarche logique classique. Dans la plupart des autres cas de la vie quotidienne et professionnelle, la recherche de solutions plus simples et moins

consommatrices de charge de travail pousse l'opérateur humain à utiliser des procédures pré-construites appelées schémas. Ces procédures mentales décrivent de véritables plans d'action (et de compréhension) pour des situations connues, des scènes relativement répétitives de la vie civile et professionnelle (Rumelhart, 1975). Ces plans sont formés avec l'habitude (avec l'entraînement) et permettent une exécution très automatisée. De fait, le plan correspond en général à une hiérarchie de schémas plus ou moins spécifiés dans leur mise en oeuvre, allant des représentations dominantes conceptuelles (i.e.: mission d'attaque de nuit) à des représentations extrêmement procédurales (i.e. technique de masquage par le relief).

La figure 3 présente un exemple de plan schématique.

activité humaine, le pilote pré-active une partie de sa mémoire procédurale et la charge en mémoire de travail; cette mémoire est une «structure virtuelle» à accès rapide sur laquelle il travaillera pendant qu'il effectue son vol. Cette instance n'est pas limitée en taille mais ne dure que le temps de la tâche.

Le plan schématique chargé dans cette mémoire de travail est **particularisé aux valeurs du cas particulier** de la mission à réaliser et se présente alors comme une hiérarchie de schémas décrivant la mission à différents niveaux d'abstractions et de mise en oeuvre (Rasmussen, 1976).

Quand l'exécution commence, le premier schéma de mise en oeuvre est activé. Il doit encore être interprété pour être exécuté concrètement (le plan n'est jamais qu'une description qu'il faut interpréter par des règles d'action,

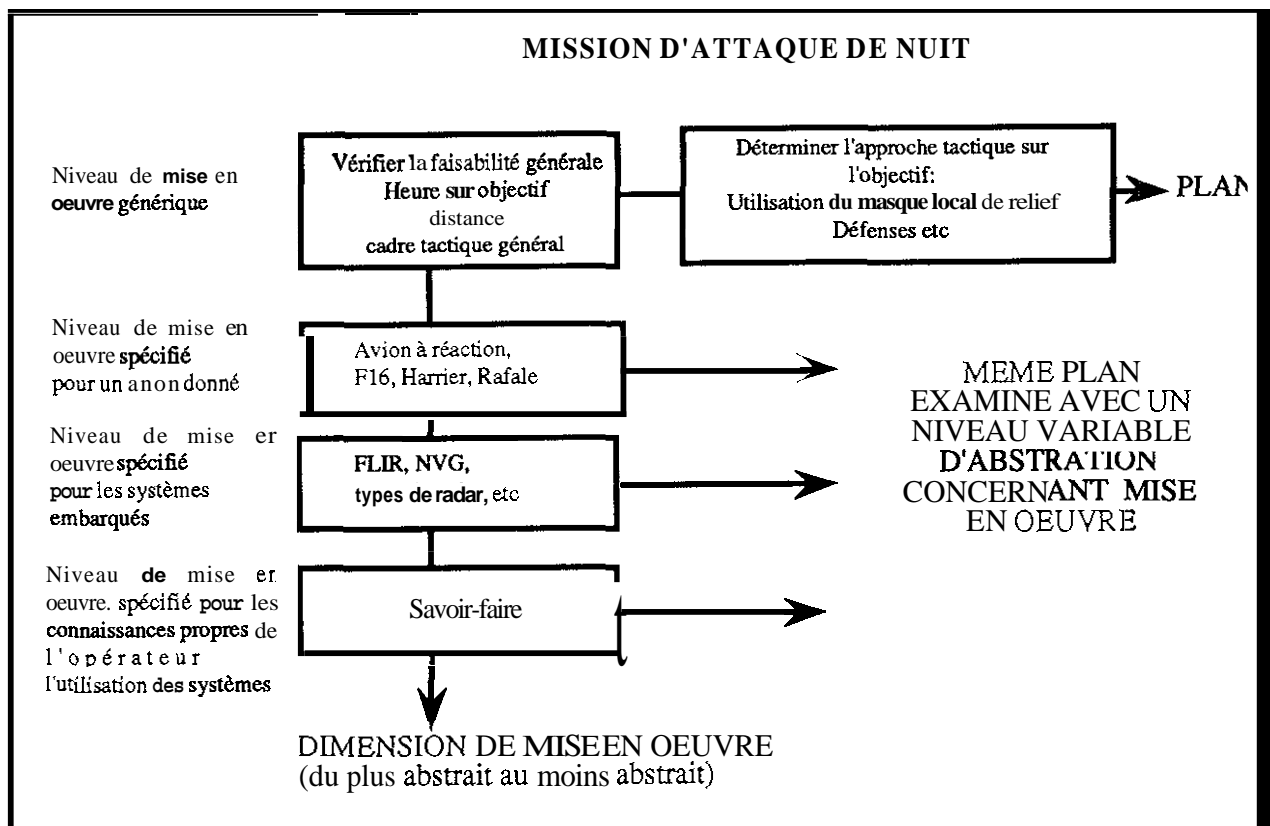


Figure 3 : un plan schématique se présente sous la forme d'une hiérarchie de représentations examinables à différents niveaux d'abstraction. La partie supérieure du plan est racine mémorisée sous forme de schéma procédural. Le pilote fixe par suite les niveaux inférieurs du plan (choix de l'avion, choix des équipements, préférences) lors de la préparation du vol, et peut par la suite se servir du plan à un niveau variable de mise en oeuvre, lui permettant ainsi en permanence d'ajuster la richesse de la représentation à l'objectif réel du raisonnement pour économiser le maximum de ressources.

**1-2-2 Des structures aux représentations fonctionnelles et à l'action**

Lors de la préparation du vol, comme dans toute

Hoc, 1987). Ce schéma utilisé à l'instant t est à la base de la représentation mentale circonstancielle de l'opérateur. Norman (1983) et Johnson-Laird (1983) parlent de modèle

mental pour désigner cette représentation. Ochanine (1881) parle de représentation opérative et Leplat (1985) parle de représentations fonctionnelles, mais tout ces termes sont finalement synonymes. Cette représentation mentale ou modble mental guide et régule les activités de prise et de traitement de l'information de l'opérateur, contrôlant la mémoire à court terme, et par son intermédiaire, les informations **recupérées dans** le monde extérieur. Cette représentation **possède** des spécificités importantes :

-elle est finalisée, orienté vers le **but** de la tâche

-elle est déformée et laconique, se centrant **sur** les aspects mal maîtrisés ou importants de la tâche à faire, simplifiant parfois outrageusement les aspects considérés comme faciles.

-elle est résistante aux changements, l'opérateur préférant garder des procédures **peu** directes mais qu'il connaît bien, plutôt que de changer **pour** des **procédures** à priori plus efficaces mais qu'il faut apprendre à maîtriser.

L'activité perceptive consistefinalement, non pas à construire **cette** représentation, mais au contraire à **être** guidée par **cette** reprhentation déjà construite, **pour** la confmer et attester de sa progression lors du déroulement de la procédure. Ceci explique la très grande difficulté à percevoir **les** informations qui ne **sont** pas attendues **dans** la procédure, surtout si cette dernière n'est pas remise en cause par les informations **recupérées pour** son suivi propre.

Lademikrenotion importante à considérer dans la présentation de ce modèle simplifié est lanotion de limitations de ressources (Norman & Bobrow, 1975). Cette limitation **contraste avec la grande potentialité** formelle du systkme: nombre incalculable de connaissances stockées notamment. **En** bref, le systkme est richement **doté** mais lent et surtout forcé à travailler **sur** un tout petit secteur de **cette** richesse potentielle comme en témoignent **les** limitations de mémoire à court terme ou de capacités de calcul. La logique d'un tel modèle conduirait à penser que le pilotage est quasi-impossible, ce qui n'est évidemment pas le cas. Les solutions **pour** que le systkme fonctionne sont de deux ordres : (i) d'une part un traitement différencié des informations : **lorsque** la procedure est bien connue, elle peut être exécutée quasi-automatiquement, **sans** passer par la mémoire à court terme, et sans dépenser de ressources. Seuls les contrôles conscients sont placés en!mémoire à court terme (Shiffrin & Schneider, 1977). (ii) L'utilisation de stratégies expertes. Toutes les activités du pilote, comme de tout humain **dans** des situations analogues, **sont** tournées vers l'économie de ressources afin de disposer d'une capacité de réserve constante permettant de s'adapter aux

micro-variations de la tâche (Rasmussen, 1986, Anderson, 1985, Bainbridge, 1989). Le pilote expert simplifie ses contrôles (Valot et Amalberti, 1989), et surtout anticipe en permanence pour ne pas **être** débordé par des situations inattendues, préférant parfois orienter le vol vers une situation incidentelle pour laquelle il possède une réponse toute prête, plutôt que d'affronter une situation inconnue (Amalberti & Dcblon, 1992).

Le modèle global d'activité résultant de ces contraintes est typiquement un modble de compromis risque / efficacité. Le risque consenti, **sur** la base des méta-connaissances (connaissances du pilote **sur** ses propres capacités), est réglé au mieux **pour** une performance acceptable, permettant l'atteinte du but.

## 2- SPÉCIFICITÉS DES IMAGES MENTALES, RELATION A LA PERCEPTION.

Nous avons vu **dans** l'introduction que le concept d'image mentale était peu lié aux activith perceptives. Il existe cependant quelques **types** d'images typiquement perceptives qu'il faut bien différencier de lanotion d'image mentale. **On** citera (i) les images consécutives (persistance momentanée d'un état sensoriel induit par un stimulus bref et intense, après la disparition de celui-ci), (ii) les hallucinations (perception **sans** objet), et (iii) les phénomènes de mémoire transitoire visuelle (image consécutive de mémoire après présentation tachitoscopique). Ces manifestations perceptives ou mnémoniques **sont** traitées très périphériquement dans le système nerveux **central**; elles peuvent ponctuellement entraîner **des** difficultés **pour** l'opérateur en saturant les recepteurs ou les premiers étages de traitement de l'information visuelle empêchant ainsi la récupération d'autres informations plus pertinentes. C'est typiquement le cas de nuit avec des variations brutales d'intensité lumineuse dans le monde extérieur qui favorisent les phénomènes d'éblouissement et d'apparition d'images consécutives.

Pour tout les autres cas, le concept d'image mentale est effectivement distinct de celui de la perception et directement lié à la notion de représentation mentale. Trois thèses s'opposent cependant pour expliquer le vrai rôle de ces images (ces trois thèses sont reprise du livre de Denis, 1979):

La première **thbse** est formulée par Piaget (Piaget et Inhelder, 1966) et par les constructivistes (Neisser (1967). Nos connaissances sont codées dans le cerveau sous forme symbolique peu accessible à la conscience et doivent donc être transcrites sous une forme lisible pour être utilisées par les processus mentaux supérieurs. L'activité d'imagerie permettrait alors de construire une représentation **type** de

ces connaissances sous forme imagée, représentation qui **serait** alors consciente, inspectable et modifiable par le jeu d'opérations intellectuelles. On retrouve dans cette perspective les caractéristiques des modèles mentaux de Johnson-Laird, basés sur l'activation d'un exemple local construit simplement pour se représenter concrètement les données formelles d'un problème ou d'une proposition verbale: la représentation dans ce cadre sert directement la compréhension du problème. Cet aspect constructif de l'imagerie mentale a été intégré par Hebb (1968) dans un modèle neurophysiologique qui confère à la motricité oculaire un rôle fondamental dans la constitution des ensembles cellulaires intéressés par l'activité perceptive et l'activité d'imagerie. Une fois construite, l'image peut aussi être interactive avec les processus perceptifs et s'enrichir avec cette expérience perceptive.

La deuxième thèse est proposée par Paivio (1971) qui présente une théorie dite du «double codage» soutenant l'existence de deux modes de représentations symbolique, l'un de nature imagée, l'autre de nature verbale, conçus comme de systèmes cognitifs interconnectés mais fonctionnellement distincts pouvant intervenir dans l'activité mnémonique et l'apprentissage, mais aussi dans les activités perceptives et intellectuelles. Dans ce cas, l'image serait un codage privilégié des objets concrets alors que les concepts abstraits seraient préférentiellement codés par le support verbal. Paivio décrit l'image d'objets ou de scènes concrètes avec des attributs opératifs de déformation et de laconisme. Il ne s'agit plus de l'inscription en mémoire d'une copie du réel, ni de la simple interprétation d'une série d'informations symboliques inaccessibles à la conscience comme dans le cas de Piaget, mais d'une véritable codage direct du monde médié par l'expérience d'un passé vécu et agi.

Une troisième thèse proposée par Pylyshyn (1973) est plus critique sur la notion même d'image. Pour cet auteur, l'image n'est pas un objet sur lequel opéreraient les processus perceptifs et intellectuels, elle est en est simplement le résultat, une construction temporaire peu explicative mais plutôt descriptive. Cette thèse a cependant peu d'arguments décisifs à faire valoir.

Les expériences de Kosslyn (1975) sur les explorations des images visuelles (particulièrement la situation de l'île au trésor) montrent que les deux premières thèses pourraient être toutes les deux vraies, pointant ainsi les deux familles d'utilisation de l'image mentale : aide à la compréhension par exemplification de concepts sous forme imagée (thèse constructiviste) et aide à l'action par activation de scènes visuelles basées sur l'expérience vécue mais déformées opérativement pour permettre une action cen-

trée sur les points difficiles de la tâche à conduire (image comme partie active des modèles mentaux).

Le modèle d'images mental appliqué à l'aéronautique qui résulte de ces approches est le suivant :

Lors de la préparation du vol, le pilote sélectionne en mémoire en long terme une hiérarchie de schémas qu'il particularise aux conditions du vol qu'il va avoir à effectuer (préparation du vol ou préparation de briefing).

Ces schémas forment un plan «visualisable» «dans la tête» à des niveaux différents de raffinement (analyse et compréhension) et de mise en oeuvre. La partie mise en oeuvre est plus facilement visualisable que la partie théorique sur les objectifs du plan.

L'image mentale liée à l'activation de ces schémas, déformée, laconique, capable d'être zoomée plus ou moins sur les détails de mise en oeuvre du schéma, possède un double objectif :

> servir de guide aux prélèvements d'informations qui viendront ajuster la conduite aux circonstances réelles et confirmer la progression dans l'exécution attendue,

> servir de support à des opérations mentales de simulation permettant de projeter le système dans un avenir plus ou moins distant à des fins d'anticipation.

Cette image mentale, pour reprendre l'hypothèse de Paivio, serait accompagnée d'une représentation à support verbal permettant le raisonnement symbolique, avec calcul de risques et choix ou optimisation des stratégies.

L'ensemble du système serait contraint tant en entrée (mémoire à court terme), en puissance de fonctionnement, qu'en sorties.

L'objectif serait alors de maintenir le système au niveau de fonctionnement le plus économique par une série de stratégies sophistiquées de prise de risques (pour simplifier le travail) et une utilisation la plus répétitive possible de l'expérience passée.

En cas de dérive observée, ou de résultat attendu incohérent, le système pourrait basculer en mode analytique, avec une dominance de la représentation verbale; l'image mentale dans ces cas, séparée du contexte immédiat du vol, servirait à exemplifier des concepts peu formalisables pour mieux les comprendre (hypothèse constructiviste) et viendrait en concurrence de l'image mentale support de l'activité qui sert à la récupération d'indices

perceptifs. Tout laisse penser que les limitations cognitives ne permettent pas l'utilisation simultanée des deux types d'images, forçant à nouveau le pilote à gérer un compromis entre compréhension et conduite à court terme.

### 3- APPLICATION A LA CONDUITE DE NUIT DES AÉRONEFS

#### 3.1 Représentation mentale et vision de nuit : le rôle de l'entraînement

Nous avons vu dans les paragraphes précédents que l'image mentale fait partie intégrante de la représentation mentale et sert de guide et de régulateur aux activités perceptives. Les ordres envoyés aux organes sensoriels pour récupérer de l'information sont liés à la saillance des informations (leur importance pour le contrôle de la tâche) (Reason, 1991). Cette saillance est construite sur la base de l'expérience, et dans la majorité des cas avec des capteurs sensoriels efficaces (vol de jour). On comprend alors le mécanisme de base des problèmes de vol de nuit : les informations recherchées sur la base du vol de jour sont difficilement retrouvées dans les conditions de nuit. Le résultat est double : dépense supplémentaire de ressources pour les activités perceptives (augmentation de la charge de travail) et diminution du caractère automatisé de la procédure au profit d'un contrôle plus important de la qualité des informations provenant des capteurs (liens, augmentation de la charge de travail au niveau du traitement de l'information). C'est typiquement ce qui arrive en approche de nuit où les pilotes ont tendance à sur-évaluer leur altitude par bonne visibilité, mais en conditions de piste et zone aéroport peu éclairées (Kraft, 1978). La procédure mentale repose en effet dans ce cas sur le guidage à vue. Le capteur visuel est légèrement déficient mais ramène une réponse satisfaisante à l'image mentale guidant le processus. Du fait de la charge de travail importante, aucun autre contrôle n'est effectué et le pilote finit par se poser avant la piste. On voit dans ce cas l'effet de trois facteurs :

- (i) au niveau de l'intégration perceptive, l'imprécision de codage liée aux conditions particulières de nuit,
- (ii) au niveau de la représentation mentale (image mentale), la résistance et la stéréotypie de la représentation tant qu'elle est alimentée de façon non contradictoire par les activités perceptives; le concept de confiance est particulièrement important dans ce mécanisme d'élargissement ou de restriction dynamiques des informations perceptives réclamées par la représentation mentale pour s'assurer du suivi du déroulement du vol.
- (iii) enfin, au niveau global du système, l'augmen-

tation de la charge de travail perceptive ajoutée de la rigidité à la procédure en cours, en autorisant de moins en moins de contrôles et de tests d'autres représentations. Le risque augmente alors en parallèle à la restriction progressive du champ cognitif.

Dans d'autres cas, les références de jour contenues dans la représentation sont non retrouvées de nuit. La situation est ouvertement conflictuelle et une nouvelle représentation doit être construite pour s'adapter aux circonstances (on retrouve là le classique mécanisme Piagétien d'assimilation-accommodation repris par Vermerch dans le cadre du travail de l'adulte, 1978). Cette adaptation en vol est si coûteuse en ressources que le pilote préfère souvent renoncer à revoir sa représentation et travaille avec des accommodations imparfaites de la représentation actuelle. Cette situation est évidemment souvent à l'origine d'accidents particulièrement en vols basse-altitude.

En bref, le fonctionnement par image mentale est extrêmement puissant et économique pour guider les perceptions mais nécessite une référence efficace déjà mémorisée. C'est là l'intérêt considérable de l'entraînement intensif de nuit qui renforce et particularise les représentations mentales de ces activités de nuit.

Les systèmes de visualisations utilisant différentes techniques de suppléances à la vision nocturne atténuent ces effets, mais ne les suppriment pas; le plus souvent ils ne font que les déplacer vers d'autres problèmes:

(i) lorsque la visualisation de suppléance est présentée à l'intérieur du cockpit, la vision exigée de la part du pilote devient une vision de jour d'une image représentant le monde extérieur; les difficultés de pilotage sont déplacées mais l'écart à la représentation imagée peut être tout aussi grand qu'avec une vue directe sur le monde extérieur de nuit (champs visuel réduit, perte de détails, etc).

(ii) lorsque la visualisation artificielle est superposée à la vue du monde extérieur, le problème devient celui de la confiance dans les systèmes, et de la tolérance à des écarts entre monde perçu et monde superposé.

Une plus ample discussion de ces deux remarques est présentée dans le cours suivant «**approche multi-senseurs pour le vol de nuit**».

### 3-2 Vers une reconsideration du mécanisme des illusions sensorielles de nuit

Ces mécanismes de psychologie cognitive suggèrent un enrichissement de la théorie de certaines illusions sensorielles de nuit. Les illusions de position et d'orientation de nuit procéderaient d'un mécanisme de base commun : (i) intégration incorrecte de l'information par prise d'information déficiente dûes à l'application de références perceptives formées le jour et appliquées la nuit en situation dégradée pour les capteurs, (ii) puis non détection par la représentation mentale du fait d'un *kat* maintenue faible ou plausible de ces perceptions incorrectes aux images attendues. Le mécanisme serait d'autant plus redoutable que les processus perceptifs d'orientation et de positionnement sont particulièrement automatisés chez l'homme et sont donc peu contrôlés par l'activité consciente.

On note également que l'illusion nécessite un écart plausible avec la représentation. Au delà, la représentation est reconsidérée par les processus cognitifs et le problème est différent de celui d'un simple conflit perceptif.

### 4-CONCLUSION

Les images mentales, et plus généralement les représentations mentales, sont à la base de la conduite des aéronefs. Elles représentent des outils cognitifs économiques, fiables puisque basées sur l'expérience passée, mais vulnérables si cette expérience est décalée par rapport à ce qui est vécu (vol de nuit sur une référence vol de jour). Seul l'entraînement en vol réel et en simulateur est susceptible de former des images spécifiques, efficaces. Les suppléances à la vision nocturne changent également la tâche et doivent, elles aussi, conduire à un entraînement particulièrement important dans leur maniement.

### RÉFÉRENCES

- AMALBERTI R. DEBLON F. (1992) Cognitive modeling of fighter aircraft's control process: a step towards intelligent onboard assistance system. *Int. J. Man-Machine studies*, 36, 321-346
- ANDERSON J. (1983) The architecture of cognition, Cambridge, Mass Harvard University Press
- ANDERSON J. (1985) Development of expertise in «Cognitive psychology and its implications», Freeman, NY
- BAINBRIDGE L. (1989) Development of skill, reduction of workload, in (eds Bainbridge & Quintinilla) Developing skills with new technology, Taylor & Francis. London
- DENIS M. (1979) Les images mentales, PUF Paris
- HOC J.M. (1987) Psychologie cognitive de la planification, PUF, Paris
- JOHNSON-LAIRD (1983) Mental models, Cambridge University press
- KOSSLYN S. (1975) Information representation in visual images : Some structural implications. *Cognit. Psychol.*, 1975, 7, 341-370
- KRAFT C. (1978) A psychological contribution to air safety: simulator studies of visual illusions in night visual approach, in Pick H, Leibowitz H., Singer J, Steinschneider A, Stevenson H. (eds) Psychology from research to practice, 363-385, NY plenum
- LEPLAT J. (1985) Les représentations fonctionnelles dans le travail, *Psychologie Française*, 30, 3/4, 269-275
- LEPLAT J. HOC J.M. (1983) Tâche et activité dans l'analyse psychologique des situations, *Cahiers de psychologie cognitive*, 3(1), 49-63
- NORMAN D. (1983) Some observations on mental models, in (eds) Stevens & Gentner, Mental models, 7-14
- NORMAN D. BOBROW D. (1975) On data limited and resource limited processing, *Cognitive psychology*, 7, 44-64
- OCHANINE D. (1981b) L'image opérative, actes d'un séminaire et recueil d'articles, Université de Paris V
- PAIVIO A. (1975) Neomentalism, *Can. J. Psychology*, 29, 263-291
- PAIVIO A. (1971) Imagery and verbal processes, Holt, Rinehart, Winston eds, NY
- PIAGET J. INHELDER B. (1966) Les images mentales, in Fraisse et Piaget, eds, Traité de psychologie expérimentale, VII, L'intelligence, PUF, Paris.

PYLYSHYNZ. (1973) What the mind's eye tells the mind's brain : a critique of mental imagery, Psychol. bull., **80**, 1-24

RASMUSSEN J. (1986) Information processing and human-machine interaction, Amsterdam, North Holland.

REASON J. (1991) Human error, Cambridge University Press; Cambridge, UK.

RICHARD JF. (1983) Logique du fonctionnement et logique de l'utilisation, Rapport INRIA 202

RUMELHART D. (1975) Notes on a schema for stories, in (eds) Bobrow D. Collins A.), Langage, Thought and culture, Academic press, **21** 1-236

SHIFFRIN H., SCHNEIDER W. (1977) Controlled and automatic human information processing, Psychological review, **84**, 127-190

VALOT C. AMALBERTI R. (1989) Les redondances dans le traitement des données, Le travail humain, **52** (2), 155-174.

VERMERSH P. (1978) Une problématique théorique en psychologie du travail : essais d'applications des théories de J. Piaget à l'analyse du fonctionnement cognitif de l'adulte, Le travail Humain, **41**, 265-278

WIENER E. NAGEL D. (1988) Human factors in aviation, Orlando. Academic Press.

# Approche multi-senseurs pour le vol de nuit

## limitations perceptives et cognitives

René Amalberti

CERMA Département ergonomie aérospatiale

CEV Brétigny, Brétigny sur Orge Cedex, 91228, France.

**Resume** : Les vols de nuit se multiplient pour d'évidentes raisons opérationnelles de disponibilité continue des forces aériennes. Les performances doivent si possible rester identiques au vol de jour. Pour pallier à la déficience visuelle de la vision du monde extérieur, la solution généralement adoptée consiste à doter les cockpits ou les systèmes de casque du pilote de visualisations artificielles restituant une partie du spectre non vu (Jumelles intensificatrices de lumière, FLIR, fichiers d'images de synthèse, etc). Les techniques de présentation d'information utilisées sont classiquement qualifiées de multi-senseurs dans la mesure où elles présentent une image résultante provenant de plusieurs sources (ou points de vue) sur le même monde (FLIR superposé à une Image de Synthèse présentée elle-même dans le HUD par exemple). Par extension, si l'on ajoute la vue de l'opérateur, on arrive à un concept de techniques multi-senseurs incluant l'opérateur lui-même avec ses différentes modalités sensorielles. L'opérateur humain occupe une place très particulière dans ce mécanisme: il procure à la fois un point de vue sur le monde, complémentaire aux machines, par ses yeux et ses autres organes sensoriels, mais il est aussi le dernier maillon de la chaîne à qui est destiné l'ensemble de l'intégration des différents points de vue. Ce cours s'attache à décrire les effets sur la prise et l'usage de l'information de cette position particulière. On replace l'ensemble de cette activité dans le modèle général des activités cognitives présenté dans le cours sur les images mentales. On discute les effets de distorsions entre points-de-vue donnés par les senseurs techniques et par les senseurs biologiques, puis on présente les effets de ce type de visualisation sur la représentation mentale, les problèmes de confiance et l'augmentation de la charge de travail qui en résulte.

**Abstract**: Night-flight activities have significantly grown to allow Forces being permanently operational. The level of performance for these activities is expected to be the same as it is in day time. Thus, visual support systems have been designed to mitigate the consequences of night-vision limitations, e.g. Electro-optical systems (radar), NVG, FLIR, Real-time terrain image. Some of these support-systems are mixed, using several sources although they provide the pilot with only one resulting integrated image. Moreover, when the pilot continues to have a direct vision of the external world (vision through the optical system), the human vision has to be considered as another point of view to be integrated with this of the visual support system. This is typically what is termed the «integrated multi-sensor and sensory approach». Men have a special position in such conditions: first, from a perceptive point of view, although they are impaired by night-conditions, their eyes complement the machine vision. Second, from a reasoning and decision making point of view, they must adapt their mental processes to this complex visual input made of a mixture of natural and artificial vision. This course aims at describing the resulting effects of this position for perception and reasoning activities. The framework model of cognitive activities described in the previous course on mental images serves as a departure point. Then are discussed (i) how humans solve the possible distortions between sensors and human vision, (ii) how these perceptive inputs are integrated into mental representations, (iii) the central question of confidence into visual support-systems and (iv) the related consequences for workload.

## SOMMAIRE

### 0- Introduction

1- Aides à la vision de nuit : un bref rappel des systèmes classiques et des approches multi-senseurs

1-1 les automatismes de guidage en altitude-route.

1-2 les solutions qui présentent une image du monde extérieur sur une visualisation de la planche de bord.

1-3 les solutions qui présentent une visualisation superposée à la vue naturelle du monde extérieur.

2- Représentation de la scène visualisée et représentation mentale

3- Systèmes multi-senseurs et charge de travail

3-1 Rappel sur la charge de travail

3-2 Systèmes multi-senseurs, charge de travail et influence sur le choix des stratégies

4- Systèmes multi-senseurs et mécanismes de confiance

4-1 Mécanismes mentaux de la confiance

4-2 Confiance et approches multi-senseurs

Références

## 0- INTRODUCTION

Les vols de nuit se multiplient dans les Forces pour entraîner les équipages à être opérationnels 24 heures sur 24, si possible avec un niveau égal d'efficacité.

Les conditions de ces vols ont également évolué avec le combat moderne; il s'agit, pour la plupart des cas, de vols basse altitude, et même très-basse altitude en hélicoptère de combat, à grande vitesse quand il s'agit d'avions à réaction, et ce quelles-que-soient les conditions météorologiques; autant de conditions particulièrement accidentogènes.

Ces conditions, déjà extrêmement demandantes de jour, se trouvent alors particulièrement dangereuses et complexes à exécuter de nuit du fait des limitations naturelles de la vision du monde extérieur.

Les suppléances spontanées des autres modalités sensorielles sont ici très réduites (telles résultats observés par exemple chez les malvoyants qui compensent leur handicap par une meilleure exploitation de leurs sens auditif et tactile et kinesthésique). L'audition sert peu en vol tactique de nuit, et les entrées kinesthésiques, même si elles peuvent informer grossièrement sur l'altitude (turbulences), n'apportent pas d'information-clés sur la conduite précise de la trajectoire.

Plusieurs solutions techniques ont donc été propo-

sées depuis plusieurs années pour suppléer à la vision de nuit : systèmes électro-magnétiques types radar, jumelles de vision de nuit, images de synthèse, FLIR, etc; aucune de ces solutions n'avère satisfaisante seule. On a maintenant recours à des combinaisons de solutions qui représentent typiquement des approches qualifiables de «multi-senseurs», puisque plusieurs senseurs sont utilisés pour renforcer la vision humaine.

Après une brève description des différentes solutions déjà existantes, on en cours de développement, le cours se concentre sur les problèmes cognitifs engendrés par ces technologies pour l'utilisateur final. Les problèmes de base de la prise d'information, particulièrement visuelle, ne sont pas détaillés dans ce cours, puisqu'ils font l'objet des autres cours de cet enseignement sur la vision nocturne. L'analyse porte plutôt sur trois aspects complémentaires particulièrement sensibles au niveau du traitement de l'information: (i) la qualité de la représentation physique du monde et son influence sur la représentation mentale et les stratégies cognitives de conduite du volet de prise d'information, (ii) la charge de travail induite par ces systèmes et les conséquences en matière de stratégies de planification, et (iii) la relation de confiance et les mécanismes de mise en doute de l'information présentée et les relations avec les activités perceptives. Ces différentes notions sont décrites dans l'optique d'un cours, avec à chaque fois un rappel théorique précisant les grandes lignes des connaissances sur le domaine, avant d'envisager leur application à l'approche spécifique multi-senseurs en vol de nuit. On présente dans une cinquième partie quelles améliorations seraient souhaitables pour faciliter le travail cognitif et la part de l'entraînement dans le gain de performance attendue avec ces systèmes.

## 1- AIDES A LA VISION DE NUIT -UN BREF RAPPEL DES SYSTÈMES CLASSIQUES ET DES APPROCHES MULTI-SENSEURS

Les solutions techniques proposées pour rendre les vols de nuit possibles dans les conditions de vision nocturne sont de trois ordres :

1-1 les automatismes de guidage en altitude-route.

Ils déchargent le pilote du risque d'anti-collision avec le sol (système de suivi de terrain). Ces automatismes sollicitent peu l'attention du pilote au niveau perceptif (en

général une visualisation permet de suivre simplement leur bon fonctionnement). Mais ils ont deux inconvénients majeurs: ils ne sont pas discrets (émission radar en suivi de terrain) et ne fournissent aucune vue du monde extérieur pour aider aux prises de décision opportunistes qui font l'intérêt d'embarquer un pilote à bord de l'aéronef. Ils ne peuvent donc être que des solutions d'accompagnement

1-2 les solutions qui présentent une image du monde extérieur sur une visualisation de la planche de bord.

On retrouve dans cette famille :

(i) les solutions classiques électro-magnétiques type radar (parfois appelées aussi électro-optiques) qui présentent un plan réglable en coupe du relief frontal, plus ou moins zoomé, et plus ou moins horizontal en fonction de la distance. Ce sont les solutions les plus anciennes. Elles ne sont pas discrètes et nécessitent une interprétation mentale importante du pilote pour procéder à l'anticollision avec le relief; elles ne fournissent aucune possibilité de voir des détails opérationnels. En bref, elles sont peu efficaces pour les situations opérationnelles autres que les phases de navigation de nuit

(ii) les visualisations du monde extérieur issues de capteurs infra-rouge. Ces visualisations type FLIR (Forward-Looking Infra-Red) fournissent une image efficace de la scène tactique plus que de la scène géographique (réperage de toutes les sources de chaleur); mais ils dégradent le monde extérieur, particulièrement dans la zone des hautes fréquences (détails fins) et ce, d'autant que les niveaux de contrastes atteints sont relativement faibles (Menu, 1989)

(iii) les visualisations synthétiques du terrain survolé, images issues d'une base de données embarquée. Ces images sont de bonne qualité, avec une bonne luminance, mais restent artificielles, simplifiées, et ne contiennent évidemment que les informations de la base de données au moment de sa constitution ou de sa révision. Leur problème est de deux ordres : actualisation (par rapport à la date d'enregistrement) et décalage ou phénomène de dérive (par rapport au relief réel).

Dans les systèmes les plus modernes, on envisage de fiabiliser l'image synthétique du terrain (détection des décalages) en superposant l'image FLIR et/ou en procédant à des vérifications radar. On entre là dans les systèmes typiquement multi-senseurs.

1-3 les solutions qui présentent une visualisation superposée à la vue naturelle du monde extérieur.

Dans ce cas, les systèmes multi-senseurs ont la particularité que l'œil humain devient à la fois acteur et spectateur, jouant le rôle d'un senseur supplémentaire à

intégrer, et celui d'un observateur externe transmettant le résultat au cerveau. On retrouve dans cette famille :

(i) les deux derniers systèmes (FLIR et Image de synthèse) qui se retrouvent superposés par un système de renvoi optique à un viseur tête haute, ou à un équipement de tête. Le pilote voit «à travers» cette image le monde extérieur.

On retrouve également une autre type de système, totalement différent :

(ii) les jumelles de vision nocturne, qui amplifient la luminance de la scène et augmentent ainsi significativement sa visibilité. Là encore, l'image du monde extérieur reste dégradée, appauvrie dans les détails fins et particulièrement vulnérable comme pour les systèmes électro-optiques et le FLIR aux conditions météorologiques.

## 2- INTACTIO DE LA SCÈNE VISUELLE ET REPRÉSENTATION MENTALE

Le cours précédent sur l'image mentale avait montré que l'œil, à l'instar de la caméra, sert de guide aux processus perceptifs. Elle est construite avant l'initiation de la tâche, et évolue avec cette activité en se déformant et en se simplifiant en fonction du résultat des perceptions.

Les processus de perception occupent une place particulière dans ce processus d'accommodation de la représentation mentale aux circonstances réelles. Ils fournissent un aperçu global de la scène dans laquelle se trouve l'aéronef. Même quand la vision directe est limitée, ce monde reste simplifié, amputé de ses détails fins (hautes fréquences), et les détails de taille bien plus grande (basses fréquences). Ces détails fins, bien que souvent utiles au pilotage de la représentation mentale et à son ajustement aux faits réels (détails tactiques, détails de trajectoire, repères au sol, zones dangereuses, i.e.: lignes à haute tension).

Le traitement cognitif de cette amputation de vision est généralement régi par l'intermédiaire de deux stratégies : (Santucci et coll, 1984; Valot et Amalberti, 1989)

La stratégie d'inférence par élimination : il faut récupérer de l'information non visible mais dont le pilote sait la forte probabilité d'existence; un calcul symbolique sur la représentation permet, grâce aux connaissances acquises sur la scène, d'inférer la présence de détails fins ou les objets recherchés; la représentation guide alors la perception vers ces détails moins fins. Au retour, un nouveau processus cognitif inférentiel permet d'estimer la localisation d'objets non visibles, et cette stratégie se traduit par la

nécessité d'une exploration plus large et plus **fréquente** du champ visuel, bien confirmée par les **expérimentations** en champ visuels réduits ou dégradés (Papin et coll, 1981). Il s'agit là d'une **stratégie** de pilote novices en vol de nuit; elle est **risquée** et explique la forte charge de travail du pilote débutant les vols de nuit avec des systèmes multi-senseurs.

-la stratégie de moindre risques: les calculs inférentiels sont coûteux en ressources et sont rapidement remplacés avec l'**entraînement** par des connaissances plus automatisées **intégrés** dans la structure même de la représentation : i.e. : « de nuit, prendre **ses repères** sur les villes, ne plus prendre de repères sur les **forêts**», «deux collines proches de nuit = ligne à haute tension entre les deux = prise d'altitude de **sécurité**», ou encore «ne jamais passer vertical colline de nuit = risque de poteaux, antennes, etc». Dans ce cas la représentation est recodée, accommodée de façon telle à ce que les indices nécessaires à son suivi ne soient plus dans le spectre du non visible. Cette stratégie résulte typiquement de l'**entraînement** et de l'**accommodation** progressive de la représentation utilisée de jour. A terme, chez les sujets très experts, les deux représentations, de jour et de nuit, correspondant à la même mission et au même **terrain** géographique d'activités, diffèrent considérablement avec des prises d'informations et des choix tactiques très différents: c'est là un trait classique de l'**expertise** humaine (i) que de faire d'abord une prise de conscience de ses propres difficultés, ce qui demande toujours du temps et de l'**entraînement**, puis (ii) de s'adapter en fonction de ses propres savoir-faire et de spécifier des nouvelles connaissances à la nouvelle situation (Amalberti & al, 1991).

Les études **réalisées** en aéronautique (Amalberti, 1992) indiquent quelques valeurs **générales** du processus d'accommodation de la représentation. Pour commencer à dériver une représentation stable dans une activité nouvelle, il faut de l'ordre de 30 heures de vol dans les conditions particulières de la situation (mais le caractère **distribué ou massé de l'apprentissage** joue également, et le chiffre **pourrait** tomber aux environs de 20 heures avec un **entraînement trks masse**). Pour stabiliser et spécifier totalement cette représentation, il faut de l'ordre de 100 heures et le processus est sans limitation supérieure (on **peut** toujours spécifier encore plus la représentation). Cet investissement est long, si long que l'on pourrait envisager, comme **dans** bien d'autres **activités** humaines, de quasiment **spécialiser** des postes de pilotes de nuit, **ob**, tout au long d'une affectation, le pilote exercerait son activité aéronautique essentiellement de nuit. Le **bénéfice** serait probablement extrêmement conséquent **pour le caractère** opérationnel de ces vols.

### 3-SYSTÈMES MULTI-SENSEURSET CHARGE DE TRAVAIL

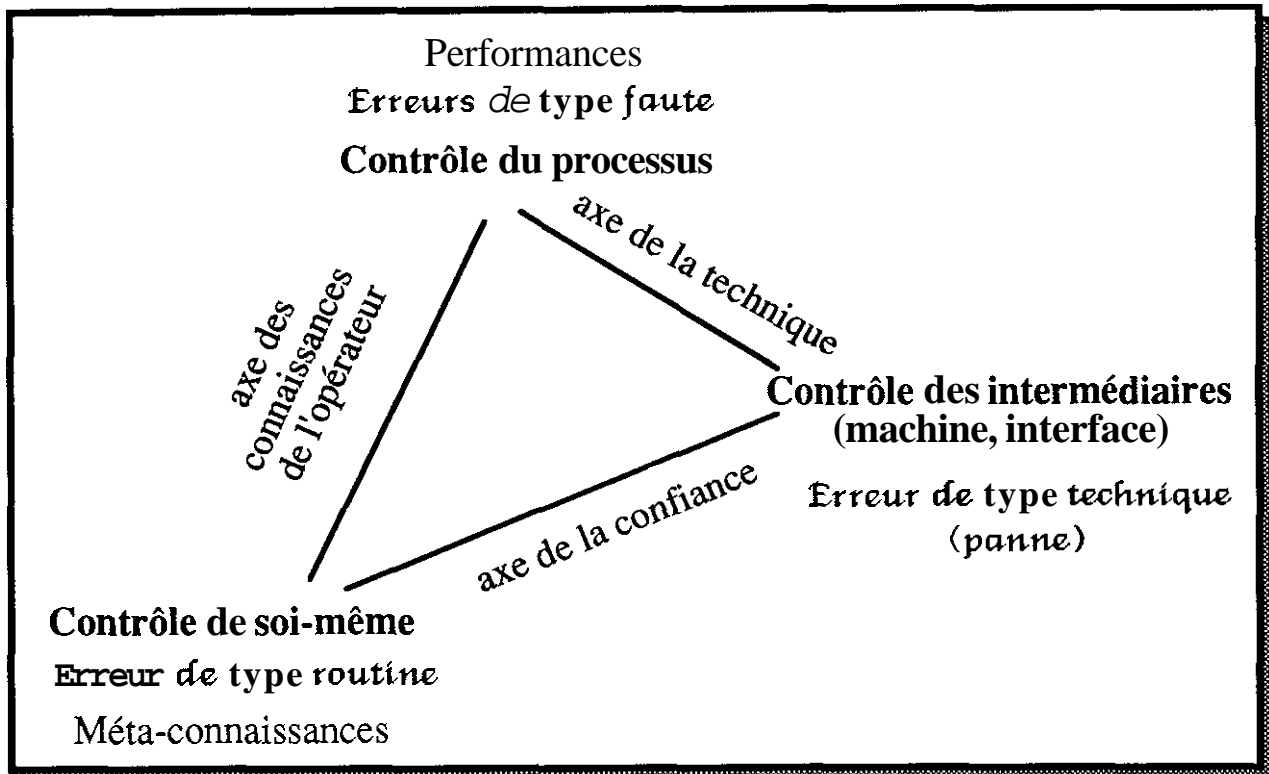
#### 3-1 Rappel sur la charge de travail

**La charge de travail évalue une certaine intensité** du travail (Leplat, 1985). On peut encore parler d'**évaluation** de la pénibilité, ou encore de la fatigue bien que cette dernière notion soit sensiblement différente (la fatigue est la conséquence de la charge).

La charge de travail fut longtemps uniquement appréciée à travers les activités observables de l'individu. Mais les problèmes théoriques se sont **posés** dès que l'on a voulu mesurer la charge de travail mentale du fait de la non-observabilité des activités mentales. Une partie des développements scientifiques n'a alors eu **pour** cesse que de contourner cette difficulté, en essayant d'accéder à d'autres observables, moins évidents que le comportement physique, mais **corrélés** à «la charge de travail **mentale**». Ce fut particulièrement le **cas** de l'étude des **correlats** comportementaux, physiologiques et psycho-physiologiques (mesurer l'EEG, l'EMG, l'ECG, le clignement des paupières, etc...). Le point commun de ces approches reste l'absence de **théorie** sur la charge proprement dite bien qu'elles utilisent des théories locales sur le fonctionnement humain (**par** exemple les **thbries** sur le fonctionnement cardiaque et son adaptation à l'effort ou encore les théories sur la vigilance et leur lien avec la sous-charge de travail) : on ne cherche pas à expliquer l'origine de la charge, on cherche à mesurer une des manifestations de son existence. Les méthodes utilisées sont validées si elles montrent des variations reproductibles du paramètre mesuré quand on impose des contraintes différentes au sujet .

Vers la fin des années 40, les travaux des informaticiens introduisent la **métaphore** du cerveau humain / ordinateur - considéré comme un système de prise et de traitement de l'information symbolique. Ces travaux montrent que l'homme est fortement limité en puissance intellectuelle par les caractéristiques de **son** système cognitif (**par** exemple la **taille de sa mémoire à court terme**, ou encore **ses** capacités attentionnelles: on parle même de canal limité de traitement obligeant l'opérateur à effectuer des traitements strictement sériels). La charge de travail est alors considérée comme la conséquence des saturations des capacités à différents niveaux opératoires.

**Des évolutions** modernes de ces **thbries** introduiront de **sévères** critiques en démontrant la possibilité de traitement parallèles de plusieurs informations dans certaines circonstances et la **possibilité** de stratégies de contournement des limites cognitives. Le concept de charge de travail évoluera alors vers l'idée d'une consommation dynamique de ressources cognitives, avec saturations possibles à certaines étapes clés du traitement. Cette **théorie** introduit également la motivation qui permet à l'opéra-



sance. Les premiers travaux dans cette direction sont probablement dus à Piaget (1974) avec les concepts d'abstraction simple et d'abstraction réfléchissante. L'abstraction simple est la représentation de l'action ou des objets à manipuler dans l'action. L'abstraction réfléchissante est différente : il s'agit de la compréhension par l'opérateur (de la prise de conscience) des raisonnements et actions présentes dans sa représentation de l'action (son abstraction simple).

Le résultat de cette prise de conscience de l'activité est typiquement une élévation du niveau de contrôle de l'activité (Hoc, 1987) qui va servir pour l'opérateur à éviter les domaines dans lesquels il est peu performant, à mieux contrôler les domaines où les actions doivent être précises et bien réalisées, etc.

Vermersch (1976) développe cette perspective Piagetienne de la régulation des actions en l'appliquant au domaine du travail. Il décrit plusieurs registres de fonctionnement, reprenant les caractéristiques des différents stades Piagetiens, chacun correspondant à des raisonnements logiques plus ou moins formels; il fait l'hypothèse que ces différents registres peuvent se retrouver chez l'opérateur en fonction des exigences de la tâche. Il introduit également le concept de nécessaire compromis entre d'un côté un niveau de fonctionnement à fort contrôle et forte abstraction réfléchissante, sans doute idéal en matière de performance, et d'un autre côté la nécessité des économiser en permanence et de travailler au plus faible niveau

d'abstraction. En résumé, le contrôle ego-centré est sous la dépendance d'un niveau d'abstraction plus grand que le niveau de conduite proprement dit. Les méta-connaissances jouent un rôle essentiel dans ce contrôle. L'homme est capable d'organiser le processus pour rester dans le cadre de ses capacités, et de surveiller «logiquement» (sous-entendu utilisant des raisonnements utilisant la logique formelle) l'exécution du travail afin d'éviter au maximum de commettre des erreurs. Mais un tel fonctionnement cognitif est coûteux et doit être utilisé modérément; il est donc réservé aux situations comprises et connues comme potentiellement incidentelles; pour les autres situations, les plus fréquentes dans l'activité, le contrôle conscient est plus succinct; il porte essentiellement sur des étapes clés de l'exécution (concept de contrôle par noeud, Amalberti 1988); dans ce dernier cas l'évitement d'erreur est surtout lié à l'encodage dans la procédure d'action de base (et non dans une procédure de contrôle consciente qui serait d'un niveau plus élevée) de certaines précautions, astuces, redondances, qui limitent le risque d'erreur et le risque de ne pas détecter / récupérer les erreurs si elles sont commises.

> Le contrôle exo-centré : la confiance dans les systèmes.

Une deuxième dimension importante du contrôle de l'activité porte sur les intermédiaires symboliques qui servent à la conduite.

Dès lors se pose pour le conducteur la question centrale de la confiance à cette représentation

teur d'augmenter les ressources qu'il alloue à la tâche au prix d'une diminution de sa **capacité** de réserve et d'une fatiguabilité plus grande.

La psychologie cognitive moderne prolonge cette position en expliquant le mécanisme à partir des savoir-faire de l'opérateur. Plus l'opérateur devient expert pour un **tâche**, plus les processus de récupération et de traitement de l'information deviennent automatiques et économisent de la charge de travail (modèle de Shiffrin et Schneider, 1977). Ce n'est donc pas finalement la quantité des informations à traiter (les flux) qui constitue la difficulté majeure dans la plupart des cas mais leurs « qualité », c'est à dire leurs complexités et leurs familiarités pour l'opérateur. (De Montmollin, 1986).

Enfin, les opérateurs humains refusent en général de voir leur charge de travail augmenter et se rapprocher de ses limites acceptables. La réponse est généralement un changement de niveau d'aspiration dans le résultat de la **tâche**. Par exemple Spérandio (1980) montre que les contrôleurs de la navigation aérienne changent de stratégie quand le nombre d'avions à contrôler augmente afin de réguler leur charge de travail constamment à un niveau acceptable. Ils finissent par ne plus parler qu'aux avions qui présentent un risque de conflit

Ce point est évidemment à considérer quand on analyse les performances du vol de nuit par rapport au vol de jour.

### 3.2 Systèmes multi-senseurs, charge de travail et influence sur le choix des stratégies

La charge de travail augmente mécaniquement avec le vol de nuit pour plusieurs raisons :

- la situation est moins connue, les processus mentaux sont donc moins automatisés et le contrôle conscient doit être plus important.

- la stratégie de proximité, examinée au paragraphe précédent, oblige à considérer perceptivement plus d'informations pour retrouver les informations manquantes. Le champ d'exploration est agrandi et logiquement la charge perceptiverésultante est plus élevée.

- dans le cas des détails mal visibles, l'effort nécessaire pour les percevoir est plus important (allongement du temps de perception). Dans ce cas, le nombre d'informations perçues par unités de temps diminue alors même que le point précédent suggère qu'il faudrait atteindre en vol de nuit un volume de fixations supérieur au vol de jour. Cette pression constante sur la perception se traduit directement par une surcharge perceptive et une fatigue visuelle.

Les premiers résultats opérationnels officiels obtenus en France avec l'utilisation de systèmes de sup-

pléance à la vision nocturne type jumelles de vision nocturne ou **FLIR** laissent penser que le vol avec système de suppléance ne doit pas dépasser 1 heure; le maximum de performance est atteint après 5 minutes de port (systèmes de tête) ou d'utilisation sur le tableau de bord, puis la performance commence à chuter vers 20 minutes d'utilisation. Ces chiffres suggèreraient une organisation opérationnelle de la mission utilisant au mieux les capacités de l'opérateur (éventuellement avec des périodes de non utilisation du matériel de suppléance), prenant ainsi en compte la gestion de la charge et de la fatigue résultante.

-Même avec l'habitude, le surcroît de raisonnements inférentiels nécessaires en vol de nuit pour recaler la représentation mentale participe aussi largement à augmentation de la charge de travail.

## 4-SYSTEMES MULTI-SENSEURS ET MECANISMES DE CONFIANCE

Les problèmes de confiance et de prises de risques sont au centre de l'utilisation de systèmes multi-senseurs de suppléance à la vision nocturne. Une longue introduction théorique rappelle les principaux mécanismes mentaux pour assurer cette confiance.

### 4-1 Mécanismes mentaux de la confiance

Il ne sert à rien d'avoir un très bon niveau de planification et de décision ou un très bon savoir-faire professionnel de gestion de tâche si ces décisions et savoir-faire sont gâchés par des erreurs d'exécution ou par un manque de fiabilité de l'interface et des systèmes.

Ces deux aspects déterminent justement le domaine du contrôle de l'activité défini ici en complémentarité du contrôle du processus lui-même. Il ne s'agit en plus des connaissances nécessaires à la conduite du système, à la planification, à la gestion des tâches, mais il s'agit (i) de se surveiller soi-même dans la réalisation des raisonnements et des actions (contrôle ego-centré) et (ii) de surveiller la qualité de fonctionnement et la fiabilité des intermédiaires graphiques qui servent à la conduite, sans quoi le risque de fonctionner sur des informations fausses pourrait être rapidement dramatique (contrôle exo-centré).

#### >Le contrôle ego-centré

La clé cognitive du contrôle ego-centré est double : **représentation de ses points faibles et des risques liés à ses savoir-faire** d'une part, maintien d'un niveau d'attention suffisant d'autre part.

La représentation de ses savoir-faire et de ses points faibles renvoie au domaine de la méta-connaiss-

fournie par les systèmes, et à travers cette représentation la confiance à accorder aux systèmes eux-mêmes puisque les actions et les feedbacks sur le monde réels vont être totalement médiées par ces systèmes. Schématiquement, la confiance est un des critères de régulation du niveau de contrôle. Si la confiance est faible, l'opérateur doit utiliser en permanence un niveau de contrôle logique, conscient, basé sur les méta-connaissances, mais aussi vecteur de charge de travail, ce qui réduit mécaniquement le champ de son activité. Si la confiance est forte dans le dispositif, le niveau de contrôle peut alléger avec probablement le risque d'erreur de routine si la confiance est trop excessive.

Les mécanismes cognitifs d'établissement de la confiance dans l'usage des systèmes peuvent être répertoriés en trois catégories : (i) l'évaluation du comportement du système en conditions normales, (ii) l'évaluation de la fiabilité du système, et (iii) la tolérance des écarts de la représentation proposée au monde réel.

-(i) l'évaluation du comportement de l'interface en conditions normales, et à travers lui l'évaluation du système tout entier, est une condition clé de l'établissement de la confiance. Par référence aux règles de confiance dans la communication inter-humaine, Muir (1987) définit trois attentes de l'opérateur dans la coopération Homme/machine :

-l'opérateur attend que la machine suive des lois qui permettent une certaine prédictibilité, et donc qui permettent la construction d'une représentation mentale apte à prédire les événements

-le second point rejoint le modèle SRK de Rasmussen (1986). Muir distingue trois types de compétences techniques chez l'opérateur : le savoir théorique, le savoir pratique et la routine journalière. Le système et son interface doivent permettre de travailler au trois niveaux de connaissances, or le travail ne peut devenir routinier (routines journalières) que si le système dégage un niveau de confiance suffisant

-le troisième point est lié aux capacités des machines et à la confiance à donner à des informations calculées par la machine et invérifiables de visu ou par calcul mental. Ce point rejoint l'évaluation de la fiabilité des systèmes.

-(ii) L'évaluation de la fiabilité des systèmes. On retrouve dans l'évaluation de la fiabilité globale des systèmes les résultats suggérés par l'expérimentation de Moray et Lee. Mais ici, la littérature intéresse surtout à l'établissement de la confiance par estimation de la fiabilité des systèmes. Les résultats convergent pour souligner la sur-évaluation de la fiabilité des systèmes et la rapidité de l'installation de cette sur-évaluation puisqu'il suffit de l'absence de pannes pendant les premières interventions sur le système pour que la (sur)confiance soit installée. Ce résultat n'est pas propre à l'estimation du risque lié au système et peut-être généralisé à tous les domaines de la perception du risque .

-(iii) la dernière dimension dans la compréhension des mécanismes de confiance est l'écart tolérable entre représentation du monde et le monde lui-même. Il s'agit là d'un point rarement évoqué dans la littérature mais probablement important. Les représentations graphiques fournissent une représentation fortement réductrice du monde par certains côtés, mais aussi fortement accrue par d'autres aspects (utilisation de capteurs à basse luminosité, de sondes posées à des endroits qui seraient inaccessibles à la vue et à l'estimation, etc.). La représentation fournie est donc une déformation particulière du réel; l'opérateur doit interpréter cette représentation en utilisant une «une fonction de transfert». La stabilité de cette fonction de transfert est une fonction directe de la vitesse et de la qualité d'installation de la confiance.

#### 4-2 Confiance et approches multi-senseurs

Les effets de l'utilisation de systèmes de suppléance à la vision nocturne sur la confiance évoluent en trois phases:

Passé la phase initiale de prise de contact (environ 20 premières heures de vol de nuit), les systèmes multi-senseurs de suppléance à la vision nocturne engendrent un conflit de confiance pour l'opérateur parce qu'ils augmentent ses propres capacités de vision, ces systèmes augmentent la confiance de cet opérateur dans ses propres capacités et dans la prise de risque qu'il peut prendre; le pilote a alors tendance, particulièrement dans le créneau 40 -70 heures de vol, quand il commence à s'habituer au système, à sur-exploiter les capacités du système et à faire une confiance excessive à ses propres possibilités.

Dans une seconde phase, la confiance dans la fiabilité des capteurs, une fois acquise par l'expérience de problèmes vécus, chute rapidement, bien que l'opérateur continue à se servir de ces outils de suppléances. Les stratégies cognitives de contrôle se développent alors de façon excessive, consommant énormément de ressources au détriment du traitement de la situation tactique (les ressources du système cognitif sont en nombre finies); c'est une phase que l'on peut estimer de durée équivalente à la première phase.

Ce n'est qu'au delà que se met en place une relation de confiance dans les systèmes et dans les propres capacités de l'opérateur plus exacte (rôle des méta-connaissances) qui va servir progressivement l'installation d'une performance stable de nuit, avec une prise de risque plus modérée qu'en début d'utilisation. Cette phase se traduit par un investissement nettement plus important dans les préoccupations tactiques.

## 5-CONCLUSION :QUELS RÉSULTATS ET QUELLES SOLUTIONS POUR AMÉLIORER LES SYSTÈMES MULTI-SENSEURS?

### 5-1 quelques résultats d'expérimentation de systèmes «multi-senseurs»

Une expérimentation récente (APIS, 1991) sur les systèmes multi-senseurs intégrant des images synthétique du terrain survolé montre que les pilotes, s'ils avaient le choix préféreraient un système à «vision à travers» (HUD ou casque) à un système multi-senseurs présenté sur la planche de bord.

La moitié des pilotes utilisant des images synthétiques superposées à la vue directe et au HUD n'envisagent ce système qu'avec des commandes d'allègement et de suppression temps réel ou d'accès rapides. Les autres pilotes ne se prononcent pas encore sur ce point. Ce point illustre le risque de masquage du monde extérieur induit par ces systèmes, principalement quand les conditions extérieures présentent un fort éclairement (survol de ville ou de zone de combat).

Le positionnement géographique est difficile sur ces systèmes. Ces difficultés sont bien plus importantes que ne le montrent les résultats objectifs de l'expérimentation; les pilotes réfléchissent tous un long moment avant de se positionner géographiquement sur la zone qu'ils survolaient. Les écarts sont importants en première estimation, puis se réduisent par le raisonnement sur l'histoire du vol mais nécessitent dans ce cas plus de 30 secondes en moyenne pour optimiser la réponse. En bref, ces systèmes n'aident pas à naviguer; leur rôle est plutôt le vol à court terme, la détection d'obstacles et de cibles tactiques. Ce point est important car il y a toujours un risque de dérive dans ces systèmes de suppléance avec une extension abusive de leur emploi qui conduirait à des accidents plus nombreux en début de mise en service. L'introduction des HUD il y a dix ans a connu un cheminement comparable jusqu'à la stabilisation de leur philosophie d'emploi.

Dans le même esprit, la majorité des pilotes considèrent que les présentations multi-senseurs ne permettent pas à elles seules de piloter «à vue» dans les conditions du vol basse altitude- grande vitesse. Il est encore strictement nécessaire d'incorporer des éléments de guidage issus du pilote automatique et du suivi de terrain plus des éléments de pilotage classiques.

La détection des décalages entre systèmes de visualisation à base de terrain synthétique et relief réel s'est avéré difficile pour tous les pilotes, surtout en conditions de brume et quand le relief du terrain survolé était peu accidenté. Le décalage est perçu parfois très tardivement (tolérance de la perception quand la référence et l'image à

comparer sont toutes les deux dégradées dans les fréquences élevées). Mais quand le décalage est perçu, la perte de confiance est immédiate et totale vérifiant ainsi le modèle exposé précédemment.

### 5-2 vol de nuit et aspects généraux de la performance

Le vol de nuit ne met pas simplement en jeu l'altération de la vision. La fatigue liée à la privation de sommeil est un facteur clé qui diminue encore les ressources cognitives disponibles. Les premières heures du jour sont particulièrement critiques puisqu'elles cumulent & la fois la performance minimale du fait du biorythme et la performance minimale du fait de la privation de sommeil accumulée si le pilote n'a pas pris de repos depuis la veille. Ces facteurs peuvent considérablement altérer la performance perceptive et cognitive de base du pilote utilisant les systèmes de suppléances.

Ces effets physiologiques justifient amplement de ne pas considérer le vol de nuit comme un simple prolongement du vol de jour mais d'y préparer les escadrons en adoptant une hygiène de vie compatible avec cette activité, en jouant différemment sur les contraintes habituelles d'un escadron stationné sur une base, en organisant différemment les repos des personnels; en bref, en organisant le travail à l'échelon du collectif et non de l'individu.

### 5-3 Quelles directions pour améliorer le couplage H/M sur ces systèmes

Les solutions possibles pour améliorer un couplage H/M sont toujours de trois natures: agir sur le système, agir sur les opérateurs et agir sur les instructions opérationnelles. L'utilisation de systèmes de suppléance à la vision nocturne n' échappe pas à cette règle.

L'amélioration des systèmes est en cours. Elle ne fait pas l'objet direct de ce cours mais doit évidemment être prise en compte pour l'avenir.

L'amélioration des compétences des opérateurs est un élément clé du succès de ces systèmes. Nous avons vu tout au long du cours que la dérive d'une représentation mentale spécifique, efficace, pour le vol de nuit nécessite plusieurs dizaines et même certaines d'heures d'expérience dans ces conditions. Cette représentation est différente de la représentation du même travail de jour. Pour toutes ces raisons, il semble bien qu'il y ait un gain évident à masser relativement l'entraînement de nuit et à faire qu'il occupe une part non réduite à la portion congrue de l'entraînement journalier (ce qui est encore trop souvent le cas). La création d'unités spécialisées dans le vol de nuit,

effectuant au moins la moitié de leur heures de vol dans ces conditions, serait même tout à fait logique dans cette démarche; les Forces US et Anglaises semblent avoir dans cette perspective une bonne avance sur les pratiques des autres Forces des Armées de l'OTAN.

L'adéquation progressive des instructions opérationnelles est une autre condition du succès à terme de ces systèmes de suppléance. La guerre de nuit est différente de la guerre de jour, et le handicap de la vision touche autant les adversaires que le pilote dans son aéronef. Il est évident que les conditions de combat de nuit ne seront jamais totalement équivalentes aux conditions de combat de jour. Il faut donc cerner ce qui reste effectivement réalisable de nuit dans le cadre tactique, spécifier le **type** de mission à pratiquer, et le niveau d'exigence de la performance dans ce type de mission, afin de ne pas imposer aux pilotes des prises de risque disproportionnées par rapport aux capacités réelles des systèmes technologiques mis à leur service.

## RÉFÉRENCES

- AMALBERTI R. (1988) Pilotes superviseurs et gestionnaires de systèmes complexes, AGARD CP 425, 17.1-17.9
- AMALBERTI R. VALOT C. CACCIABUE C. DECORTIS F. DROZDOWITCZ B. (1991) Modelling preferences in process control : the importance of metaknowledge. in "(eds) Andersen H. Pedersen S. Cacciabue C. Reason J. Cognitive processes and resources, MOHAWC deliverables 3, Risø nat lab, DK, 1-25
- AMALBERTI R. (1992) Safety in flight operations, in (eds) Wilpert B. Qvale Th., New technology, safety and systems reliability, L. Erlbaum Publisher, NY
- HOC J.M. (1987) Psychologie cognitive de la planification, PUF, Paris
- LEFLAT J. (1985) Erreur humaine, fiabilité humaine dans le travail, Collection U, A. Collin, Paris.
- MENU J.P. (1989) dégradation détail fins
- MENU J.P. (1983) Perception visuelle et aides à la vision nocturne, Rev. Med. Aero. spatiale, 22(85)107-111
- de MONTMOLLIN (1986) L'intelligence de la machine, P. Lang, Berne.
- MUIR B. (1987) Trust between human and machines, and the design of decision aids Int. J. Man-machine studies, 27 (5&6), 527-539
- PAPIN J.P. MENU J.P. SANTUCCI G. (1981) Vision monoculaire et vol tactique en hélicoptère, Agard CP312, 21-1-21-14
- PIAGET J. (1974) La prise de conscience, PUF, Paris.
- RASMUSSEN J. (1986) Information processing and human-machine interaction, Amsterdam, North Holland
- SANTUCCI G. MENU J.P. AMALBERTI R. (1984) La prise d'information par le pilote dans les avions de combat futurs, in Advanced high performance aircraft : human factors considerations, AGARD CP371, 10.1-10.7, 1984.
- SHIFFRIN H., SCHNEIDER W. (1977) Controlled and automatic human information processing, Psychological review, 84, 127-190
- SPERANDIO J.C. (1980) La psychologie en ergonomie, PUF le Psychologue, Paris.
- VALOT C. AMALBERTI R. (1989) Les redondances dans le traitement des données, Le travail humain, 52(2), 155-174.
- VERMERSH P. (1978) Une problématique théorique en psychologie du travail : essais d'applications des théories de J. Piaget à l'analyse du fonctionnement cognitif de l'adulte, Le travail Humain, 41, 265-278
- WIENERE. NAGEL D. (1988) Human factors in aviation, Orlando, Academic Press.



# NIGHT VISION DEVICES AND CHARACTERISTICS

H. Lee Task, PhD  
AUCFHV  
Armstrong Laboratory  
Wright-Patterson AFB. Ohio 45433

## SUMMARY

Night vision goggles (NVGs) are widely used to enhance visual capability during night operations. NVGs are basically composed of an objective lens which focuses an image onto the photo-cathode of an image intensifier tube which in turn produces an amplified image that is viewed through an eyepiece lens. There are several versions of NVGs in use and in development. These include the AN/PVS-5, AN/AVS-6, PVS-7, Cat's Eyes, Nite-Op, Eagle Eyes, Merlin, and others. The first section of this paper provides a brief description and characterization of each of these NVGs.

There are several parameters that are used to characterize the image quality and capability of the NVGs. These parameters include field-of-view (FOV), resolution, spectral sensitivity, brightness gain, distortion, magnification, optical axes alignment, image rotation, overlap, beamsplitter ratio, exit pupil diameter, eye relief, and others. Each of these is discussed in the second section of this paper.

## CURRENT NIGHT VISION GOGGLES

In general, all NVGs are similar in that they all have three basic components: an objective lens system, an image intensifier, and an eye lens system. However, there are several ways in which these different components can be designed and configured which vary the trade-off between some of the design parameters.

The heart of any NVG is the image intensifier tube. Both second and third generation tubes are in wide use in fielded systems today. The second generation image intensifier tubes (typically referred to as "gen II") are sensitive to light from about 400 nm to about 900 nm whereas the more sensitive third generation tubes are sensitive from about 600 nm to a little over 900 nm (see figure 1). This compares to a human visual spectral sensitivity that ranges from about 400 nm to 700 nm. The "gen III" tubes are about 4 to 5 times more sensitive to night sky illumination than the "gen II" tubes but they also cost significantly more.

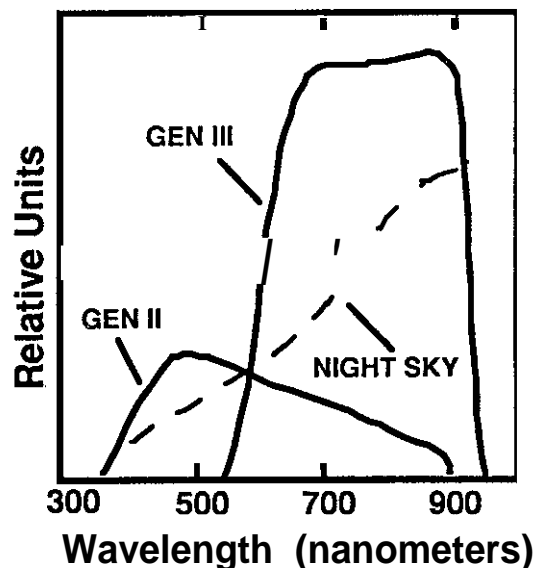


Figure 1. Spectral sensitivity of second and third generation image intensifier tubes.

The following sections provide a brief description of several fielded and developmental NVGs with an abbreviated table of some of their key characteristics.

## PVS-5

The US Army developed the PVS-5 NVGs for use by vehicle drivers and ground troops. When these NVGs were initially fielded they all used a second generation image intensifier tube. Although in later years some have been produced with a so-called "second gen plus" tube which provided about twice the gain as the original gen II tube. There are currently three versions of the PVS-5 (a, b, and c) which vary in their mounting mechanism, objective lens and image intensifier tube characteristics; but they all have the same basic construction. The PVS-5 is composed of two in-line oculars. Each ocular has an objective lens located directly in front of the

image intensifier tube. The objective lens produces an image of the outside scene directly on the photo-cathode of the image intensifier tube. Since the objective lens inverts the image of the outside scene it is necessary to employ a fiber optics "twister" to rotate the amplified image back to an upright orientation. An eyepiece lens is located directly behind the output of the image intensifier and acts as a simple magnifier lens for viewing the output image. The objective lens and eyepiece lens have the same focal length to produce a system with approximately unity magnification. The eyelens is adjustable to accommodate -6 to +2 diopters of correction to compensate for wearers who require eyeglasses.

The housing for the PVS-5 is somewhat bulky with a padded back surface that rests against the face. When originally fielded the PVS-5 was mounted to the head by a series of straps that went around and over the head. Later versions were modified to attach to a flyers helmet and had much of the housing cut out to permit the wearer to view under the NVGs at flight instruments (McLean, 1982). This led to the PVS-5c version. Table 1 is a brief summary of the key characteristics of the PVS-5 NVG.

Table 1. PVS-5 Characteristics

Field-of-view (FOV):	40 degrees circular
Resolution:	20/50 - 20/70 Snellen
Exit pupil:	None
Beamsplitter:	No
Eyelens Adjustment:	-6 to +2 diopters
Weight:	880 gm (31 oz)

The PVS-5 NVG does not have a real exit pupil since it does not use a relay lens. The resolution range shown in Table 1. reflects the range of values that have been published by different authors over the past 10-12 years. Since the image intensifier tube is a key component in limiting resolution it is most probable that the 20/50 Snellen acuity (published in more recent documents) is a result of improved image intensifier manufacturing and design.

AN/AVS-6 (ANVIS)

The ANIAVS-6 or aviator's night vision imaging system (ANVIS) NVGs were developed by the US Army specifically for use in helicopter flying. These were also designed using third generation image intensifier tubes which has led to some confusion in terminology. The ANVIS

NVGs have also been referred to as third gen NVGs and the PVS-5s as second gen NVGs primarily because those tubes came with the original systems. However, second generation plus tubes have been installed in ANVIS type housings so the correct designation should include both the NVG type (e.g. ANVIS or PVS-5) and the image intensifier tube (e.g. second gen, second gen plus, or third gen) to prevent confusion.

The ANVIS NVGs look very much like a pair of binoculars. The fundamental optical design is very similar to the PVS-5 in that an objective lens focuses an image onto the photo-cathode of the image intensifier tube, a fiber optics twister re-inverts the output image that is viewed by a simple magnifier eyepiece lens. The mounting system is substantially different in that the ANVIS was originally designed to attach to a helmet. The mounting system provides adjustments for inter-pupillary distance, tilt, vertical, and fore/aft position. The objective lens was also of a lower F/number (ratio of focal length to diameter of lens) to improve its light gathering capability and thereby increase the overall gain of the NVG. Table 2 is a summary of the key characteristics of the AN/AVS-6 NVG.

Table 2. ANIAVS-6 Characteristics

Field-of-view:	40 degrees circular
Resolution:	20/40 - 20/50 Snellen
Exit pupil:	None
Beamsplitter:	No
Eyelens Adjustment:	-6 to +2 diopters
Weight:	550 gm

AN/PVS-7

In an effort to reduce costs for providing NVGs to ground forces the US Army developed the PVS-7 NVGs. This NVG is unique in that it is biocular: it has one objective lens, one image intensifier but two eyepieces. The objective lens and image intensifier tube configuration is similar to the PVS-5 and ANVIS; however, since the optical system used to split the image for the two eyes re-inverts the image it was not necessary to twist the fiber optics to do the re-inversion. However, a fiber optics conduit was still used (without twist) since it was integral to the manufacture of the tube.

Another significant difference between this NVG and the ones previously discussed is that it uses a relay lens to transfer the image from the output of the image intensifier tube to the eyepiece lenses. This causes the creation of a

real exit pupil (see later section on NVG characteristics). Table 3 is a summary of the key characteristics of the PVS-7 NVGs.

Table 3. PVS-7 Characteristics

Field-of-view:	40 degrees circular
Resolution:	20/40 - 20/50 Snellen
Exit pupil:	10 mm dia
Beamsplitter:	No
Eyelens Adjustment:	-6 to +2 diopters
Weight:	580 gm (w/mount)

It should be noted that the PVS-7 NVGs are not considered suitable for piloting aircraft for safety reasons: if the image intensifier tube fails then the image is lost to both eyes whereas with the PVS-5 or ANVIS if one channel fails the other is still available.

NITE-OP NVGS

The Nite-Op NVG was developed by Ferranti International for the British military as an improvement over the ANVIS NVGs. The basic design is very similar to the ANVIS NVGs but the mounting system is much more ruggedized and the field-of-view is larger. In addition, the eyepiece lenses are much larger in diameter which permits larger eye relief and/or larger mounting/positioning tolerance with respect to the wearer's eyes. Table 4 is a summary of key characteristics of the Nite-Op NVGs.

Table 4. Nite-Op NVGs

Field-of-view:	45 degrees circular
Resolution:	20/40 - 20/150 Snellen
Exit pupil:	None
Beamsplitter:	No
Eyelens Adjustment:	-3.5 to +0.5 diopters
Weight:	750 gm

Cat's Eyes NVGs

The Cat's Eyes were developed and are produced by GEC Avionics in UK. The front end optical system is similar in basic design to the ANVIS but the eyepiece optics are significantly different. These NVGs were designed to provide a see-through combiner (beamsplitter) in front of each eye which allows the wearer to see his instrument panel or head-up display (HUD) directly without going through the image intensifier. This concept was developed to allow

a pilot to view his aircraft HUD without the loss of image quality that might occur if he/she viewed the HUD through the image intensifier system.

However, this design concept requires that the optical path after the image intensifier tube be folded which leads to a smaller obtainable field-of-view. In addition, the beamsplitter reduces the luminance from the image intensifier tube thus reducing the gain of the system. Table 5 is a summary of the Cat's Eyes NVGs.

Table 5. Cat's Eyes NVGs

Field-of-view:	30 degrees <b>w/clipping</b>
Resolution:	20/40 - 20/50 Snellen
Exit pupil:	None
Beamsplitter:	Yes
Eyelens Adjustment:	Norm
Weight:	750-800 gm

The folding of the optical system results in a circular 30 degrees field-of-view with some clipping of the image in the lower right and lower left. This makes the actual FOV appear something like a baseball diamond viewed from above.

EAGLE EYES NVGS

All of the previously discussed NVGs have been fielded and are in use in **military** applications somewhere in the world for either ground or aviator use. The Eagle Eyes NVG designed by Night Vision Corporation is still under development. The unique feature of the Eagle Eyes NVGs is that the optical system for both the objective lens and eyepiece lens are folded to produce a low profile NVG that fits fairly close to the face. In order to do this, the objective lens apertures are spaced further apart than the distance between the **two** eyes producing some stereopsis exaggeration at close distances. The Eagle Eyes are also designed with a beamsplitter eyepiece lens system to permit direct viewing of the HUD and/or instrument panel. Table 6 is a brief summary of the key characteristics of the Eagle Eyes.

Table 6. Eagle Eyes NVGs

Field-of-view:	40 degrees circular
Resolution:	20/40 - 20/50 Snellen
Exit pupil:	None
Beamsplitter:	Yes
Eyelens Adjustment:	None
Weight:	580 gm

Due to the nature of the folding in the Eagle Eyes optical system there is **very** little eye relief and the peripheral vision is reduced. These were the trade-offs to obtain the extremely low profile of these NVGs.

**MERLIN NVGS**

MERLIN (Modular, Ejection-Rated, Low-profile, Imaging for Night) is under development by ITT corporation. It uses two separate, independently adjustable oculars and a unique **image** intensifier tube design. The image intensifier tube and power supply have been repackaged. The tube does not use a fiber optics faceplate or twister which allows for improved resolution. The optical system does employ a relay lens that produces a real exit pupil. The system is designed to fit onto existing HGU-53 and HGU-55 aviator helmets. Table 7 is a summary of the MERLIN characteristics.

Table 7. MERLIN NVGs

Field-of-view:	35 degrees circular
Resolution:	20/35 - 20/40 Snellen
Exit pupil:	10 mm dia
Beamsplitter:	Yes or No (optional)
Eyelens Adjustment:	None
Weight:	800 gm

**OTHER NVG SYSTEMS**

There are several other NVG systems that have been developed but due to their proprietary status they are not discussed here. The systems that have been presented provide a fairly complete coverage of the different approaches (beamsplitter vs beamsplitter; pupil forming vs non-pupil forming; folded vs non-folded optics; biocular vs binocular; fiber optics **twister** vs no twister; etc) that have been tried.

Another device that is closely related to the NVGs and has been retrofit to some NVGs is the NVG-HUD. The NVG-HUD was designed to provide critical flight information symbology overlaid on the NVG FOV. Several different designs have been developed to retro-fit to existing NVGs and there is a desire by some organizations to include the symbology generation capability as an integral part of the NVG for aviation use.

**NIGHT VISION GOGGLES CHARACTERISTICS**

There are many parameters that are used to characterize night vision goggles. This section of

the paper discusses a large number of these parameters and how they relate to vision. Table 8 is a list of these parameters.

Table 8. NVG Design Parameters

Field-of-view	Signal-to-noise ratio
Image quality	Luminance uniformity
Exit pupil size	Luminance level
Eye relief	Luminance gain
Image location	Beamsplitter ratio
Magnification	Fixed pattern noise
Image rotation	Binocular parameters
Distortion	Optical axes alignment

.....

Probably the first parameter that most people are concerned with in an NVG is the field-of-view (FOV). The FOV is the angular subtense of the virtual image displayed to the wearer. This is typically expressed in degrees for both the vertical and horizontal dimensions, or for the diameter of the FOV if it is circular. Another practical problem is the trade-off with resolution (image quality). The image intensifier has a finite number of picture elements (pixels). As the FOV is increased these pixels are spread over a larger angular expanse resulting in a larger angular subtense per pixel which corresponds to a lower angular resolution to the observer. (Note: this is an oversimplification of this trade-off since image quality is more complex than the concept of pixels implies but the general direction of the trade-off is the same: larger FOV means lower visual resolution).

The total NVG FOV can be made larger by making the FOV of each ocular of a binocular NVG partially overlap the other. The visual effects of partial overlap may outweigh the value of the extended horizontal FOV if the overlap is too little. At least one study suggests that there is little performance difference between 100% overlap and 80% overlap for visual recognition performance (Landau, 1990) implying that an 80% overlap binocular NVG may be a good compromise **between** the need for larger FOV without impacting visual performance.

**Image Quality**

Image quality is a complex subject that involves several other parameters (Task, 1979). Probably the key indicator of image quality is the modulation transfer function (MTF) of the display which describes how much contrast is available

as a function of spatial frequency (detail). Two parameters related to the MTF are gray-shades (contrast) and resolution (maximum spatial frequency that can be seen or "resolved"). For simplicity, the resolution of a display relates to the number of pixels. As noted earlier, the resolution tends to decrease as FOV increases which implies that image quality also decreases with increasing FOV; another trade-off of two desirable attributes.

There are some practical problems in measuring the resolution of the NVGs. The simplest approach to measuring resolution is to have a trained observer look through the NVGs at a calibrated test pattern under controlled lighting conditions. However, the results obtained still depend on the visual capability of the observer and on the type of test pattern used. Probably the most popular test pattern for determining resolution is the USAF 1951 Tri-Bar resolution pattern. Others that have been used include a Landoit "C," a tumbling "E," a standard **Snellen** chart, sine-wave gratings and more recently a test pattern made up of **patches** of square-wave gratings of different spatial frequencies (US Pat No. 4,607,923). These different approaches yield somewhat different results.

It should also be noted that the resolutions listed in the previous tables were all for ideal lighting conditions. As the light level is significantly reduced the resolution of the NVGs drops considerably (**20/200 Snellen** acuity or lower).

### Exit Pupil

Most NVGs do not have a real exit pupil since they do not use relay optics. The exit pupil is the image of the stop of the optical system. An exit pupil is formed as a result of using relay optics to produce an intermediate image plane which is then viewed by an eyepiece lens. This is in contrast to a simple magnifier optical system which uses a single lens system (no intermediate image) and therefore does not produce a real exit pupil. In a darkened room with the NVG activated the exit pupil can be observed by placing a piece of white paper near the designed eye position. If the NVG forms a real exit pupil then a circular spot of light will be observed imaged on the paper. As the paper is moved closer to and further away from the optical system there is a point at which the disc of light has a minimum diameter with sharply defined edges. The diameter of this disk of light is the diameter of the exit pupil of the system (Self, 1973).

When the eye pupil is fully within the exit pupil of the NVG then the entire FOV is observed; if the eye pupil is only partially in the exit pupil (and the exit pupil is unvignetted) then the observer will still see the entire FOV but it will be reduced in brightness. This can be particularly disconcerting for NVGs used in high performance aircraft because the pilot may not know whether he is starting to lose the exit pupil or if he is starting to get visual "grey out" from high acceleration maneuvers. Once the eye pupil is outside the exit pupil then none of the NVG FOV can be seen. It should also be noted that the NVG FOV may become vignetted (lose part of the image) if the eye pupil is too close to or too far away from the exit pupil.

From a visual capability standpoint it is important for the exit pupil to be as large as possible to ensure the eye pupil will remain within it to permit viewing of the NVG. However, large exit pupils typically come only at the expense of greater size of optics and weight on the head. In addition, if the FOV is very large then the eye must rotate to view the edge of the display. Since the eye rotates about a point within the eye, the eye pupil moves within the NVG exit pupil. If the NVG exit pupil is not large enough then it is possible for the entire display to disappear every time the observer tries to move his eyes to view the edge of the display. Exit-pupil-forming optical systems also increase the difficulty of making accurate adjustments for binocular or biocular NVGs in that each eye pupil should be centered in each exit pupil of the NVGs.

### Eye Relief

The eye relief is the distance from the exit pupil to the nearest part of the NVG optical system. If the NVG is non-pupil-forming then the eye relief is the distance from the NVG optical system to the furthest back position of the eye where the eye can still see the entire FOV of the NVG.

As with so many other NVG parameters, larger eye relief usually means larger and heavier optics. The reason for having a large eye relief is to allow the use of eyeglasses with the NVG (Self, 1973; Task et al, 1980).

### Image Location (optical image distance)

All NVGs produce a virtual image which is viewed by the observer. The virtual image is produced at an optical distance that depends on the adjustment of the eyepiece (if the NVG has an adjustable eyepiece). For NVGs that do not have

an adjustable eyepiece the virtual image is typically adjusted for near infinity. The adjustable eyepiece was provided to allow the wearer to set his eyeglass prescription (spherical power) on the eyepiece so he would not require eyeglasses to see the NVG image clearly.

#### Luminance Level

The luminance of the NVG image depends both on the luminance of the image source and the transmission efficiency of the optical system (note: it does NOT depend on the amount of magnification since it produces a virtual image). For NVGs that use a combiner the NVG image luminance level also depends on the combiner (beamsplitter) reflectance and transmittance coefficients.

#### Binocular Parameters

There are several other parameters that become important if the NVG is binocular. These include inter-pupillary distance (IPD-the distance between the exit pupils of the two oculars), image alignment between the two oculars, luminance balance, magnification balance, and image rotation balance.

There are several undesirable visual effects that may occur in binocular NVGs. Those include binocular disparity (retinal rivalry) due to luminance imbalance, image misalignment, accommodation differences, and/or (differential distortion. When binocular disparity is sufficiently severe the observer may see double images or may suppress one of the two disparate images. A more insidious problem is when the binocular disparity is not large enough to cause a loss of image fusion but is enough to result in "eye strain" or visual fatigue. This can lead to headache or nausea during extended use but may not show any effects for short term use.

There have been some efforts to define the limits for these types of parameters (Self, 1973 and 1966; Landau, 1990).

#### Luminance and luminance gain

In most of the literature relating to NVGs these parameters are usually referred to as brightness and brightness gain. However, since luminance is what one measures and brightness is the visual sensation that one sees it is more appropriate to use the terms luminance and luminance gain for these parameters.

Night vision goggles are essentially light amplifiers, they cannot work in complete darkness. However, they do have a different spectral sensitivity than the human eye which makes the concept of luminance gain a little more difficult to define. For example, the eye cannot see light at 900 nanometers but the NVGs are very sensitive to light in this wavelength range. Since luminance gain is the ratio of output luminance to input luminance and since luminance is only defined for the spectral sensitivity of the eye, it is possible to obtain an infinite luminance gain for a 900 nanometer input source (i.e. the luminance of any amount of light at 900 nanometers is zero since the eye is not sensitive to this wavelength but this will produce a non-zero output luminance; dividing output by the input results in dividing by zero producing an infinite gain). To overcome this problem it is necessary to define a specific spectral distribution for the input light source which does have a non-zero luminance. A blackbody radiator at 2856K was selected since it is a standard lamp source and has a spectrum that closely approximates night sky illumination. This is the same standard source that was selected by the US Army for measurement of the image intensifier tubes that are contained within the NVGs.

The luminance gain is usually measured for a specific input luminance since the gain can change with input level. The luminance output is measured on axis at the highest input luminance.

#### Luminance uniformity

Due to the fiber optics and light fall-off with angle typical of lens systems the central part of the field-of-view of the NVG image is usually of higher luminance than the edge of the FOV. This is measured by scanning with a photometer across the entire FOV to obtain a luminance profile of the NVG image. Uniformity can be specified by comparing the luminance at the center of the FOV with the luminance at a specified off-axis angle (e.g. 18 degrees off axis for the 40 degree FOV NVG). The uniformity is then expressed as a ratio of center luminance to edge luminance (e.g. 3:1).

#### Distortion, image rotation, magnification, and input/output optical axes alignment

These four parameters are grouped together because they can be measured using the same basic set-up and data. The different quantities

are obtained by performing different analyses on the data.

Distortion is probably the most difficult parameter because there are several types of distortion that the NVGs may incur. The optical system may cause barrel or pincushion distortion and the fiber optics twister (which is in many but not all NVG designs) may produce shear effects or "S" distortion. Of all of these, the procedure herein described is primarily directed at the "S" distortion although evidence of shear and barrel distortion may also be detected. "S" distortion originates in the fiber optics plug which is used to invert the image on the image intensifier. The fused fiber optics plug is heated and twisted approximately 180 degrees. The "S" distortion is so named because there is usually a small amount of residual effect due to the twist that produces an "S" shaped curve for a straight line input. The more the line departs from a straight line the worse the distortion.

As noted above, the fiber optics plug is twisted through approximately 180 degrees but may be somewhat more or *less* than a true 180 degree twist. Any departure from a perfect 180 twist will result in the output image rotated compared to the input image. This effect may also be enhanced by inaccurate alignment of mirrors in a folded optical system.

Most NVGs are designed to have unity magnification. However, if there is a mismatch between the objective lens of the NVG and the eyepiece lens it is possible to have a small amount of magnification (or minification).

Since the combination of objective lenses, folding optics, image intensifier and eyepiece lenses is relatively complex, it is possible to have a mismatch between the input optical axis and the output optical axis. Thus objects that are at a particular field angle in reality may appear at a different field angle through the NVGs.

Many of these effects discussed are typically not a significant problem by themselves or for a single ocular. But the combination of a small amount of distortion, rotation, magnification and/or misalignment in one ocular with a different amount (and direction) of these effects in the other ocular may result in a significant binocular rivalry problem.

A complete description of the procedures for measuring these parameters is beyond the scope of this paper but can be found in Task et al (1989).

### Signal-to-Noise Ratio

Typically the signal-to-noise ratio (SNR) is not specified or measured for the NVG as a whole but rather is specified as a parameter of the image intensifier tube by itself. The SNR is a measure of how much scintillation appears in the NVG. The lower the SNR the noisier the image looks and the poorer the image appears. The details of measuring SNR are beyond the scope of this paper: suffice to state that in general, observed resolution is poorer for lower SNR tubes (Riegler, et. al.; 1991).

### BIBLIOGRAPHY

Brickner, Michael S., "Helicopter flights with night-vision goggles -- human factors aspects," NASA Technical Memorandum 101039, March 1989.

Levine, Richard R. and Rash, Clarence E., "Visual acuity with ANIPVS-5A night vision goggles and simulated flashblindness protective lenses under varying levels of brightness and contrast," US Army Aerospace Medical Research Laboratory (USAARL). Fort Rucker, Alabama, report No. 89-16, July 1989.

Landau, Francine, "The effect on visual recognition performance of misregistration and overlap for a biocular helmet mounted display," in Helmet-mounted displays II, Proceedings of SPIE 1290, April 1990.

Lewandowski, Ronald J., Ed., Helmet-Mounted Displays II, Proceedings of SPIE 1290, April 1990.

McLean, William E., "Modified faceplate for ANIPVS-5 night vision goggles," US Army Aeromedical Research Laboratory (USAARL), Fort Rucker, Alabama, report No. 83-1, October 1982.

National Bureau of Standards, "Criteria for evaluating image quality of night vision devices," Report No. PB-257 171, August, 1974.

Riegler, J. T., Whiteley, J. D., Task, H. L. and Schueren, J., "The effects of signal-to-noise ratio on visual acuity through night vision goggles," March 1991, AL-TR-1991-0011

Self, H. C., "The construction and optics problems of helmet-mounted displays," in A symposium on visually coupled systems;

development and application, AMI) TR-73-1, September 1973.

Self, H. C., "Optical tolerances for alignment and image differences for binocular helmet-mounted displays," AAMRL-TR-86-019, May 1986.

Task, H. Lee, "Optical and Visual Considerations in the design and specification of Helmet-Mounted Displays," Society for Information Display International Symposium Digest of Technical Papers, Vol XXII, pp297-300, Anaheim, California, May 6-10, 1991.

Task, H. L., Hartman, R., and Zobel, A., "New methods for night vision goggle test and evaluation," paper published in proceedings of Test Technology Symposium III held at Johns Hopkins University Kossiakoff Conference and Education Center, Laurel, Maryland, 19-21 March 1990.

Task, H. Lee, "An evaluation and comparison of several measures of image quality of television displays," AAMRL-TR-79-7.

Task, H. Lee, Kocian, Dean F., and Brindle, James H., "Helmet mounted displays: design considerations," in Advancement on visualization techniques, Hollister, W. M. (Ed.), AGARDograph No. 255, Harford House, London, October 1980.

Wiley, R. W., Glick, D. D., Bucha, C. T., Park, C. K., "Depth Perception with the AN/PVS-5 night vision goggle," USAARL report No. 76-25, July 1976.

# COCKPIT/NVG VISUAL INTEGRATION ISSUES

H. Lee Task, PhD  
 AL/CFHV  
 Armstrong Laboratory  
 Wright-Patterson AFE. Ohio 45433

## SUMMARY

This paper is divided into two main sections: Visual significance of Night Vision Goggles (NVG) characteristics and **Cockpit/NVG** integration issues. The first section deals with the relationship between the NVG characteristics discussed in the previous paper and visual capability. The second section explores several issues associated with successfully integrating the NVG with the aircraft cockpit for optimum system performance.

this is somewhat misleading since the visual acuity over this range is quite varied. Only the central 3-5 degrees provides high-acuity vision; the visual acuity drops off quite rapidly outside of this area. This means that for a 40 degree FOV NVG some of the resolution on the display is not being used by the visual system; but the "extra" FOV is important for providing peripheral vision information.

### VISUAL SIGNIFICANCE OF NVG CHARACTERISTICS

Table 1 is a listing of the NVG parameters discussed in the previous paper paired with the visual parameter that it is most closely related to. Each of these is discussed in the following sections.

The total FOV may be increased by partially overlapping the two NVG oculars as noted in the previous paper. At least one study suggests that there is little performance difference between 100% overlap and 80% overlap for visual recognition performance (Landau, 1990) implying that an **80%** overlap binocular NVG may be a good compromise between the need for larger FOV without impacting visual performance. However, in real NVG oculars there are other factors that may produce undesirable binocular effects in the overlap region. If the oculars have a significant center to edge luminance non-uniformity then this could result in a binocular luminance imbalance for parts of the overlap image region. Barrel or pincushion distortion may not be noticeable for fully overlapped oculars but if they are only partially overlapped then the distortion may result in a mismatch between corresponding points in the two oculars (Self, 1986) producing binocular rivalry.

Table 1. NVG and Vision Parameters.

<u>NVG PARAMETERS</u>	<u>VISION PARAMETERS</u>
Field-of-view	Visual field
Image quality	Visual acuity
Exit pupil size	Eye pupil diameter
Eye relief	Eyeglasses
Image location (focus)	Accommodation
Luminance level	Brightness
Luminance gain	Visual acuity
Luminance uniformity	Image perception
Beamsplitter ratio	Image perception
Distortion	Image perception
Magnification	Binocular effects
Input/output align.	Binocular effects
Image rotation	Binocular effects
Fixed pattern noise	Masking/distraction
Signal-to-noise ratio	Visual acuity

### Image Quality

The visual parameter corresponding to image quality (resolution & contrast) is visual acuity. Normal visual acuity for the human eye is approximately one minute of arc for high contrast, brightly lit targets. However, this acuity is reduced for lower light levels such as those found in the NVG display (maximum of about 1 to 2 foot-Lamberts with typical operational luminances much lower). If one were to match the display image quality to the human eye, a first order design might result in a pixel on the display subtending an angle of one minute of arc. For an image source consisting of 500 by 500 pixels, this

---

### FOV

The visual parameter that corresponds to the NVG FOV is the human eye's visual field which is approximately 200 degrees horizontally and 120 degrees vertically (Wells et al, 1989). However,

would mean an angular subtense of the entire display of 500 minutes of arc, or  $500/60 = 8.3$  degrees. While this NVG might result in good image quality to the human eye, it would be an extremely small display. Most NVGs provide a FOV that results in an angular resolution larger than one minute of arc suggested by human visual acuity.

### Exit Pupil

When the eye pupil is fully within the exit pupil of the NVG then the entire FOV is observed; if the eye pupil is only partially in the exit pupil (and the exit pupil is unvignetted) then the observer will still see the entire FOV but it will be reduced in brightness. This can be particularly disconcerting for NVGs used in high performance aircraft because the pilot may not know whether he is starting to lose the exit pupil or if he is starting to lose consciousness from high acceleration maneuvers. Once the eye pupil is outside the exit pupil then none of the NVG FOV can be seen. It should also be noted that the NVG FOV may become vignetted (lose part of the image) if the eye pupil is too close to or too far away from the exit pupil.

From a visual capability standpoint it is important for the exit pupil to be as large as possible to ensure the eye pupil will remain within it to permit viewing of the NVG. However, large exit pupils typically come only at the expense of greater size of optics and weight on the head. In addition, if the FOV is very large then the eye must rotate to view the edge of the display. Since the eye rotates about a point within the eye, the eye pupil moves within the NVG exit pupil. If the NVG exit pupil is not large enough then it is possible for the entire display to disappear every time the observer tries to move his eyes to view the edge of the display. Exit-pupil-forming optical systems also increase the difficulty of making accurate adjustments for binocular or biocular NVGs in that each eye pupil should be centered in each exit pupil of the NVG.

### Eye Relief

As with so many other NVG parameters, larger eye relief usually means larger and heavier optics. The reason for having a large eye relief is to allow the use of eyeglasses with the NVG (Self, 1973; Task et al, 1980). The eyeglasses may be for visual correction, eye protection or both.

### Image Location

In order to obtain good image quality the eye lens must focus at the same optical distance as the virtual image produced by the eyepiece. For young eyes which have a fairly large accommodative range there is a tendency to set the focus (for NVGs that have eye-lens diopter adjustment) so that the image is too near. The image may look clear but long term wear of the NVGs with the image at a close distance may lead to visual fatigue. For night operations it makes sense to have the NVG image focussed at the same distance as the aircraft panel instruments to minimize the time required to visually switch between looking at the NVG and looking at flight instruments.

### Luminance Level

Brightness is the visual sensation or perception that corresponds to luminance. The luminance level has a significant effect on the pupil diameter of the eye; a higher light level means a smaller pupil diameter and vice versa. The visual acuity of the human eye also varies with eye pupil diameter (Farrell & Booth, 1984). However, for NVG applications the luminance must be kept reasonably low to match cockpit lighting levels for night operations. Thus the resolution observed on the NVG may well be a result of a combination of the inherent resolution of the NVG and the limits of visual acuity of the eye at low light levels.

There isn't a direct visual analog to luminance gain. However, the higher the gain of an NVG for a given ambient lighting level then the higher the output luminance, which should result in higher visual acuity. A study by Levine and Rash (1989) stated that an 80% reduction in output luminance (equivalent to an 80% reduction in gain) by using a filter did not result in a statistically significant reduction in visual acuity. However, for starlight conditions their data showed a 37 percent reduction in visual acuity (not statistically significant) which is a rather substantial loss.

Luminance uniformity is probably not a critical factor for visual performance or acceptance providing the luminance variation is gradual and not excessive. A ratio of 3:1 center to edge luminance variation in NVGs is not unusual. However, if the two NVG oculars are used in a

partial overlap mode to increase the horizontal **FOV** then the luminance uniformity might be of more concern since this would produce a binocular luminance mismatch between the two eyes.

Distortion, image rotation, magnification, and input/output optical axes alignment

These four geometric mapping parameters are grouped together since, with the exception perhaps of distortion, they are all primarily a problem **only** for binocular systems. If a monocular image is slightly rotated, or slightly different from unity magnification or slightly shifted in position (optical axes alignment) it **really** doesn't affect the visual system. However, if the image in **one** eye is rotated relative to the image in the other eye at some point the amount of rotation is sufficient to cause the visual system to be unable to **fuse** the two images. This could result in double images or in suppression of **one** of the images. Similar effects occur if there is a mismatch between the two eyes due to distortion, magnification, or image position differences between the two oculars.

There may also be a **less** obvious effect due to geometric image mismatch. If the differences are not sufficient to cause image suppression or double imaging they still may be sufficient to cause eye fatigue, nausea, and or headaches when these slightly disparate images are viewed for a long period of time.

In addition, the distortion effects may produce undesirable illusions or image motion for dynamic viewing situations (such as landing).

These four parameters need to be specified based on their effects on binocular vision and not on their individual monocular effects.

Signal-to-noise ratio (SNR)

**SNR** primarily affects visual acuity. Riegler et. al. (1991) published a study showing the effect of **SNR** level on visual acuity for different luminance levels and contrasts using **NVGs**. Four **PVS-7** image intensifier tubes were used that ranged in value from a **SNR** of 11.37 to 17.92. **As** might be expected the largest visual acuity differences were due to changes in contrast of the targets and light level. However, there was a significant effect due to the **SNR** of the tubes. The increase in visual acuity going from a **SNR** of 11.37 to 17.92 depended on the contrast and lighting conditions. For the low contrast (20%), low luminance (1% moon) the improvement in visual acuity was about 27% for the higher **SNR** tube. But for the high

contrast (95%) high luminance (25% moon) the improvement was only about 10%.

Beamsplitter (combiner) ratio

The **NVG** beamsplitter (if **one** is used) is not designed to superimpose the **NVG** image on the **real** world **scene** but rather is intended to permit direct viewing of the aircraft HUD undegraded by the image intensifier system. This is accomplished by turning the **NVGs** off when viewing the HUD and turning them back on when viewing through the windscreen (the **on/off** switching is done automatically). But, as its name implies, the beamsplitter splits the light **so** that there is a reduction in luminance coming from the HUD (due to the transmission coefficient of the beamsplitter) and a reduction in luminance coming from the image intensifier (due to the reflection coefficient of the beamsplitter). In general the reflection and transmission coefficients must add up to a number **less** than **one** (assuming the beamsplitter coating is neutral with respect to wavelength). This results in a direct trade-off: higher transmission means the HUD will be easier to **see** but also means lower reflection coefficient which results in a lower **NVG** scene luminance. For best results the beamsplitter probably cannot **vary** too much from a 50-50 split (same transmission and reflection coefficient).

Fixed pattern noise

This parameter primarily refers to the visible structure of the fiber optics twister or faceplate (if fiber optics are used in the image intensifier tube). The fiber optics production method results in a hexagonal pattern (also called "chicken wire" for this reason) that may become visible under higher lighting conditions. This acts as a distraction or masking pattern when trying to observe the **NVG** image. At present there is not a good means of quantifying this parameter and little data on the significance of this parameter with respect to visual performance. Typical specifications state that the "chicken wire" shall not be objectionable.

**COCKPIT/NVG INTEGRATION ISSUES**

Since **NVGs** do not attach to any part of the aircraft it is usually assumed (incorrectly) that there really are no integration issues. In fact there are several potential integration problems a few of which are described herein.

### Cockpit lighting

One of the earliest and most obvious **NVG** cockpit integration problems was the incompatibility of the NVGs with standard cockpit lighting. Most cockpit lighting is produced by incandescent bulbs filtered to produce red, white or **blue-white** lighting (depending on aircraft) for unaided night flying. The filtered incandescent lights, however, emit tremendous amounts of near infra-red energy to which the NVGs are very sensitive (700nm to 900nm). This produces considerable light pollution in the cockpit for the NVGs. The result is much like sitting in a well-lit room trying to look outside at night; the reflected light from the window is far greater than the meager light from outside coming through the window so one only sees the room reflections in the window instead of **outside**.

Several techniques have been developed to reduce or eliminate this problem (Holly, 1980; Task & Griffin, 1982; Mil Specification Mil-L-85762). These techniques include using filters to remove the near infra-red, using baffles to redirect the light away from the **windscreen**, and using alternate lighting sources such as electro-luminescent lighting (which has a very low infra-red component). It should be noted that just filtering the incandescent light and making it blue-green does NOT mean that the filter has removed the offending infra-red light. Many plastic filters that make the incandescent lighting appear blue-green are almost totally transparent in the 700-900 nm range so one must be careful in selecting filters for this purpose.

The phrase "NVG compatible" when referring to aircraft interior and exterior lighting has taken on at least two meanings. There is no question that the Mil-L-85762 lighting specification intent is to insure that the cockpit is illuminated with light that is visible to the unaided eye but is as invisible as possible to the NVGs. In the case of exterior lighting it is desirable to have lighting that is visible through the NVGs and to the unaided eye but insure that it does not "overpower" the NVGs.

Yet a third meaning of "NVG compatible" is for the light source to be visible ONLY to the NVGs and not to the unaided eye such as in aircraft landing lights for covert operations. Given these different interpretations of the phrase "NVG compatible" it is recommended that one be explicit in defining exactly what level of NVG visibility is desired.

### Aircraft head-up display

Here again is another area in which "NVG compatible" is ill-defined. For some applications it may be desirable to be able to see the HLID image

through the NVG image intensifier system (for non-beamsplitter NVGs) in which case one would like the NVGs to be able to "see" the light from the HUD. For other applications where the NVG has a combiner for viewing the HUD directly it is desirable to have the NVG be totally insensitive to the HUD image to prevent double imaging (direct view and NVG view). A further concern with some recent NVG designs is that the objective lens of the NVG may not be located in a position where it can see the HUD.

If the NVGs are to be used to view the HUD symbology then the symbol sizes need to be sufficiently large so that the resolution of the NVGs can still permit the pilot to easily read the symbols. This means the HUD symbol sizes should be absolutely no smaller than 20/60 (15 minutes of arc) and preferably larger.

Another issue of NVG and HUD compatibility is the transmission coefficient of the HUD combiner. The HUD image is produced by reflection from a combiner located directly in front of the pilot. This combiner therefore reduces the amount of light that is available for NVG viewing when looking through the combiner (even with the HUD off) due to the transmission coefficient of the combiner. The transmission coefficient may be 50% or less which means the scene viewed through the combiner will appear significantly darker than looking around the combiner. If the HUD is "on" it is even more difficult to view through the HUD due to the radiance of the HUD symbology.

### Aircraft windscreen

There are several separate integration issues associated with the aircraft windscreen. The most obvious is the spectral transmission of the windscreen. Most windscreens are designed with the visible wavelengths (400-700nm) in mind. Some windscreens do absorb light in the very near infra-red where the NVGs are most sensitive (700-900nm). This can significantly reduce the effective gain of the NVGs. Transmission coefficients for windscreens measured at their installed angle can range from 70% down to 20% or less depending on the aircraft and viewing angle through the windscreen. As the viewing angle is steeper (toward the lower, forward part of the windscreen) the percent transmission is lower. This is unfortunate since for many applications this is the part of the windscreen that is most critical for air-ground target acquisition and landing.

Another area of integration concern has to do with the aperture of the NVG objective lens. When

a pilot views through a windscreen with unaided vision his eye pupil is on the order of 2 to 4 mm in diameter (daylight through early evening lighting). Thick, curved, plastic windscreens don't affect the pilot's visual acuity because his eye pupil is relatively small (ray bundle sizes are limited by the pupil). However, if a larger size aperture is used for imaging (such as an NVG objective lens) then the size of the windscreen over which the wavefront aberrations are averaged is larger and the potential for reduced clarity is greater. This is typically not a problem for flat glass or thin glass windscreens but for the more recent bird-strike resistant windscreens made of curved plastic it is a very real concern. The effect of the interaction on the larger NVG aperture with the windscreen is lower effective system resolution.

A third area of concern has to do with simple geometry. The NVGs protrude from the face by a considerable distance (as much as 8 inches). For small cockpits this can become a problem as pilots try to look out to the side where there is not much clearance with the windscreen. The NVGs can hit the windscreen causing scratches and not making the pilot very happy either.

Some NVG designs position the objective lens higher or further off to the side than the natural eye position. Windscreens are designed around a "design eye" and all optical quality measurements are made from this nominal viewing box. Since the NVG objective lens may be located at a significantly different position there may be a considerable decrease in optical quality due to the windscreen. In particular, if the objective lens is higher and therefore closer to the slanted windscreen, it will be looking through the windscreen at a steeper angle which tends to reduce transmission and to enhance distortion effects.

#### BIBLIOGRAPHY

Brickner, Michael S., "Helicopter flights with night-vision goggles -- human factors aspects," NASA Technical Memorandum 101039, March 1989.

Department of Defense, Military specification: Lighting, aircraft, interior, night vision imaging system compatible, MIL-L-85762, Washington, DC 1986.

Farrell, R. J. and Booth, J. M. DESIGN HANDBOOK FOR IMAGERY INTERPRETATION EQUIPMENT, D180-19063-1, Boeing Aerospace Company, Seattle, Washington, reprinted February, 1984.

Holly, F. F., "A night vision goggle compatible lighting system for Army aircraft," USAARL LR-80-4-2-2, Fort Rucker, Alabama, 1980

Levine, Richard R. and Rash, Clarence E., "Visual acuity with AN/PVS-5A night vision goggles and simulated flashblindness protective lenses under varying levels of brightness and contrast," US Army Aerospace Medical Research Laboratory (USAARL), Fort Rucker, Alabama, report No. 89-16, July 1989.

Landau, Francine, "The effect on visual recognition performance of misregistration and overlap for a biocular helmet mounted display," in Helmet-mounted displays II, Proceedings of SPIE 1290, April 1990.

Lewandowski, Ronald J., Ed., Helmet-Mounted Displays II Proceedings of SPIE 1290, April 1990.

McLean, William E., "Modified faceplate for AN/PVS-5 night vision goggles," US Army Aeromedical Research Laboratory (USAARL), Fort Rucker, Alabama, report No. 83-1, October 1982.

National Bureau of Standards, "Criteria for evaluating image quality of night vision devices," Report No. PB-257 171, August, 1974.

Riegler, J. T., Whiteley, J. D., Task, H. L. and Schueren, J., "The effects of signal-to-noise ratio on visual acuity through night vision goggles," March 1991, AL-TR-1991-0011

Self, H. C., "The construction and optics problems of helmet-mounted displays," in A symposium on visually coupled systems: development and application, AMD TR-73-1, September 1973.

Self, H. C., "Optical tolerances for alignment and image differences for binocular helmet-mounted displays," AAMRL-TR-86-019, May 1986.

Task, H. Lee, "Optical and Visual Considerations in the design and specification of Helmet-Mounted Displays," Society for Information Display International Symposium Digest of Technical Papers, Vol XXII, pp297-300, Anaheim, California, May 6-10, 1991.

Task, H. L., Hartman, R., and Zobel, A. "New methods for night vision goggle test and evaluation," paper published in proceedings of Test Technology Symposium III held at Johns Hopkins

University Kossiakoff Conference and Education Center, Laurel, Maryland, 19-21 March 1990.

Task, H. L. and Griffin, L. L., "PAVE LOW III: Interior lighting reconfiguration for night lighting and night vision goggle compatibility," Aviation, Space, and Environmental Medicine, pp1162-1165, December 1982.

Task, H. Lee, "An evaluation and comparison of several measures of image quality of television displays," **AAMRL-TR-79-7**.

Task, H. Lee, Kocian, Dean F., and Brindle, James H., "Helmet mounted displays: design considerations," in Advancement on Visualization techniques, Hollister, W. M. (Ed.), AGARDograph No. 255, Harford House, London, October 1980.

Wells, M. J., Venturino, M., and Osgood, R. K., "Effect of field of view size on performance at a simple simulated air-to-air mission," in Helmet-mounted displays, Proceedings of SPIE 1116, March 1989.

Wiley, R. W., Glick, D. D., Bucha, C. T., Park, C. K., "Depth Perception with the AN/PVS-5 night vision goggle," USAARL report No. 76-25, July 1976.

## NIGHT VISION GOGGLE ILLUSIONS AND VISUAL TRAINING

William E Berkley, Colonel, USAF, MC, CFS  
 Aircrew Training Research Division  
 Armstrong Laboratory  
 Williams AFB, Arizona 85240-6457

### INTRODUCTION

Night vision goggles (NVGs) possess certain specific visual characteristics related to their limited resolution, field of view and automatic gain control. In addition, the near infrared energy to which NVGs are most sensitive has somewhat different properties as compared to visible light. These factors combine to produce certain effects, limitations and illusions not ordinarily encountered with unaided vision. NVG visual training for aircrew members is conducted with 1) didactic presentations, 2) terrain board simulation, 3) video tape presentations of intensified imagery, 4) flight simulators utilizing computer generated imagery and 5) actual flight with NVGs. Computer based training and an interactive videodisc are under development.

### EFFECTS AND ILLUSIONS

NVG effects include limitations in estimating or judging 1) altitude, 2) distance, 3) object clearance, 4) aircraft closure rates, and 5) terrain or object obscuration and 6) undetected meteorological conditions. Illusions can be classified as 1) undetected or illusory motion, 2) misperceptions of aircraft attitude and 3) undetected or illusory terrain contour or slope.

### ALTITUDE, DISTANCE AND DEPTH PERCEPTION WITH NVGs

Judgements of distance and depth are made with visual cues ordinarily categorized as either binocular or monocular. Binocular cues include 1) stereopsis, 2) vergence and 3) accommodation. Although some stereopsis is thought to be present, there is almost certainly no vergence or accommodation effect when viewing a fixed NVG image collimated at infinity. Stereopsis can be significantly affected by a decrement in resolution, and the total binocular contribution to depth perception with NVGs is probably minimal.

The majority of depth perception with NVGs is presumably derived from monocular cues such as 1) relative size, 2) motion parallax (relative motion), 3) size and shape constancy, 4) interposition, 5) texture gradient and 6) linear perspective. Size constancy, particularly of familiar cultural objects, is an especially powerful cue. Like stereopsis, most monocular cues are degraded by the limited visual acuity afforded by NVGs. The result is a significant decrease in distance and depth perception compared to normal day vision, particularly at lower light levels where goggle resolution is reduced.

It is generally believed that there is virtually no depth perception with NVGs at distances of six to eight meters or less, even under conditions of good ambient illumination. This effect may be due at least in part to the fact that in most situations the goggles have been focused at infinity, further impairing close vision. This deficient depth perception at relatively short distances has resulted in a number of incidents involving formation flight, air refueling, and hover or landing - especially in tight landing zones.

Compensation for the narrow field of view (FOV) of NVGs is achieved by employing a constant, aggressive scan to enlarge the total field of regard of the aviator. An effective scanning technique is essential for maintenance of good situational awareness, spatial orientation and altitude awareness. For example, a dramatic loss of altitude awareness may occur if the scan is interrupted (e.g. if the neck is splinted during a high G maneuver). Experience has also shown that improving scan technique is one of the most effective methods for overcoming a misperception or illusion that has already occurred.

Because the restricted FOV of the goggles provides only limited peripheral information, one would assume that this mechanism for altitude and/or distance perception is an ambient visual function derived from central visual inputs. An enhancement of motion parallax cues would be expected to occur as the pilot's scan moves laterally, producing an increased perception of angular motion.

Some motion parallax cuing from cultural lights or well illuminated terrain undoubtedly occurs in the operator's unaided FOV as well. This effect is obviously highly variable and its overall contribution to spatial orientation and distance estimation has not been adequately studied.

Problems of distance and depth perception are compounded by anything which negatively impacts resolution or contrast of the scene. Common examples are 1) water, 2) snow covered or low contrast terrain, 3) low ambient illumination, 4) unfavorable moon position 5) dense cultural lighting (including fires, explosions or other ordnance effects) and 6) incompatible cockpit lighting.

Water is virtually invisible to NVGs unless there is some surface texture present (e.g. boat wakes, whitecaps, spray, etc.). A frequent cause of spatial disorientation with NVGs has been the reflection of stars by water. There have also been situations where pilots have seen through still water to the bottom of a shallow lake without detecting the presence of the water itself. With rare exception, flight over water must be conducted as if the aircraft were in instrument meteorological conditions!

It is well known to aviators that, even in daylight, terrain which is uniformly covered with snow usually provides insufficient cues for effective altitude or distance estimation. With NVGs of course, the problem is aggravated by the limited resolution of intensified imagery. Quite the opposite effect can occur if there are sufficient rocks, trees or other features protruding through the snow cover. Contrast can be dramatically increased in this situation. For example, a decrease in the perception of altitude and distance. However, unless clearly discernible objects providing adequate size constancy cues are present, a mission flown over snow covered landscape will need to be conducted as an instrument flight.

Other low contrast terrain, such as desert with limited foliage, may also provide inadequate cues for effective distance estimation. This is particularly true in the Rubian Desert where there are large areas almost totally devoid of any significant features or contrast. Even worse, the horizon and the terrain itself are often obscured by fine sand and particulate matter suspended in the lower atmosphere. Visibility can be marginal in the daytime and almost nonexistent during darkness. Again the limited resolution of NVGs, especially at lower light levels, exaggerates this problem.

Flight from a well illuminated area into a shadow can pose a specific hazard if the aviator fails to recognize that a marked change in the light level has occurred. If the pilot makes a subconscious attempt to maintain ground references comparable to those outside the shadow, an insidious descent into the terrain can occur.

Although lower levels of illumination are much more frequently involved, very high light levels can also cause a degradation of resolution. Because third generation intensifier tubes are designed to maximize performance in low light, there is a tendency for the image to "wash out," or lose contrast at high light levels. The result is a very bright image with reduced contrast compared to the imagery obtained at lower light levels (or compared to second generation devices at high illumination).

In addition to this loss of contrast, some tubes possess fixed pattern noise, or "honey comb" (also most apparent at high light levels). In a situation with well illuminated, highly reflective, but low contrast scenery, there may be so little contrast in the image of the terrain that it can't successfully compete with the "honey comb." In this instance the terrain actually becomes invisible until objects or features with greater contrast are encountered.

Anything which heightens contrast will tend to improve distance and depth perception. Foliage is particularly effective because chlorophyll is highly reflective to near infrared energy, especially in comparison to earth or rocks. Even conifers and deciduous trees are readily distinguishable as a consequence of the differences in the chlorophyll content of their foliage. However, size differences between bushes and trees are generally not so apparent. There is a relative deficiency of obvious identifying characteristics for vegetation of different sizes, and this can create a very misleading size constancy illusion if the aircrew is unfamiliar with the area. The tendency is to fly at an altitude that makes the vegetation look about the same size as it ordinarily does. Particularly hazardous is flight over terrain covered with small shrubs or bushes by someone accustomed to trees, because the inclination is to fly low enough to make the bushes appear as large as trees. Likewise, aviators accustomed to operating over shrub covered terrain will have a bias to fly higher than usual when flying over trees so that they appear "normal" in size.

Cultural features are much more reliable in this regard, because our familiarity with the precise size of most man-made objects makes them especially effective size constancy cues. For instance, low altitude high speed flight can be conducted with relative ease and comfort if the route parallels a power line, railroad, or unused highway (minimum of vehicle lights) which provides

continuous, reliable cuing.

Moon position or cultural lighting can have a very negative effect on scene resolution and, of course, attitude or distance perception. This effect is a function of the NVG auto-brilliance control which is a feature designed to maintain constant image luminance. Any bright light source will result in a reduction of goggle gain sufficient to keep the total image brightness within certain preset limits. Moon position is especially critical when larger areas of its surface are illuminated. If one is flying (or looking) toward the moon or an area of dense cultural lighting, the light source(s) will be very prominent but the resolution of any unlit objects or terrain will be adversely affected and they may even be partially or totally obscured. Altitude and distance estimation can be profoundly impaired, or nonexistent. An identical effect can occur when flying toward highly reflective terrain under conditions of high ambient illumination. Less reflective or shadowed features may not be visible at all.

Moon position also has another important effect on scene definition which is related to terrain shadowing. When the moon is positioned overhead, there will be few if any shadows, and terrain features may be much less apparent. This effect is especially noticeable with low contrast terrain when the moon is full, or nearly full. Given the right combination of conditions, all perception of contour may be lost, producing an illusion of perfectly flat terrain, when in fact there may be quite a bit of vertical development.

There is a tendency for bright, red or infrared light sources, to be particularly confounding in distance estimation. Because of the sensitivity of NVGs, the relative brightness of a light source in an intensified image tends to give the impression that the light is much closer than it really is. This effect is a particular problem in judging distance or closure rates of other aircraft because the lights are visible at much greater distances than the actual aircraft, particularly in low light conditions. The distance estimation error in this situation may be on the order of tens of kilometers. Flight in shadows tends to enhance these light source effects, because of the increase in goggle gain which occurs in response to the reduction in total scene illumination. Experienced aircrew members learn to look around the goggles to view light sources with their unaided vision in order to better determine the correct distance to the source.

#### MISPERCEPTIONS OF AIRCRAFT ATTITUDE AND TERRAIN CONTOUR

Much less common than altitude and clearance problems are misperceptions of aircraft attitude (both pitch and angle-of-bank) and terrain slope, where there may be an illusion of slope which does not exist or, more commonly, actual slope may be unperceived. Virtually all of these illusions have occurred in the hover and landing phases of rotary wing operations. It is likely that some of these incidents were caused by some type of image distortion, but it is not possible to make a definite determination, because the optical qualities of the NVGs involved were not tested. Certainly, unperceived slope can be the result of anything which affects resolution of the terrain, including degraded goggle performance, low illumination, poor reflectivity or contrast and/or whiteout/brownout.

## MOTION ILLUSIONS

The most frequently reported disturbance of motion orientation is unawareness of actual aircraft drift. The next most common illusion is that of drift when the aircraft is really stationary. It is interesting that in both unrecognized and illusory drift, the most common direction of motion reported is aft. The most frequent scenario described involves hover over tall waving grass. Other misperceptions have been noted, including misjudgments of airspeed and direction of movement. Although uncommon, these have been known to occur even during the en route phase of flight.

## TERRAIN/OBJECT OBSCURATION

Many instances of obscuration involve situations in which there are significant differences in the illumination or reflectivity of different parts of the scene. The portions less well lit or less reflective will be relatively poorly visualized. Even in a situation with uniform lighting, smaller objects and anything which has very low contrast or reflectivity may not even be visible, especially if the overall level of illumination is not good.

Shadowing, and particularly foreshadowing, is a very common and potentially dangerous cause of obscuration. This is because nighttime shadows contain very little light (illumination equivalent to mean starlight or less) in comparison to shadows experienced during daylight. Second generation NVGs are especially limited in their performance in shadows. A number of mishaps have occurred (primarily with Gen II devices) as a consequence of flight or descent into an area of shadowing with the subsequent loss of visual references.

Foreshadowing, the obscuration of near terrain by a more distant ridge or mountain when flying toward a low lying sun, has long been recognized as a significant hazard during daytime (primarily at dawn or dusk). This same effect is even more likely, and much more treacherous, during NVG flight toward the moon when it is positioned at a relatively low angle above the horizon, or flight toward bright skyglow during twilight.

As described earlier in this paper, poorly reflective terrain can be obscured by adjacent terrain which is relatively highly reflective and well illuminated. This can occur even when the direction of flight is away from the moon. This effect is the product of a reduction in NVG gain in response to the total luminance of the scene, in combination with the resulting loss of resolution of the less reflective/illuminated portions. Flight toward highly populated areas, flares, fires or explosions is quite similar in that the effect on goggle gain can result in the partial or total obscuration of unlit objects or terrain.

## UNDETECTED METEOROLOGICAL CONDITIONS

Since NVGs are primarily sensitive to near infrared energy, and the near infrared is poorly reflected by moisture, a particular hazard exists when flying in weather conducive to the formation of thin clouds or fog. Dense clouds or fog are readily apparent with aided vision, especially clouds silhouetted against a clear sky. However, thin clouds or fog may actually be invisible with NVGs, because not enough energy is reflected from

their surface to create an image in the goggles. Of more significance is the fact that if thin clouds are obscuring slightly thicker clouds, which are themselves obscuring somewhat more dense clouds, there may not be enough contrast between the succeeding clouds to permit visualization of any of them. It is literally possible to enter instrument meteorological conditions without ever detecting its presence. If the terrain is obscured by unseen clouds, collision with the ground can and has occurred.

## OCCURRENCE OF ILLUSIONS

NVG misperceptions and illusions have been reported in all types of military aircraft in all phases of flight, but most often in helicopters during hover (the preponderance of NVG use is in rotary wing aircraft). The other most common phases of flight are cruise and approach or landing. Surprisingly, comparatively few incidents occur during formation, slingload or nap-of-the-earth flight. Misperceptions and illusions have occurred over a wide variety of terrain, with the majority during good weather, but at lower levels of illumination. The incidence during good weather is, of course, a consequence of the fact that NVGs are not all weather devices, and goggle flight is ordinarily conducted during reasonably favorable meteorological conditions. The frequency of problems at lower levels of illumination is certainly due primarily to the fact that goggle performance is significantly degraded in low light (resolution at mean starlight is about 50% of that obtained at quarter moon).

## CONTRIBUTING FACTORS

Factors most often associated with misperceptions and illusions are 1) inexperience, 2) lack of currency, 3) task loading/division of attention, 4) fatigue and circadian rhythm, 5) mission imposed stress, 6) light effects and 7) NVG malfunctions.

As noted by Crowley (1991), "the most common contributing human factor was inexperience." Although the vast majority of incidents (83%) were reported by pilots and instructor pilots as compared to copilots & students (9.5% combined), many related that the episodes had occurred early in their flying careers, the frequency decreasing with increased experience. However, even some highly experienced aviators report that they are more susceptible to misperceptions if they do not fly frequently enough.

High task loading generally has a negative effect on overall performance, and any activity requiring attention inside the cockpit can predispose one to a misperception. Crew coordination and "cockpit resource management" are very important, especially during low light conditions and/or difficult missions.

Fatigue and circadian rhythm effects can be extremely detrimental because of their potentially significant effect on human performance. Although the effects of fatigue per se, are usually apparent to an individual, the more subtle effects of circadian rhythm are often not fully appreciated. First of all, it must be realized that human performance at night is never equal to that achievable during daytime, even if the individual is fully adapted to a night schedule. Performance will be reduced on the order of about 10%, even in adequately rested, well motivated and proficient personnel. In those who are less well

motivated and/or lacking in proficiency, the reduction can be considerably greater. Aviators adapted to a daytime schedule who are flying late at night, or those who are significantly fatigued, are likely to suffer a serious impairment of performance and be considerably more susceptible to a misperception or illusion.

Perhaps the worst scenario is one in which a person's circadian rhythm has been disrupted altogether (circadian desynchronization). This occurs with extensive transmeridian travel or an abrupt change in the work/sleep cycle (particularly if the cycle has been subjected to multiple recent changes). These individuals are almost always sleep deprived because circadian desynchronization also tends to impair sleep. The combined effects of circadian desynchronization and fatigue on performance can be quite profound. Even worse, the extent of impairment may not be apparent to the affected person.

Another potential factor is the adverse effect of mission imposed stress on circadian performance rhythms. Basically, stress has the ability to further exaggerate negative Circadian effects on human performance.

#### LIGHTING EFFECTS

Light sources can produce misperceptions or illusions, either directly or indirectly. In addition to the distance and closure illusions described earlier, a common problem encountered with cultural lights is the obscuration of aircraft exterior lights (and thus the aircraft) which occurs when the aircraft's position is such that its lights are superimposed over the lights of a populated area behind it. This blending of aircraft and ground lights in combination with a reduction in NVG gain (produced by the cultural lighting) can effectively make an aircraft invisible. A number of midair collisions and near collisions have occurred in precisely this manner.

Not only distance estimation errors, but misidentification of light sources such as vehicles, boats and lighted towers can readily occur. As described earlier, this is a result of the sensitivity of NVGs to most light sources and the effects of intensified imagery. Pilots have frequently mistaken towers, vehicles, ships, and especially stars, for other aircraft.

Incompatible cockpit lighting can have a particularly serious effect on NVG performance. The primary problem is an adverse effect on goggle gain produced by light from cockpit displays, which may be quite severe, but imperceptible to the pilot.

A decrease in NVG gain is essentially a reduction in goggle (and visual) performance. The result is a degraded ability to see outside the cockpit, which makes the pilot more susceptible to virtually all of the misperceptions and illusions characteristic of NVG operations. The most hazardous aspect of this situation is the likelihood that it will go unnoticed. This is a consequence of the fact that it is not physiologically possible for a person to quantitate visual acuity except under controlled conditions (using a known sized object at a set distance). If the decrease in performance is extreme it may be apparent, but in the vast majority of cases it is never recognized, even by highly experienced aviators. In part, this is because vision at night with NVGs is so much better than unaided night vision that aviators

consistently tend to overestimate their acuity when using goggles. Thus, the effects of incompatible lighting and human psychophysiological limitations often combine to produce a phenomenon that can have a serious impact on flight safety and operational capability.

In addition to the direct effect on goggle gain, incompatible lighting produces reflections (of incompatible light) on cockpit canopies and windows. These reflections not only affect goggle performance, they can also obscure the portions of the scene over which they are superimposed. Overall, incompatible cockpit lighting is potentially the single most serious factor in NVG operational capability and flight safety!

#### WINDSCREEN TRANSMISSIVITY

The transmission of infrared energy by windscreens and cockpit windows can also be a significant problem. Designed to transmit visible light, many cockpit transparencies do not perform as well in the near infrared spectrum, and the transmissivity of some is very poor ( $\pm 20\%$ ). Since NVGs (particularly third generation devices) are primarily sensitive to the near infrared, this can result in a serious reduction in goggle performance. Like the decreased visual performance resulting from incompatible cockpit lighting, the effect of decreased windscreen transmissivity may not be apparent to a pilot.

#### MOUNTING AND ADJUSTMENT ERRORS

In addition to the many other extrinsic factors which influence NVG performance, mounting and adjustment errors are both common and capable of producing significant losses in visual performance. Optimal vision with NVGs cannot be obtained unless the optical axes of the tubes are precisely aligned with the optical axes of the eyes. Unfortunately, it is common to find situations in which the helmet mount and/or the aviator's adjustment procedures have resulted in an incorrect positioning of the goggles with a significant loss in visual acuity and depth perception.

Misadjustment of either the objective focus or diopter adjustment can also produce seriously deficient vision. It is imperative that proper mounting and adjustment procedures be followed in order to prevent a potentially serious degradation of visual performance!

#### GOGGLE DEFICIENCIES AND MALFUNCTIONS

Intrinsic factors affecting NVG performance which must be considered are 1) optical distortion and 2) binocular disparities in image brightness, resolution or tube alignment. Optical distortion has resulted in a number of illusions which are dependent upon the type and severity of the distorted image. Examples include bending of straight lines, faulty height or clearance judgement, distortion of ground slope and illusions of landing in a hole or depression.

Any defect in goggle function which produces a significant discrepancy between the two images may cause binocular rivalry and prevent the visual system from achieving image fusion. Differences in image brightness, resolution or binocular alignment, and significant unilateral distortion are the most common causes of this effect. The end result is a loss of visual acuity and/or depth perception.

**TRAINING METHODS**

US Air Force NVG training currently consists of 1) didactic presentations, 2) hands-on goggle familiarization, 3) terrain board demonstrations of effects and illusions, 4) video tapes of actual intensified imagery, 5) NVG compatible flight simulators employing computer generated imagery and 6) actual NVG flights. Computer based training and an interactive videodisc are currently under development.

The didactic lesson plan includes presentations of 1) visual physiology, 2) fatigue and circadian rhythm, 3) human factors mishap causes, 4) the night environment and image intensification, 5) NVG operation, adjustment and preflight assessment, 6) cockpit procedures and lighting, 7) specific flight techniques and lessons learned, 8) intelligence and rules of engagement and 9) hazards and emergency procedures.

The hands-on instruction focuses on 1) NVG fitting and life support training, 2) NVG operation, adjustment and assessment, 3) cockpit and NVG lighting familiarization, 4) normal cockpit procedures and 5) emergency procedures.

The most important single phase of training is the NVG fitting, adjustment and preflight assessment. The importance of precise and-correct positioning and focusing of NVGs, and the physiological inability of the visual system to quantitate acuity without an appropriate resolution target has already been emphasized. Data collected by the Armstrong Laboratory's Aircrew Training Research Division consistently demonstrate that only about 30% of experienced aviators will adjust their NVGs well enough to achieve nominal acuity (20/40) without using an effective resolution chart in a controlled environment. In fact, vision of 20/160, 20/180 or worse is common.

The resolution chart, developed by the Armstrong Laboratory's Human Engineering Division, is composed of nine square wave gratings which are equivalent to Snellen acuity ranging from 20/35 to 20/100 (figure 1). The gratings are randomly arranged in either a vertical or horizontal orientation, and the chart itself can be rotated to any of four positions.

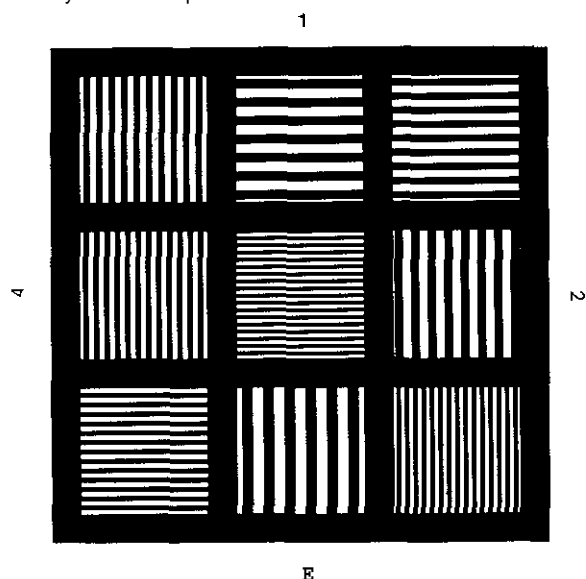


Figure 1. Resolution Chart

The concept is to periodically change the orientation of the chart, and thus the position and orientation of the individual grids, so the aviators do not become accustomed to a particular pattern. This is important because there is some risk that an individual who is very familiar with the chart might be subconsciously misled to overestimate his visual acuity. Acuity is determined by counting the number of grids that can be seen well enough to determine the orientation of the lines. For example, seeing eight of the nine grids is indicative of Snellen acuity of 20/40, seven grids is equivalent to 20/145 vision, etc.

For NVG adjustment the chart can be illuminated with a variety of light sources at any illumination level between quarter moon and full moon equivalent. Although goggle adjustment is somewhat easier at higher light levels, the ability to vary the illumination to quarter moon or mean starlight is desirable because it allows assessment of NVG performance at lower light levels. Performance at low light is not only critical for flight in those conditions, it is often the first indication of a failing tube. It is important to remember that preflight adjustment and assessment of NVGs before each flight is essential!

A terrain board is used to demonstrate the effect of differences in moon phase, elevation and azimuth; various lighting effects; and to illustrate the differences between normal and low contrast terrain and water. The terrain board has proven particularly effective, because many effects can be demonstrated very dramatically by simply changing the position or intensity of illumination while the student watches with NVGs. Experience has shown that this modality is even more convincing than a similar presentation utilizing actual intensified imagery on video.

However, video tapes are still quite useful, since there are no other comparable methods for capturing and illustrating many of the effects and illusions of intensified imagery. An interactive videodisc is currently under development. The principal advantages of the disc will be 1) storage capacity capable of accommodating all of the necessary video material on one disc and 2) the capability of accessing a selected segment of video much more rapidly than is possible with a linear tape.

Static cockpits, cockpit procedures trainers and/or simulators are employed for cockpit-related training. The use of these devices for NVG training is similar to that for other flight training, except for familiarization with compatible lighting and specific lighting modifications. NVG compatible simulators are extensively used in some training programs, but see little or no use in others. In training programs incorporating higher quality simulators, actual flight time has been reduced by as much as two thirds.

In general, current simulators are lacking in their ability to adequately demonstrate NVG limitations in depth and distance perception or to teach techniques to offset these restrictions. They tend to be deficient in their representation of moon phase, elevation and azimuth; shadows, weather, vegetation and surface conditions of water; cultural lighting effects and other cultural features such as different types of road surfaces. They also do not provide a display beyond the goggle FOV that affords effective

unaided peripheral visual cuing.

Intensive research and development efforts are underway to expand our NVG simulation capabilities. One concept that appears to be especially promising is a head-tracked helmet mounted cathode ray tube (CRT) display of simulated NVG imagery. Having a helmet mounted visual display obviates the requirement for a conventional dome with its complex and expensive projection system. In combination with newer, much smaller image generators, the CRT/NVG helmet mounted display offers the potential for a fully capable, low cost, deployable flight simulator.

#### CONCLUSIONS

It should be readily apparent from the preceding discussion that there is a tremendous variety of NVG misperceptions and illusions. In general, any effect experienced during daylight can also occur during NVG use. However, with goggles the image intensification process tends to intensify the illusions as well as the ambient light. In addition to the more familiar daytime phenomena are the NVG specific effects related to the properties of near infrared energy and the limited resolution, field of view and automatic gain control of goggles. Of these factors, resolution and the effects of automatic gain control are the most influential.

Among the environmental factors, low ambient illumination, poor terrain contrast and light source effects are easily the most important. Any deficiency in goggle performance which affects vision will, of course, have a concomitant effect on susceptibility to misperceptions and illusions.

Incompatible cockpit lighting, helmet mounting problems and misadjustment of goggles are the most pervasive and serious factors of all! These three things are especially dangerous because their effect on visual performance is often not recognized by the aviator, and because the resulting degradation of vision has the potential of enhancing virtually all of the other illusions and misperceptions!

In addition to the visual causes, high task loading/division of attention, fatigue, circadian rhythm, task imposed stress and proficiency are all important in the etiology of nighttime incidents, for both NVG and unaided operations.

Proficiency (including currency) is a key factor in the conduct of all nighttime operations, because 1) it is a variable over which we have some control and 2) it offers the most effective protection against the effects of darkness, fatigue, circadian rhythm, high task loading and stress. The corollary is that effective training is the real foundation for both nighttime operational capability and safety!

#### REFERENCES

- Crowley, John S. "Human Factors of Night Vision Devices: Anecdotes From the Field Concerning Visual Illusions and Other Effects," USAARL Report NO. 91-15, Fort Rucker, Alabama, May 1991.
- Gillingham, Kent K., and James W. Wolfe: "Spatial Orientation in Flight," USAFSAM TR-85-31, Brooks AFB, TX, December 1986.
- Helicopter NVG Manual, Marine Aviation Weapons and Tactics Squadron One, MCAS Yuma, AZ, 1990.
- Klein, Karl E., and Hans M. Wegmann, Significance of Circadian Rhythms in Aerospace Operations, AGARDograph No. 247, NATO-AGARD, Neuilly Sur Seine, France, December 1980.
- Nicholson, AN, and B. M. Stone, Sleep and Wakefulness Handbook for Flight Medical Officers, AGARDograph No. 270E, Harford House, London, March 1982.
- Night Operations Working Group, Proceedings of ANG AFRES Test Center, Tucson, AZ, July 1988.

**BIBLIOGRAPHY**

This Bibliography was prepared by the Centre de Documentation de l'Armement (CEDOCAR), 00460 Armées, Paris, France in association with the Director of the Lecture Series.

To save space the field identifiers for each item have been omitted. This should cause little problem but to help understanding, a typical item is reprinted below with the identifiers in English and in French. Note that different types of document and documents from different sources do of course have somewhat different fields.

French Title/ TITRE FRANCAIS	Vision nocturne.
English Title/ TITRE ANGLAIS	Night vision.
Type of Document/ TYPE OE DOCUMENT	Publication en serie
Issue No.,etc/ SOURCE	VOL 15; NO 26: pp. 1182-1187, 1190; 1 Tabl.; 5 Phot.; DP. 1991/06/29
Abstract/ RESUME	Un article sur les difficultés du marché des équipements de <b>**vision** de **nuit**</b> (coût élevé en recherche/développement + restrictions à l'exportation). Un article sur l'équipement de vision nocturne des véhicules de combat pendant la guerre du Golfe (Hughes Aircraft Infra red thermal Imaging System night vision equipment. Texas Instrument <b>Commander's</b> independant thermal viewer - Hughes Aircraft ANNAS-3. Vickers Thermal <b>observation and</b> gunnery Sight) pour la coalition et IRNVE de la génération précédente pour les Irakiens. Un tableau évoquant l'adaptation du LANTIRN de Martin Marietta au F-18D. Enfin, un article sur les systèmes prévus pour l' <b>**hélicoptère**</b> futur RAH-66 "Comanche" de reconnaissance/attaque de l'US Army : 1) Martin Marietta Aided target Acquisition Designation; 2) Night vision/adverse weather Pilotage System; 3) Helmet integrated Display Sighting System de KAISER Electronics.
Language Code/ CODE LANGUE	ENG
Author(s)/ AUTEUR(S)	ORTEOUS H.; FOSS C. F.; LOCK J. J
Accession Number/ NUMERO SIGNALEMENT	BM-91-000630
Periodical Title/ TITRE DU PERIODIQUE	<b>Jane's Defence Weekly</b> (GB)

NB The Classification Code uses the COSATI Field and Group Structure.

Words that are bracketed by **\*\*** and **\*\*** are the terms used for the search that produced this Bibliography.

B-2

Quand les pilotes "aveugles" recouvrent la vue.  
 Publication en série  
 NO 888; pp. 94-99, 159; 2 Fig.; 5 Phot.; DP. 1991/09  
 Les années 90 devraient être celles de la visionique, discipline alliant les derniers développements de la médecine aéronautique\*\* aux acquis des recherches militaires, dont le but est de permettre au pilote de "voir" quelles que soient les conditions : obscurité, pluie, neige, brouillard. Les nouveaux systèmes d'atterrissage sont de 2 types : le premier consiste à installer des balises radar sur la piste et à la visualisation sur le pare-brise de l'avion\*\*. Le deuxième type d'atterrissage n'est pas lié à des structures installées au sol ; il est embarqué à bord de l'avion\*\* et celui-ci est donc autonome : il consiste en un système de vision nocturne LANTIRN (Low Altitude Navigation Targeting Infra Red) utilisant des capteurs IR, FLIR, qui peut être combiné avec un radar à ondes millimétriques. On projette ainsi sur le HUD (Head-Up Display) une image fusionnée des informations en provenance des deux types de capteurs.  
 FRE  
 BROSSELINE S.  
 C-92-F00003  
 Science et Vie (FR)

18ème forum international des hélicoptères\*\*.  
 Congrès  
 340 p.; nbr Ref.; nbr Fig.; DP. 1990  
 Recueil d'une quinzaine de mémoires consacrés à : limitations techniques des systèmes de rotors, systèmes anticouples pour hélicoptères\*\* (en anglais), la coopération internationale est-elle valable, conditions générales pour la réduction des coûts de cycle de vie, réductions des coûts grâce à des concepts de familles de composants et de sous-systèmes, développement des hélicoptères\*\* en URSS, avionique pour futurs hélicoptères\*\*, recommandations pour la conception des cockpits d'hélicoptères\*\* de l'armée de l'air et de la marine, cockpit à écrans permettant la vision\*\* de nuit\*\* : exemple du PAH 2 avec présentation des données tactiques et de navigation sur carte numérique, conception technique des cartes numériques, limites de l'automatisation du cockpit, simulateurs pour l'optimisation didactique de la formation et du perfectionnement des pilotes.  
 DLR (DE)  
 GER  
 C-92-000021

La magie de l'imagerie nocturne ouvre l'avenir d'une guerre faite de manoeuvres intrépides.  
 Night imaging magic opens intrepid manoeuvre warfare.  
 Publication en série  
 VOL 45; NO 12; pp. 49-55; 6 Phot.; DP. 1991/08  
 L'expérimentation des matériels de vision nocturne au cours de l'opération "Desert Storm", notamment parmi les équipages d'hélicoptères\*\* et de chars, l'infanterie et les camionneurs préfigure les combats de nuits des futurs conflits. L'article souligne la nécessité de développer un système IFF propre à éviter les méprises et passe en revue les matériels - vision nocturne disponibles (AN/VAS-3) - télémètre laser (AN/PVS6) - visée infrarouge (AN/PAQ-4).  
 Service rédaction  
 ENG  
 BM-91-000723  
 SIGNAL (US)

Enseignements techniques de la guerre du GOLFE.  
 Publication en série  
 NO 28; pp. 6-120; nb. Fig.; nb. Tabl.; nb. Phot.; DP. 1991/07  
 Quinze articles groupés : 1/ Les enseignements de la guerre du GOLFE. 2/ Les programmes-éclair. 3/ La révélation des armes intelligentes. 4/ L'emploi des satellites. 5/ Les systèmes des forces aéroterrestres, premiers enseignements de l'opération "DAGUET". 6/ Emploi des simulateurs de combat dans le cadre de l'opération "TEMPETE DU DESERT". 7/ Les hélicoptères\*\* dans l'opération "TEMPETE DU DESERT". 8/ L'opération HORUS. 9/ L'optronique dans la guerre du GOLFE. 10/ La vision nocturne. 11/ La discrétion des avions\*\* : le F117. 12/ Les SIC dans la guerre du GOLFE. 13/ Les communications protégées des forces aériennes dans la guerre du GOLFE. 14/ La guerre électronique aérienne dans le GOLFE. 15/ La menace B et C durant la guerre du GOLFE : analyses et premières conséquences.  
 FRE  
 SILLARD V.  
 C-91-F03221  
 L'armement (FR)

Armes de pointe des guerres futures. Systèmes de défense aérienne et anti-aérienne de la guerre du GOLFE.  
 Publication en série  
 NO 6; pp. 310-312; 6 Tabl.; DP. 1991/06  
 Présentation par tableau de 6 systèmes d'armes : Avion\*\* Stealth F 117/Missiles de croisière/système Patriot/bombes intelligentes/systèmes de brouillage électronique/système de visualisation de nuit.  
 GER  
 SPANIK S. W.  
 C-91-014428  
 ASMZ (CH)

La réponse de l'industrie du simulateur au problème de l'entraînement des pilotes pour les opérations nocturnes.  
 Simulator Industry's Response to Pilot Training for Night Operations.  
 Memoire Congrès  
 pp. 8.1-8.7; 2 Ref.; DP. 1991  
 On présente les capacités de simulation disponibles pour assister l'entraînement des pilotes aux opérations de nuit. Pour établir les besoins en entraînement, il est essentiel que l'environnement Electro-Optique soit compris et que les limitations et les difficultés associées soient bien reconnues. En apprenant à faire face à cet environnement, certaines nouvelles habilités des pilotes auront besoin d'être développées et c'est cette exigence qui forme la base des installations pour les opérations de nuit prévues pour les simulateurs du Harrier GR7 et du A129. La vue d'ensemble de ces projets, donnée ici, est une indication des capacités de la technologie de pointe dans le domaine de la simulation des opérations de nuit.  
 ENG  
 LEWIS R. J.  
 C-91-014157

De nouvelles capacités pour les gazelles de l'ALAT.  
 New capabilities for ALAT's gazelles.  
 Publication en série  
 VOL 25; NO 7; pp. 54-57; 3 Phot.; DP. 1991/07  
 Face à des retards possibles de l'hélicoptère\*\* de combat Tigre, l'ALAT équipe ses gazelles de 3 nouveaux équipements : un canon de 20 mm automatique M-621 produit par le GIAT, le missile air-air Mistral de lutte contre les hélicoptères\*\* et un viseur de nuit pour le combat antitank. On présente les performances de ces équipements.  
 ENG  
 DE BRIGANTI G.  
 C-91-013644  
 Rotor and Wing International (US)

Vision nocturne.  
 Night vision.  
 Publication en série  
 VOL 15; NO 26; pp. 182-187, 1190; 1 Tabl.; 5 Phot.; DP. 1991/06/29  
 Un article sur les difficultés du marché des équipements de vision\*\* de nuit\*\* (coût élevé en recherche/développement + restrictions à l'exportation). Un article sur l'équipement de vision nocturne des véhicules de combat pendant la guerre du Golfe (Hughes Aircraft Infra red thermal Imaging System night vision equipment. Texas Instrument Commander's independent thermal viewer - Hughes Aircraft AN/VAS-3, Vickers Thermal observation and gunnery Sight) pour la coalition et IRNVE de la génération précédente pour les Irakiens. Un tableau évoquant l'adaptation du LANTIRN de Martin Marietta au F-18D. Enfin, un article sur les systèmes prévus pour l'hélicoptère\*\* futur RAH-66 "Comanche" de reconnaissance/attaque de l'US Army : 1) Martin Marietta Aided target Acquisition Designation; 2) Night vision/adverse weather Pilotage System; 3) Helmet integrated Display Sighting System de KAISER Electronics.  
 ENG  
 PORTEOUS H.; FOSS C. F.; LOCK J. J.  
 BM-91-000630  
 Jane's Defence Weekly (GB)

Apport ergonomique de l'éclairage électroluminescent "HELIT TM" pour le vol de nuit en hélicoptère\*\* avec jumelles de vision nocturne.  
 Publication en série  
 VOL 28; NO 111; pp. 195-200; 11 Ref.; 4 Fig.; DP. 1989/3T  
 Les problèmes de compatibilité en terme de spectre lumineux entre les éclairages habituels des tableaux de bord et le port de jumelles de vision nocturne par les pilotes d'hélicoptères\*\* amènent à proposer un nouveau mode d'éclairage par plaquettes électroluminescentes.  
 FRE  
 MONTEZ J. L.; MENU J. P.; PAVARD B.; LAVARDE M. C.; LE FLOHIC J. G.  
 C-91-F02674  
 Médecine Aéronautique et Spatiale (FR)

Armes de l'US Army : le taux de disponibilité approche de 90 pour cent dans l'opération désert STORM.  
 Army weapon readiness rates averaged 90 per cent in desert STORM ops.  
 Publication en série  
 VOL 157; NO 51; pp. 433-434; DP. 1991/03/14  
 Enseignements tirés par l'armée de terre américaine dans le conflit du golfe notamment en ce qui concerne l'emploi des hélicoptères\*\* et des missiles. Aperçu des déficiences relevées dans les domaines IFF, équipements de vision\*\* de nuit\*\* d'aéronefs, capacités anti brouillage pour satellites tactiques de transmissions.  
 Rédaction Revue  
 ENG  
 C-91-012088  
 Aerospace Daily (US)

Équipement de bord pour conduire les attaques des cibles la nuit

et dans de mauvaises conditions de temps. (Tour d'horizon).  
 Bortovoe oboroudovanie dlia vedenia atak tselei notchliou i pri  
 plokhikh pogodnykh usloviyakh.  
 Publication en serie  
 VOL 43/90; pp. 21-34; 8 Ref.; DP. 1990  
 On décrit les systèmes de conduite d'attaque de nuit. On indique  
 les équipements dont sont ou seront dotés ces **\*\*avions\*\***. On  
 indique les systèmes de bord nécessaires à la conduite des  
 attaques de nuit des **\*\*avions\*\*** Harrier, Jaguar, A-7, F-18, F-15,  
 F-16, Tornado, etc...  
 RUS  
 TCHERNIKOV  
 C-91-010958  
 Ekspress informatsiia-aviastroenie. SU, Nouvelles  
 brèves-construction aéronautique

Vers un cockpit complètement interactif.  
 Towards a fully interactive cockpit environment.  
 Publication en serie  
 VOL 24; pp. 237-242; 2 Fig.; 6 Phot.; DP. 1991/03  
 Cet article est entièrement consacré aux dispositifs de  
 visualisation en avionique. Il traite notamment des nouveaux  
 matériels aussi bien pour les écrans montés sur casque (HMD) que  
 pour ceux sur les tableaux de bords (HDD). Il parle entre autres du  
 dispositif d'un casque intégré léger équipé de deux tubes de  
 lunettes de vision nocturne et de deux tubes cathodiques  
 permettant de surimposer la vision nocturne et les images  
 thermiques avec un symbolisme **\*\*aéronautique\*\***. D'autres systèmes  
 complexes sont abordés. L'article décrit ensuite les futures  
 ambitions du système de communication au sein du cockpit. Il finit  
 enfin par la description de l'avance technologique israélienne et  
 par la concurrence dans la démonstration pratique des dispositifs  
 sur casque.  
 ENG  
 HEWISH M.; TURBE G.; WANSTALL B.  
 C-91-009259  
 International Defense Review (US)

Defense à Crédit.  
 Publication en serie  
 NO 2836; pp. 18-21; 1 Fig.; 2 Phot.; DP. 1991/04/08  
 Entretien avec le délégué général pour l'Armement qui répond aux  
 critiques portées contre le dispositif français dans le Golfe en  
 disant que "la division Daguet a été déployée avec des moyens  
 matériels qui lui ont permis de réaliser une manœuvre  
 enveloppante dans des conditions de réussite  
 exceptionnelles". Adaptation du matériel français aux conditions du  
 désert et à la **\*\*vision\*\*** de **\*\*nuit\*\***. Améliorations à prévoir  
 pour l'avenir. Priorité à la dissuasion nucléaire. L'effort  
 budgétaire minimum. Chiffres sur la Défense. Les risques majeurs  
 venant de l'Est et du Sud. Les ventes d'armement et l'affaire  
 Luchaire. L'aide militaire aux pays menacés par leurs voisins. La  
 création de pôles industriels d'armement européen.  
 FRE  
 SILLARD Y.  
 C-91-F01817  
 Valeurs Actuelles, FR

Jane's équipements de sécurité et de répression des émeutes  
 1990-91.  
 Jane's security and co in equipment 1990-91.  
 Ouvrage  
 610 P.; 14 Fig.; 4 Tabl.; 1581 Phot.; DP. 1990  
 Description et caractéristiques des équipements de ce domaine  
 existant sur le marché mondial : arme à feu (pistolets,  
 pistolets-mitrailleurs, fusils d'assaut, fusils à lunette, fusils  
 à pointage optronique et laser); équipement opérationnel  
 (véhicules, **\*\*hélicoptères\*\*** et **\*\*avions\*\*** légers, embarcations,  
 équipements de surveillance radar/vidéo/lunettes pour vision  
 nocturne, générateurs de rayons X, détecteurs de métaux, portiques  
 de sécurité, robots pour déminage et désamorçage), matériel pour  
 contrôle des émeutes (grenades lacrymogènes), C3I (enregistreurs,  
 surveillance des télécopiers, communications radio, communication  
 de sécurité, gestion de données), équipements de protection  
 (gilets pare-balles, contrôles d'accès et périmètres de  
 protection, blindages, boucliers). Publication reçue annuellement  
 par le CÉDOCAR. Consultation sur place.  
 Jane's Information Group (GB)  
 ENG  
 C-91-007859

Surveillance par pilote des aides à la visualisation générées par  
 une banque de données numérique.  
 Pilot monitoring of display enhancements generated from a digital  
 database.  
 Memoire Congres  
 NO CP-456; pp. 13.1-13.7; 5 Fig.; 5 Phot.; DP. 1990  
 On décrit le système "penetrate" développé par Ferranti pour la  
 navigation basse altitude, et actuellement essayé en vol sur un  
 "hunter" à Farnborough. Le coeur du système est une banque de  
 données comportant une maquette tridimensionnelle du relief. Les  
 informations sont transmises au pilote au moyen d'un écran de  
 visualisation tête haute. L'accent est mis sur la nécessité  
 visuelle pour le pilote d'exercer une surveillance visuelle pour  
 une meilleure corrélation entre l'image synthétique et la réalité.  
 ENG

BENNETT P. J.; COCKBURN J. J.  
 C-91-007504  
 AGARD Conference Proceedings, FR

Instruments d'avionique moderne de haute performance. La solution  
 des affichages à écran plat à DEL.  
 High performance modern avionics instruments. The LED flat panel  
 display solution.  
 Memoire Congres  
 NO 901819; 12 p.; 3 Ref.; 3 Fig.; 3 Tabl.; 2 Phot.; DP. 1990  
 Cet article explique pourquoi il est avantageux d'utiliser des  
 diodes émettrice lumière (DEL) et comment les utiliser de façon  
 fiable pour répondre aux exigences de l'instrumentation d'aéronefs  
 dans des applications telles que la vision dans le noir total ou  
 sous fort éclairage naturel. Des solutions pratiques incluant des  
 données pertinentes de performances sont fournies avec les  
 ensembles de gammes LED couramment employés aujourd'hui.  
 ENG  
 BERNARD E.  
 C-91-007480  
 SAE Technical paper series, US

Spécifications d'un dispositif de visualisation et de visée monté  
 sur casque pour vol de nuit sur **\*\*hélicoptère\*\***.  
 Requirements of an HMS/D for a night-flying helicopter.  
 Memoire Congres  
 VOL 1290; NO 10; pp. 93-107; 9 Ref.; 12 Fig.; DP. 1990  
 Description des besoins opérationnels des aspects ergonomiques et  
 des spécifications, d'un casque intégré léger équipé de deux tubes  
 de lunette de vision nocturne et deux tubes cathodiques permettant  
 de surperposer la vision nocturne et les images thermiques avec un  
 symbolisme **\*\*aéronautique\*\***.  
 ENG  
 BOHM H. O. V.; SCHRANNER R.  
 C-91-007372  
 Proceedings of SPIE (US)

Développement d'un système de lunette de **\*\*vision\*\*** de **\*\*nuit\*\***  
 monté sur casque d'aviateur.  
 The development of an aviator helmet mounted night vision goggle  
 system.  
 Memoire Congres  
 VOL 1290; NO 13; pp. 128-139; 9 Ref.; 11 Fig.; DP. 1990  
 Examen de la conception d'un système monté sur casque développé  
 pour les pilotes d'**\*\*hélicoptères\*\*** et de réacteurs du Royaume-Uni  
 par la firme FERRANTI : les lunettes de vision nocturne  
 NITE-OP/NIGHTBIRD. Etude : des contraintes sur les équipements, de  
 la sécurité, des facteurs humains, des performances optiques, des  
 matériaux et des options de fabrication possibles.  
 ENG  
 WILSON G. H.; MCFARLANE R. J.  
 C-91-006553  
 Proceedings of Spie (US)

La **\*\*vision\*\*** de **\*\*nuit\*\*** des pilotes : les problèmes liés aux  
 facteurs humains.  
 Pilot night vision : human factor problems.  
 Publication en serie  
 VOL 24; pp. 65-67; 9 Ref.; 5 Phot.; DP. 1991/01  
 Présentation des recherches et réalisations internationales (USA,  
 Royaume-Uni, France, Israël) en matière de vision aérienne de nuit  
 et plus particulièrement, de lunettes de visée nocturne. Examen des  
 inconvénients de ce type d'appareil : champ visuel limité, période  
 d'adaptation physique et psychologique nécessaire pour de  
 résolution relativement faible, sensibilité aux sources lumineuses  
 extérieures, casque déséquilibré constituant une cause de fatigue  
 et un danger en cas d'éjection.  
 ENG  
 ROBINSON A.  
 C-91-006550  
 International defense review (CH)

Facteurs humains  
 Human factors.  
 Memoire Congres  
 VOL 1290; pp. 142-203; 58 Ref.; 33 Fig.; 8 Tabl.; 3 Phot.; E  
 articles; DP. 1990  
 Considérations sur la sécurité et les facteurs humains des  
 systèmes aéronautiques de vision nocturne utilisant des dispositifs  
 d'imagerie thermique. Application du traitement visuel aux  
 dispositifs de visualisation sur casque. Etude de l'influence des  
 défauts de cadrage et de chevauchement de reconnaissance visuelle  
 pour un dispositif binoculaire de visualisation monté sur  
 casque. Analyse des facteurs humains fondamentaux dans les  
 dispositifs sur casque monoculaires et binoculaires. Evaluation de  
 la précision de la poursuite visuelle dans un but de compensation  
 de parallaxe et de visée.  
 SPIE (US)  
 ENG  
 C-91-006503  
 Proceedings of SPIE (US)

Simulation, essai et évaluation.  
 Simulation, test and evaluation.  
 Memoire Congres

B-4

VOL 1290; pp. 206-264; 9 Ref.; 20 Fig.; 4 Tabl.; 14 Phot.; 6 articles; DP. 1990  
 Mesure du rapport signal sur bruit et de la résolution des lunettes de \*\*vision\*\* de \*\*nuit\*\* de l'US ARMY. Développement et emploi de dispositifs de visualisation montés sur casque, et évaluation en vol de celui équipant les pilotes de F-16. Examen de concepts de "cabine virtuelle" au cours de missions simulées. Etude des mouvements de la tête du pilote durant des combats aériens simulés sur F-15C.  
 SPIE (US)  
 ENG  
 C-91-008502  
 Proceedings of SPIE (US)

Le groupe Boeing/Sikorsky pour le LH fait la démonstration du système de vision nocturne.  
 Boeing Sikorsky LH team demonstrates night vision system.  
 Publication en série  
 VOL 169; NO 55; p. 452; DP. 1990/12/20  
 Le groupe Boeing/Sikorsky en concurrence pour le programme d'\*\*hélicoptère\*\* léger LH de l'armée de terre américaine, vient d'effectuer avec succès la démonstration du système de pilotage à vision nocturne NVPS de Martin Marietta, à imagerie haute résolution (technologie d'infrarouge utilisant un plan focal, tourelle stabilisée, nouveau FLIR) permettant le vol au ras du sol de jour et de nuit.  
 Rédaction revue  
 ENG  
 C-91-006140  
 Defense daily (US)

Le groupe Boeing/Sikorsky du LH fait une démonstration du système de pilotage de nuit.  
 Boeing/Sikorsky LH team demonstrates night vision pilotage system.  
 Publication en série  
 VOL 156; NO 55; p. 480; DP. 1990/12/21  
 Le groupe Boeing/Sikorsky qui concourt pour le programme LH d'\*\*hélicoptères\*\* légers de l'armée de terre américaine vient d'effectuer une série de tests en vol très satisfaisant (à bord d'un S-76 aménagé) du système NVPS de Martin Marietta, système de pilotage en vision nocturne qui doit permettre au LH de voler en rase-mottes par tout temps et de nuit et d'effectuer toutes les manoeuvres possibles.  
 Rédaction Revue  
 ENG  
 C-91-005459  
 Aerospace Daily (US)

\*\*Hélicoptère\*\* antichat PAH-1 avec le système racal de navigation.  
 Publication en série  
 NO 10; p. 703; 1 Phot.; DP. 1990/10  
 Présentation du système RAMS-RACAL avionic management system - de navigation aérienne dont les \*\*hélicoptères\*\* PAH-1 de l'armée de terre allemande sont équipés depuis mai 90, et donnant à ces aéronefs une capacité tout temps. Composantes du système. Marché à l'exportation.  
 REDACTION REVUE  
 GER  
 C-91-004101  
 Soldat und technik (DE)

Résultats de vision nocturne de l'US Air Force 23.  
 Night vision issues in 23 AF.  
 Memoire Congres  
 VOL 24; pp. 104-105; DP. 1987  
 Afin de mieux comprendre les problèmes de vision nocturne liés au vol, les \*\*avions\*\* utilisés par l'US Air Force 23 sont décrits ainsi que l'environnement particulier (température, humidité...). L'auteur s'adresse ensuite aux ophtalmologistes et aux physiologistes de Brooks AFB.  
 ENG  
 HAMMER D. L.  
 BM-91-000117

Le tigre chasse la nuit. Capacités de combat de nuit pour \*\*hélicoptères\*\*.  
 The tiger hunts at night-night air combat capability for helicopters.  
 Publication en série  
 VOL 35; NO 6; pp. 72-74, 77; 3 Fig.; 3 Phot.; DP. 1990/10  
 Revue des perfectionnements technologiques dont va bénéficier l'\*\*hélicoptère\*\* franco allemand TIGRE pour son emploi tout temps : 1-Lunettes de \*\*vision\*\* de \*\*nuit\*\* 2-Système FLIR ou PASSIVE forward looking infrared field 3-Systèmes missiles 4-Système d'identification NIS.  
 ENG  
 ZEILINGER M.  
 C-91-003261  
 Nato's sixteen nations (NL)

Comptabilité de l'éclairage cockpit et des systèmes d'imagerie nocturne à intensification d'image.  
 Comptability of aircraft cockpit lighting and image intensification night imaging systems.  
 Publication en série

VOL 29; NO 8; pp. 863 à 869; DP. 1990/08  
 En 1986, la spécification MIL-L-85762, commune aux trois armées américaines, intitulée "Lighting, aircraft interior, night vision imaging system compatible" a été adoptée afin de résoudre les problèmes de l'éclairage du cockpit. Elle définit l'instrumentation de mesure et les techniques exigées pour certifier que les composants d'éclairage sont compatibles avec les systèmes de vision nocturne. Les efforts en cours concernant cette spécification comportent la caractérisation des incompatibilités d'éclairage dans les aéronefs en service de l'armée américaine, la mise en oeuvre de programmes correctifs pour les cockpits où il y a incompatibilité et la certification des composants proposés pour l'éclairage des systèmes futurs sur \*\*avion\*\*.  
 ENG  
 RASH C. E.; VERONA R. W.  
 C-91-003106  
 Optical Engineering (US)

La nuit nous appartenait.  
 We owned the night.  
 Publication en série  
 VOL 13; NO 10; pp. 33-34, 37-48; 2 Phot.; DP. 1990/10  
 L'article décrit l'équipement de vision nocturne utilisé pendant l'opération "Just cause" par l'armée américaine qui intervenait à Panama : AN/AVS-6 ANVIS (Aviator's Night Vision Imaging System); AN/PVS-7 lunettes de vision nocturne pour fantassin et mitrailleur d'\*\*hélicoptère\*\* ; lunettes AN/PSV-5 pour fantassin; AN/PSV-4 pour viseur de mitrailleur; AN/PAO-4 à lumière infrarouge de visée. Ces dispositifs de vision nocturne sont commandés par l'intermédiaire du PM NVED (Projet Manager Night Vision and Electro-optics) de Fort Belvoir.  
 ENG  
 KIMBERLY J. L.  
 BM-91-000072  
 Journal of Electronic Defense (US)

Les forces terrestres japonaises vont modifier tous leurs \*\*hélicoptères\*\* pour leur donner la capacité opérationnelle de nuit.  
 GSDF to modify all helicopters for night operation.  
 Publication en série  
 NO 985; p. 3; DP. 1990/10/22  
 Les forces terrestres japonaises ont décidé de modifier au cours du plan 1991-1996 tous leurs \*\*hélicoptères\*\* pour les rendre capables d'assurer de nuit leur missions. Depuis 1985 les pilotes ont expérimenté des lunettes de vision nocturne pour les vols de nuit mais l'éclairage intérieur des \*\*hélicoptères\*\* amplifié par ces lunettes se révèle trop fort et blesse les yeux des pilotes. La modification de l'éclairage des cockpits reviendra à 67 millions de yens par appareil, sauf pour les AH-IS et HU-IH (modifié) qui sont déjà équipés pour les vols de nuit.  
 Rédaction revue  
 ENG  
 C-91-002097  
 Aerospace Japan Weekly (JP)

McAlpine achève les essais du système "Sea Owl" pour \*\*hélicoptères\*\*.  
 McAlpine complete "Sea Owl" helicopter trials.  
 Publication en série  
 NO 1; pp. 22-23; DP. 1990  
 Etat d'avancement du programme d'essais conduit par McAlpine Helicopters et relatif au système de surveillance "Sea Owl" à imagerie thermique. Firmes concernées.  
 Rédaction Revue  
 ENG  
 BM-91-000043  
 Defence, Communications and Security Review (GB)

ITT Corporation. Rapport annuel 1989.  
 ITT corporation 1989. Annual report.  
 Rapport  
 Rapport annuel; 42 p.; 4 Fig.; nb Tabl.; nb Phot.; DP. 1990  
 Industrie automobile, composants électroniques technologie des fluides, technologie pour la Défense, assurances, finance, services de communication et d'information. En technologie pour la Défense : système SINGARS, système radio de combat pour l'Army, troisième génération de lunettes de vision nocturne, système ASPJ d'auto-protection des \*\*avions\*\* d'appui tactique pour la marine, système ANDVT de transmission protégée de la parole et des données pour les réseaux radiophoniques et téléphoniques.  
 International telephone and telegraph corp (ITT) (US)  
 ENG  
 C-91-000949

Le combat 24 heures sur 24.  
 24 hour battle.  
 Publication en série  
 VOL 14; NO 15; pp. 712-714-716; DP. 1990/10/13  
 Analyse des problèmes de limitations causés par l'emploi des \*\*avions\*\* et \*\*hélicoptères\*\* de combat 24 heures sur 24 (fatigue, consommation de munitions, soutien logistique, restrictions imposées par l'emploi de lunettes de vision nocturne...)  
 Service rédaction

ENG  
 C-91-000543  
 Jane's Defence Weekly (GB)

Le système ELVIS pour l'hélicoptère PAH-1.  
 Publication en série  
 NO 8; p. 82; DP. 1990/08  
 Présentation du concept ELVIS - Ernst Leitz Visionik - pour un système modernisé de vision de nuit destiné à l'hélicoptère antichar PAH-1.  
 Rédaction Revue  
 GER  
 C-91-000051  
 Wehrtechnik (DE)

Planification, précision et effet de surprise ont conduit au succès à Panama.  
 Planning, precision and surprise led to Panama successes.  
 Publication en série  
 VOL 127; NO 7; pp. 26-28,30-32; 2 Fig.; 4 Phot.; DP. 1990/02  
 Enseignements tirés par le Commandement Américain de l'opération JUSTE CAUSE menée en Décembre 89 au PANAMA. Points mis en relief: 1-la préparation de l'opération. 2-les moyens engagés par les troupes aéroportées et les missions accomplies par l'US AIR FORCE. 3-le système de vision de nuit ANVIS-6. 4-le premier engagement de l'hélicoptère APACHE et du STEALTH FIGHTER LOCKHEED F-117 A. 5-Les missions des forces spéciales USAF. Une carte du théâtre d'opérations.  
 ENG  
 ROPELEWSKI R. R.  
 C-90-014073  
 Armed forces journal international (US)

Rapport annuel 1989 de la société McDonnell Douglas.  
 McDonnell Douglas. 1989 annual report.  
 Rapport  
 Rapport annuel; 44 p.; nb Tabl.; nb Phot.; DP. 1990  
 Avions de combat : sélection du F/A-18 Hornet par la république de Corée ; avancée des programmes aéronautiques. Avions de transport civils et militaires (le C-17 Airlifter pour l'Air Force). Missiles, espace et systèmes électroniques : détecteurs et systèmes de surveillance (communication spatiale ; contre-mesure électro-optique ; C3I ; viseur monté sur mât ; détection infrarouge embarquées, vision de nuit, imagerie dans le domaine visible), développement du programme National Aerospace Plane. Services financiers.  
 McDonnell Douglas (US)  
 ENG  
 C-90-013690

L'hélicoptère OH-58 D et son système de visée monté sur mât.  
 Flying the OH-58 D and its mast-mounted sight.  
 Publication en série  
 VOL 45; NO 7/1990; pp. 551-555; 4 Phot.; DP. 1990/07  
 Présentation du nouveau système de visée nocturne, monté sur mât, de McDonnell Douglas, Northrop, destiné à l'hélicoptère américain OH-58 D. Celui-ci ainsi équipé, est apte à remplacer à la fois l'hélicoptère de reconnaissance OH-58 A/C et l'hélicoptère armé AH-1 Cobra.  
 ENG  
 LAMBERT M.  
 C-90-013658  
 Interavia (CH)

La nouvelle électronique de l'US NAVY.  
 The NAVY's new electronic look.  
 Publication en série  
 VOL 22; NO 6; pp. 92-97; 3 Phot.; DP. 1990/06  
 Les systèmes de contre-mesures électriques, FLIR, et de vision de nuit constituent des modernisations importantes des équipements des avions de l'US NAVY. L'article présente les modifications apportées à l'avionique: du F14 TOMCAT, du F/A-18 HORNET, de l'A-12, de l'EA-6B PROWLER, du E-6A (TACANO), de l'AV-8B HARRIER, de l'hélicoptère SH-60F de guerre anti sous marin, et de diverses plateformes multiples.  
 ENG  
 GOURLEY S. R.  
 C-90-013112  
 Defense electronics (US)

Une nouvelle génération d'imageurs thermiques.  
 A new generation of thermal imagers.  
 Mémoire Congrès  
 NO 321; pp. 166 à 170; 6 Fig.; 2 Tabl.; DP. 1990  
 Description des imageurs thermiques CONDOR et TIGER utilisés pour le système de vision des missiles TRIGAT et HOT, pour le système de vision de nuit de l'hélicoptère PAH2/HAC.  
 ENG  
 BUCHTEMANN W.; DEANÉ J. P.; PRAT O.; PRUNIER D.  
 C-90-012855  
 IEE Conference Publications (GB)

L'Armée de Terre des USA développe l'emploi opérationnel des

hélicoptères de nuit  
 Army expands night helicopter operations.  
 Publication en série  
 VOL 133; NO 2; pp. 39-41, 44-45; 8 Phot.; DP. 1990/07/09  
 Une série de comptes rendus de visites sur des bases de l'US Army (Fort Campbell, Fort Worth, Dallas) illustrent l'extension donnée aux capacités d'assaut de nuit des hélicoptères du "160th Aviation Regiment" (MH-47E, MH-60K, MH-6-530, OH-6) et de ses trois bataillons (A/MH-6, UH-60, UH-60A, UH-60L, CH-47D, M/UH-60, C/MH-47). Sont notamment abordés les problèmes d'entraînement des pilotes, l'avenir du V-22 Osprey, de configuration sans rotor de queue du H-6-530, d'équipement GPS portable.  
 ENG  
 BROWN D.  
 C-90-012793  
 Aviation Week and Space Technology (US)

Compte rendu sur DSA' 90 à Kuala Lumpur.  
 Publication en série  
 VOL 14; NO 3; p. 80; 4 Fig.; 1 Phot.; DP. 1990/06  
 DSA' 90 qui s'est tenue en mars 1990 à Kuala Lumpur, Malaisie était presque exclusivement consacrée aux matériels de défense. Ce fut une exposition bien organisée et du plus grand intérêt. Revue des principaux matériels exposés : matériels de franchissement; véhicules terrestres; véhicules non blindés.  
 FRE  
 GEISEN HEYNER S.  
 C-90-F03211  
 Armada Internationale (CH)

Vol de nuit, attaque de nuit.  
 Publication en série  
 NO 186; pp. 31-34; 8 Phot.; DP. 1990/06  
 Examen des capacités de vol et d'attaque de nuit des hélicoptères actuels et futurs.  
 FRE  
 DAoust D.  
 C-90-F03197  
 Avianews International (BE)

Les systèmes de défense dans le monde année 1990.  
 Defence systems international '90.  
 Ouvrage  
 280 p.; nombr. Fig.; nombr. Tabl.; nombr. Phot.; DP. 1990  
 Revue des principaux équipements des armées de terre, en service ou en développement. Huit parties : 1) Véhicules blindés pour les années 90 2) Puissance de feu 3) Mobilité et contre-mobilité 4) Hélicoptères du champ de bataille 5) Commandement contrôle et communications (C3) 6) STANOC (surveillance, acquisition des objectifs, observation nocturne et contre-surveillance) 7) Protection 8) Simulation et instruction.  
 ENG  
 BLAKEY G.  
 C-90-011506

Le comportement thermique des arrière-plans naturels et sa prévision au moyen de modèles numériques.  
 The thermal behavior of natural backgrounds and its prediction by means of numerical models.  
 Mémoire Congrès  
 NO CP 453; pp. 38.1-38.12; 25 Ref.; 18 Fig.; 1 Tabl.; DP. 1989/09  
 Evaluation et comparaison de modèles d'arrière-plans thermiques en cours de développement dans divers pays (USA, RFA) pour étudier et minimiser l'influence des variations du terrain et des paramètres météorologiques sur les performances des systèmes électro-optiques à bord des hélicoptères de combat.  
 ENG  
 WOLLENWEBER F. G.  
 C-90-010996  
 AGARD Conference Proceedings (FR)

L'avion F-16 du programme AFTI achève des essais d'appui aérien rapproché : phase de démonstration.  
 AFTI F-16 completes CAS test, demonstration phase.  
 Publication en série  
 VOL 132; NO 14; pp. 38-40; 2 Phot.; DP. 1990/04/02  
 Une version de l'avion expérimental AFTI-F16, spécialement équipée pour le développement d'un système d'appui aérien rapproché, vient de terminer la première phase de ses essais en vol. Il apparaît qu'une avionique sophistiquée pourrait donner à cet avion des capacités de détection et d'engagement, de cibles au sol dès la première passe. L'équipement électronique global nécessaire n'est pas encore défini mais il comportera vraisemblablement un dispositif d'affichage monté sur casque, combinant le système FLIR "FALCON EYE", asservi à la tête du pilote, avec des lunettes de visée nocturne afin de disposer d'une capacité de combat de nuit multispectrale totalement intégrée.  
 ENG  
 SCOTT W. B.  
 C-90-009869  
 Aviation Week and Space Technology (US)

Essais de capteurs d'images en vols de nuit à basse altitude.  
 Low-level night flying tests imaging sensors.

B-6

Publication en série  
 VOL 44; NO 9; pp. 89-90, 92, 94, 96-97; 5 Phot.; DP. 1990/05  
 Description des essais réalisés par l'US Army en vue de déterminer les avantages que peuvent apporter les progrès techniques des capteurs d'acquisition de cible et d'imagerie nocturne aux opérations sur \*\*hélicoptères\*\* à basse altitude de nuit et en conditions météorologiques défavorables.  
 Signal (US)  
 ENG  
 C-90-009498  
 Signal (US)

L'armée de l'air britannique expérimente le système Flir avec le Jaguar.

Publication en série  
 NO 3; p. 32; 1 Phot.; DP. 1990/03  
 Information sur la commande du Ministère britannique de la défense obtenue par la firme GEC SENSORS concernant un système FLIR pour le royal air force. Ce système désigné par le sigle Atlantique-Airborne Targeting Low Altitude Navigation Thermal Imaging and Cueing- doit être expérimenté sur \*\*avion\*\* Jaguar destiné à l'entraînement.  
 Rédaction revue  
 GER  
 BM-90-000344  
 Wehrtechnik (DE)

L'US Army recherche un système de détection des câbles permettant aux pilotes d'\*\*hélicoptère\*\* de voler plus vite à basse altitude.  
 Army seeks system to detect wires so \*\*helicopters\*\* can fly fast, low.

Publication en série  
 VOL 132; NO 4; pp. 77, 79, 81; 3 Phot.; DP. 1990/01/22  
 Le programme OASYS ("Obstacle Avoidance System") a pour objectif de fournir aux pilotes d'\*\*hélicoptères\*\* des informations sur des dispositifs de visualisation montés sur casque, permettant une utilisation continue de lunettes de \*\*vision\*\* de \*\*nuit\*\* ou de système FLIR, augmentant ainsi l'efficacité opérationnelle et la sécurité. La première étape de ce programme comporte des simulations en vol destinées à évaluer les performances (portée, détection angulaire, champ visuel, sécurité oculaire) et les caractéristiques (coût, simplicité, maintenabilité, poids et dimensions) de quatre types de systèmes (radar en ondes millimétriques, radar à laser au dioxyde de carbone, radar à laser en infrarouge proche, télévision).  
 ENG  
 NORDWALL B. D.  
 C-90-007588  
 Aviation Week and Space Technology (US)

Probabilités des repères visuels, géométrie et ergonomie dans les opérations en \*\*hélicoptère\*\* avec visibilité limitée.  
 Imaging probabilities, geometry and ergonomics in limited visibility helicopter operations.

Mémoire Congrès  
 NO CP-470; pp. 20, 1-20, 11; 7 Ref.; 6 Fig.; 1 Tabl.; DP. 1989/09  
 Présentation d'une étude, sous l'angle de la sécurité des vols et de l'efficacité opérationnelle, des relations entre pilotes d'\*\*hélicoptère\*\* et systèmes de \*\*vision\*\* de \*\*nuit\*\*. Il apparaît qu'un réexamen fondamental des approches conceptuelles est nécessaire pour améliorer de façon significative les systèmes de \*\*vision\*\* de \*\*nuit\*\*. Le besoin majeur est l'augmentation de la probabilité que les systèmes actuels fournissent aux pilotes les meilleurs repères visuels autorisés par la technologie actuelle.  
 ENG  
 WRIGHT R. H.  
 C-90-007560  
 AGARD Conference Proceedings (FR)

Nouveau revêtement optique pour les capteurs de vision nocturne des AH-64.

AH-64 night vision sensors to receive new optical coating.  
 Publication en série  
 VOL 153; NO 11; p. 85; DP. 1990/01/16  
 Les capteurs de vision en nocturne des \*\*hélicoptère\*\* d'attaque AH-64 Apache de l'armée de terre américaine vont recevoir une nouvelle couche protectrice de leur optique, couche de carbone dur, d'une durée de vie de 20 ans (au lieu de 3 ans pour l'ancienne couche de fluorure de thorium) efficace contre le sable, les poussières et les débris soulevés par les pales des rotors et assurant au pilote une vision claire infrarouge du système de vision TADS/PNVIS, dont 745 vont être ainsi transformés, permettant une économie de 27,9 millions de dollars sur 3 ans. Cette nouvelle couche équipe le char MI, les périscopos de la marine et le char Leopard.  
 Rédaction revue  
 ENG  
 BM-90-000319  
 Aerospace Daily (US)

Les Garde-Côtes prolongent l'expérimentation des systèmes de vision nocturne pour les C-130.  
 Coast guard extends C-130 demonstration of night vision devices.  
 Publication en série

VOL 153; NO 3; p. 21; DP. 1990/01/04  
 Les Garde-Côtes américains prolongent de 3 mois l'expérimentation sur leurs C-130 de systèmes permettant aux équipages de mieux voir les bateaux de nuit. Le système placé sous les ailes SAMSON, Special Avionics Mission Strap On Now, système FLIR avec illuminateur laser, avec écran de lecture numérique ne nécessite aucune modification du C-130 et de son électronique.  
 Rédaction revue  
 ENG  
 C-90-006380  
 Aerospace Daily (US)

Système de projection optique à double asservissement. Une solution aux besoins de visualisation de deux membres d'équipage et de vision avec lunette de nuit.

Dual servo optical projection system (SOPS). A solution for two crewmember and night vision goggle display needs.  
 Mémoire Congrès  
 NO SAE89-2353; 5 p.; 7 Ref.; 1 Fig.; DP. 1989  
 Description de la conception et de la mise en application d'un dispositif d'affichage visuel qui résout trois problèmes importants rencontrés sur les simulateurs : obtenir une imagerie à haute résolution et grand champ visuel à l'aide d'un matériel d'affichage et de traitement d'image minimal; optimiser le système d'affichage pour les besoins de l'entraînement au vol avec lunette de vision nocturne; fournir une imagerie séparée et précise à un équipage de deux personnes.  
 ENG  
 WALKER J. L.; BIEN J.; CASTO C.; SMITH B.  
 C-90-005878  
 SAE Technical Paper Series (US)

Début en Avril 1990 des tests du système de visée laser pour \*\*avion\*\* de nuit pour les forces spéciales.

Testing of sof night vision laser targeting device to begin in April.  
 Publication en série  
 VOL 152; NO 58; pp. 481, 482; DP. 1989/12/27  
 Les tests au sol du système de visée laser infrarouge permettant aux tireurs des \*\*hélicoptères\*\* des forces d'opérations spéciales de frapper leurs objectifs sans utiliser de munitions traçantes, auront lieu en Avril 1990, suivis de tests en vol en Mai. Le système BSTING, technologie de vision par faisceau laser incorporant des lunettes de vision nocturne, est détaillé dans la suite de l'article.  
 Rédaction revue  
 ENG  
 C-90-005712  
 Aerospace Daily (US)

Acquisition de cible en combat aérien entre \*\*hélicoptères\*\*.  
 Target acquisition in helicopter air-to-air combat.

Mémoire Congrès  
 NO AIAA892147; 4 p.; DP. 1989  
 Examen des problèmes rencontrés par les pilotes dans l'utilisation des capteurs actuels, notamment ceux équipant l'\*\*hélicoptère\*\* Apache AH-64A (système TADS comportant trois capteurs : infrarouge, télévision, optique; avec possibilités de couplage avec d'autres dispositifs : casque, conduite de tir canon, \*\*vision\*\* de \*\*nuit\*\*), pour l'acquisition et la désignation de cible en combat aérien entre \*\*hélicoptères\*\* à courte moyenne et longue portée. Analyse de solutions possibles suggérées par des pilotes durant des essais.  
 ENG  
 WILSON E.  
 C-90-005616  
 AIAA papers (US)

Systèmes d'entraînement.  
 Training systems.

Mémoire Congrès  
 VOL 2/4; NO 89CH2759-9; pp. 876-893, 1863-1869; 7 Ref.; 12 Fig.; 1 Tabl.; 4 mémoires; DP. 1989  
 Description du système expert EXT destiné à l'instruction élémentaire des analystes de signaux ELINT. Présentation du programme de développement de simulateurs de vol et de combat sur les \*\*hélicoptères\*\* AH-64, AH-15 et UH-60, de l'US Army. Application de nouvelles technologies à la conception et au développement de simulation d'entraînement à la maintenance du F-16 (contrat USAF no F33657-85-C-0028). Analyse des actions de management qu'il faut exercer au cours du déroulement d'un programme d'enseignement et de formation d'équipage d'aéronef pour assurer l'adéquation des objectifs visés et du niveau d'instruction atteint (volume 4).  
 Ieee (us)  
 ENG  
 C-90-005059  
 IEEE NAECON Proceeding (US)

Compatibilité entre les systèmes de vision nocturne et le vieillissement de l'aviateur.  
 Compatibility of the \*\*aviation\*\* night vision imaging systems and the aging aviator.  
 Publication en série  
 VOL 60; NO 10-II; pp. B 78-B 80; 9 Ref.; 1 Tabl.; DP. 1989/10

L'Armée américaine utilise des systèmes de vision nocturne qui peuvent être incompatibles avec certains troubles de la vision liés au vieillissement. D'après une enquête faite chez les aviateurs de réserve d'âge moyen 39,5 ans le port des lunettes de vision nocturne est impossible chez 7,2 pour cent des sujets, chez 18 pour cent d'entre eux les lentilles correctives n'étaient pas compatibles avec ces lunettes de vision nocturne. Cette constatation a des conséquences importantes pour la sélection des pilotes réservistes.

ENG  
 FARR W. D.  
 BM-90-000267  
 Aviation, space and Environmental Medicine (US)

Visuels et avionique pour \*\*hélicoptères\*\* : renouveler ou moderniser.  
 Publication en série  
 VOL 17; NO 177; pp. 47-50; 1 Phot.; DP. 1989/09  
 Rappel des équipements de vision nocturne d'\*\*hélicoptères\*\* développés aux Etats-Unis à partir des années 60. Programmes actuels. Perspectives. Projets de modernisation de l'US Army, des armées françaises, britannique, soviétique. Programme international TONAL. Deux encadrés. Le M65 revu par BAE, les systèmes modulaires de FERRANTI.

FRE  
 RICHARDSON D.  
 C-90-F01219  
 Avianews International (BE)

La perception de la profondeur après port prolongé de jumelles de nuit.  
 Depth perception after prolonged usage of night vision goggles.  
 Publication en série  
 VOL 60; NO 6; pp. 573-579; 18 Ref.; 4 Fig.; 2 Tabl.; DP. 1989/06  
 Le port prolongé des jumelles est à l'origine de perturbations de la vision de la profondeur en particulier chez les pilotes d'\*\*hélicoptère\*\*. Soumis à des tests de contrôle pour vérifier cette hypothèse on a pu montrer que ces perturbations avaient pour origine des modifications de l'accommodation et de la vision latérale dont les causes sont discutées.

ENG  
 SHEENY J. B.; WILKINSON M.  
 BM-90-000217  
 Aviation, Space, and Environmental Medicine (US)

Le marine corps reçoit des F-18 en dépit des défaillances pour l'attaque de nuit.  
 US marines get F-18 despite night-attack hitch.  
 Publication en série  
 VOL 136; NO 4187; p. 22.; DP. 1989/10/21  
 L'US Marine Corps, qui reçoit le mois dernier son premier chasseur d'attaque de nuit AV-8B HARRIER II, reçoit son premier F-18D d'attaque de nuit, avec 7 mois de retard et en dépit du fait que demeure pour l'instant insoluble le défaut de concordance d'enregistrement entre le système FLIR et les lunettes de vision nocturne NVG de l'équipage, défaut de 7 milliradians. Analyse des solutions envisagées.

ENG  
 MOXON J.  
 C-90-003286  
 FLIGHT INTERNATIONAL (GB)

Vision nocturne.  
 Night vision.  
 Mémoire Congrès  
 VOL 1116; PP. 161-210; Nbx Ref.; 27 Fig.; 4 Tabl.; DP. 1989  
 Prédiction des performances de vision nocturne par un modèle à contraste simple. Comptabilité de l'éclairage du cockpit et des systèmes de vision nocturne à intensification d'image : questions et réponses. Les lentilles optiques de polycarbonate et les lunettes de vision nocturne dans l'aviation de l'armée de terre américaine. Réponse dynamique d'un système de visualisation électro-optique. Restauration des images dégradées par le déplacement dans les visualisations électro-optiques.

ENG  
 DECKER W. M.; RASH C. E.; CROSLY J. K.; AWAL A. A. S.; CHERRI A. K.  
 BM-90-000140  
 Proceedings of the SPIE (US)

Systèmes tactiques de \*\*vision\*\* de \*\*nuit\*\* adaptés au système Falcon Eye.  
 TAC night vision requirements tailored to Falcon Eye system.  
 Publication en série  
 VOL 126; NO 10; pp. 20, 22; 1 Phot.; DP. 1989/05  
 Rappel des spécifications recherchées par l'US Air Force pour le système tactique de \*\*vision\*\* de \*\*nuit\*\* destiné à l'appui aérien rapproché et à la reconnaissance aérienne. Perspectives de développement de la version A-16 CAS Close Air Support de l'aviation de combat F-16 en remplacement de l'A-10 âgé.

ENG  
 ROPELEWSKI R. R.  
 BM-90-000114  
 Armed Forces Journal International (US)

Dispositif de visualisation sur casque.  
 Congrès  
 VOL 1116; 210 p.; nbx Ref.; 120 Fig.; 4 Tabl.; DP. 1989  
 Dernières applications de systèmes optiques de visualisation sur casque pour \*\*avion\*\* tactique, \*\*hélicoptère\*\*, simulateur et véhicule terrestre. Les articles ont été répartis entre les 4 sessions : \*\*hélicoptères\*\* - simulation et espace - \*\*avion\*\* tactique - vision nocturne.  
 Spie (us)  
 ENG  
 C-90-002622  
 Proceedings of the SPIE (US)

Rapport annuel 1988 de la société Martin Marietta corporation.  
 Martin Marietta corporation. 1988 annual report.  
 Rapport  
 Rapport Annuel; 45 p.; 8 Fig.; NB Tabl.; NB Phot.; DP. 1989  
 Société spécialisée dans la conception, la fabrication et l'intégration de systèmes et de produits dans les domaines de l'espace, de la défense, de l'électronique, de la gestion de l'information, de l'énergie et des matériaux. En astronautiques Titan 34 D, Titan IV, véhicule de lancement avancé, Titan pour lancements commerciaux, spatonef de cartographie de Vénus, sondes spatiale, système robotique d'assemblage de la station spatiale américaine, satellites avec amarres spatiales, missiles Packerkeeper, petits ICBM, système de défense stratégique, espace habité : étude de la navette cargo. Electronique et missile. Système d'information. Matériaux. Systèmes d'énergie.  
 Martin Marietta Corporation (US)  
 ENG  
 C-90-002073

Mc Donnell trouve la solution aux problèmes du Hornet d'attaque de nuit.  
 Mc Donnell finds cure for night-attack Hornet problem.  
 Publication en série  
 VOL 4190; NO 136; p. 20; DP. 1989/11/14  
 Mac Donnell Douglas a trouvé la modification de logiciel qui va permettre de supprimer les phénomènes de désaccord entre les images du système de navigation FLIR affichées sur l'écran tête haute et celles du monde réel perçues par le pilote équipé de lunettes de vision nocturne NVG, à bord de son nouveau chasseur d'attaque de nuit F-18 D Hornet du Marine Corps. Analyse détaillée des défaillances constatées et des remèdes apportés.  
 ENG  
 BAILEY J.  
 C-90-001852  
 Flight International (GB)

Sikorsky propose la modernisation des Black Hawk de l'armée de terre australienne.  
 Sikorsky plans changes for Australian army Black Hawks.  
 Publication en série  
 VOL 4190; NO 136; p. 17; DP. 1989/11/14  
 A la suite des exercices opérationnels Kangaroo 89, Sikorsky propose aux forces terrestres australiennes les modifications suivantes des 39 \*\*hélicoptères\*\* S-70A-9 Black Hawk : enregistrement des données de vol et des conversations du cockpit, la compatibilité des lunettes de vision nocturne NVG, la modernisation des systèmes de navigation et de communication et du moteur, détaillées dans l'article.  
 ENG  
 NORRIS G.  
 C-90-001383  
 Flight International (GB)

Prochain premier vol, retardé jusqu'ici, de l'A-7 plus.  
 A-7 plus nears delayed first flight.  
 Publication en série  
 VOL 136; NO 4/82; p. 18; 1 Phot.; DP. 1989/09/16  
 La firme LTV a un contrat de 133,6 millions de dollars pour le programme d'essais en vol de deux chasseurs modernisés A-7 plus, à moteur Pratt et Whitney F100 et avionique de vision nocturne. Retardé de six mois pour diverses raisons non-techniques. Le premier vol aura lieu fin Octobre.  
 ENG  
 MOXON J.  
 C-90-000703  
 Flight international (GB)

Les géants allemands (\*\*hélicoptères\*\*).  
 German giants.  
 Publication en série  
 VOL 8; NO 3; pp. 8-10, 12-13; Nb. Phot.; DP. 1989/06  
 Manoeuvre du 25e régiment hélicoptère de l'armée de terre ouest-allemande. Evolution des \*\*hélicoptères\*\* CH-53G. Support logistique. Mobilité. Opérations en vision nocturne.  
 ENG  
 MOYLE J.  
 C-89-015644  
 Defence Helicopter World (GB)

Phase 2 pour l'Apache.  
 Phase 2 for Apache.

B-8

Publication en série  
 VOL 20; NO 5; p. 369; DP. 1989/05  
 Etat d'avancement du programme de l'US Navy MSIP - Multi Stage Improvement Programme pour développer les capacités air-air de l'hélicoptère AH-64 Apache. Essais et adaptation prévue du missile Stinger.  
 Rédaction Revue  
 ENG  
 C-89-015044  
 Defence (GB)

La Jordanie réalise trois productions militaires communes avec les Etats Unis, la Grande Bretagne et la France.  
 Jordan finalizes three joint ventures military with USA, UK and France.

Publication en série  
 VOL 11; NO 29; pp 1,2; DP. 1989/07/17  
 La Jordanie, qui continue à construire sa propre industrie d'armements, va réaliser des productions communes avec les Etats-Unis (assemblage d'hélicoptères légers Sky Night Model 330, en coopération avec la firme américaine Schweitzer), la France (construction d'un centre régional pour l'entretien et la commercialisation des équipements de vision nocturne SOPLEM) et la Grande Bretagne (production en Jordanie d'équipements de vision nocturne, dont des systèmes infrarouges).  
 Rédaction revue  
 ENG  
 C-89-015021  
 International Defense Intelligence (US)

Stockage, manipulation, et mise à disposition des batteries au lithium.  
 Storage, handling and disposal of lithium batteries.  
 Norme  
 Defence standard: 15p; DP. 1989/03/20  
 Les batteries au lithium sont devenues indispensables dans de nombreux équipements : mémoires de calculateur, appareils de vision de nuit, systèmes de communications portatifs, caméras, plateformes inertielles d'avion, équipements électro-médicaux. Il y a une large variété de bac ou de cellules chimiques de toutes formes ou dimensions. Aussi il convient de présenter des procédures strictes de stockage, de manipulation et de mise à disposition ou au rebut, de ce type de batterie. Caractéristiques des batteries au lithium. Lieux de dépôt-conditions strictes pour le transport par air, route, ou par mer. Conditions strictes d'utilisation, protections d'urgence en cas d'incendie et soins au personnel.  
 Ministry of defence  
 ENG  
 C-89-011955

Ferranti remporte le contrat de production du système NVG pour les avions britanniques à aile fixe.  
 Ferranti wins UK fixed-wing NVG contract.  
 Publication en série  
 VOL 34; NO 2; p. 86; DP. 1989/04  
 Indications sur le contrat attribué par la Défense britannique à Ferranti Defence Systems pour la production d'un appareil de vision de nuit destiné aux avions Harrier, Jaguar, Tornado de l'armée de l'air britannique.  
 Rédaction Revue  
 ENG  
 C-89-011793  
 "NATO'S" Sixteen Nations (NL)

Mise en cause de l'usage des lunettes de vision nocturne pendant l'entraînement.  
 Use of night vision goggles in training faces criticism.  
 Publication en série  
 VOL 4; NO 20; PP. 14-15; DP. 1989/05/15  
 Beaucoup de critiques s'expriment contre l'utilisation à l'entraînement en temps de paix des lunettes de visée nocturne AN/PVS-5, insuffisantes pour le vol de nuit en rasemottes. Il faut les remplacer rapidement par les nouvelles lunettes ANVIS-6 dont l'article analyse les spécifications, le fonctionnement et les performances ainsi que les futures lunettes de 3ème génération, permettant le vol à la lumière des étoiles par temps couvert.  
 ENG  
 MORRING F.  
 BM-89-000558  
 Defense News (US)

De nouvelles lunettes améliorent la vision de nuit sans égaler celle du jour.)  
 New goggles improve night vision but do not match daylight conditions.  
 Publication en série  
 VOL 130; NO 15; pp. 86-87; 1 Fig.; DP. 1989/04/10  
 En dépit d'améliorations de leur fiabilité et de leurs performances, les lunettes de vision de nuit (notamment pour pilotes d'hélicoptères AH-64) posent encore des problèmes (champ visuel limité, accommodation difficile aux modifications des conditions lumineuses). Les disparités entre les interprétations des scènes nocturnes par l'œil humain et par les lunettes de vision imposent un approfondissement des recherches sur la

physiologie du vol de nuit. Deux types de lunettes sont actuellement en service : l'AN/PVS-5 de la deuxième génération et l'AN/AVS-6 de la troisième aux performances améliorées (réponse spectrale comprise entre 550 et 950 nanomètres, acuité visuelle supérieure, performances constantes sur une durée de vie supérieure à 7.500 heures puis décroissance nette et rapide ensuite).  
 ENG  
 NORDWALL 8 D.  
 C-89-011540  
 Aviation Week and space Technology (US)

Détails sur le programme de modernisation du Tornado de l'armée de l'air britannique parvenu au milieu de son cycle de vie.  
 RAF Tornado mid-life update detailed.  
 Publication en série  
 VOL 135; NO 4159; pp. 10-11; 4 Phot.; DP. 1989/04/08  
 Commentaires sur le programme adapté par la Royal Air Force en liaison avec Panavia et le Namma de l'OTAN. Détails sur les équipements de vision de nuit et de navigation formant le coeur du programme FLIR/NVG et TRN. Besoins de l'armée de l'air britannique.  
 ENG  
 GAINES M.  
 C-89-011518  
 Flight International (GB)

Le vol de nuit en hélicoptère : étude ergonomique préalable dans le cadre de la mise au point des systèmes de vision de nuit.  
 Thèse  
 Mémoire de DEA d'Ergonomie; 104 p.; 122 Ref.; nombr. Fig.; quelq. Tabl.; nombr. Phot.; DP. 1988/06  
 Un rappel sur la technologie de l'hélicoptère, la physiologie de la vision et les systèmes de vision de nuit introduit l'approche ergonomique du pilotage d'hélicoptère de nuit. L'analyse de l'activité du pilote précise les stratégies développées pour la gestion du processus rapide et complexe que constitue le pilotage d'hélicoptère. L'exploration des redondances utilisées par le pilote devrait permettre de mieux connaître les besoins en information, facilitant ainsi le développement des systèmes de vision de nuit.  
 Conservatoire National des Arts et Métiers, Paris (FR)  
 FRE  
 MONIEZ J. L.  
 C-89-F02937

L'aviation tactique américaine entre dans une ère nouvelle.  
 US tactical air power moving into a new era.  
 Publication en série  
 NO 1; pp. 66-70; 1 Fig.; 5 Phot.; DP. 1989/01  
 Revue des systèmes et équipements en développement aux Etats Unis ayant pour objet d'améliorer les capacités opérationnelles de nuit de l'aviation tactique US. Perspectives pour la fin des années 90.  
 ENG  
 ROPELEWSKI R. R.  
 C-89-010482  
 Armed Forces International (US)

Amélioration à court terme du AV-8B Harrier 2.  
 Near term enhancements of the av-8B harrier II.  
 Mémoire Congrès  
 VOL p. 203; NO 872321; pp. 195-200; 1 Ref.; 9 Fig.; 3 Phot.; DP. 1988/02  
 Historique du développement commun (Grande Bretagne, USA) des avions Harrier et description des principales améliorations devant contribuer à l'évolution permanente du Harrier 2 (AV-8B) notamment pour répondre aux besoins d'opérations amphibies des forces d'intervention de l'US marine corps et aux exigences du marché international. Ces améliorations concernent : le système de commande numérique du moteur, la capacité d'intervention de nuit; le développement du moteur F402-RR version 408 et de divers autres dispositifs (contremesures, charges externes, antibrouillage, transmissions numériques et par satellite, système GPS).  
 ENG  
 MATHEWS R. H.  
 C-89-010460

Armée de terre : 90 pour cent des accidents (d'hélicoptères) surviendraient en condition de nuits sans lune.  
 Army : 90 per cent of night goggle accidents said to occur on moonless nights.  
 Publication en série  
 NO 4; p. 3; DP. 1989/04/21  
 Selon l'"Orange County Register" sur l'utilisation des lunettes de vision nocturne (NVG) et sur le taux d'accident d'hélicoptères, la probabilité d'incident est forte si deux conditions naturelles ne sont pas remplies : lune visible à au-moins 30 pour cent et située à au-moins 30 degrés au dessus de l'horizon.  
 ENG  
 C-89-010423  
 Avionics Report (US)

Capteurs imageurs et poursuite en traitement d'image pour le PAH2.  
 Image generating sensors and image processing tracker for the PAH2  
 Publication en série

VOL 13; NO 5; pp. 122-125; 5 Fig.; 1 Tabl.; 1 Phot.; DP. 1989  
 Capteurs imageurs (caméras de télévision, caméras infrarouges,  
 intensificateurs pour bas niveaux lumineux etc..) pour  
 l'hélicoptère de combat PAH-2/HAC et équipement de traitement  
 de l'image pour le suivi des cibles, le guidage des missiles et la  
 mesure de l'angle de roulis.

ENG  
 COY D.  
 C-89-009845

Military technology (DE)

Rapports spéciaux : vol de nuit.

Special reports : night flying.

Publication en série

VOL 23; NO 3; pp. 42-46, 48-50; 2 Fig.; 7 Phot.; DP. 1988/02

Ensemble de deux articles concernant: a) l'efficacité de  
 l'association jumelles \*\*vision\*\* \*\*nuit\*\* et visualisation tête  
 haute: rapport d'un pilote sur des essais de vols de nuit avec ou  
 sans visualisation tête haute au cours d'un voyage de Virginie en  
 Arizona en camionnettes et en \*\*hélicoptères\*\*, description des  
 différents équipements b) Présentation du système PAVE LOW III qui  
 utilise un radar intégré FLIR, un système de cartes électroniques  
 ainsi que des jumelles de \*\*vision\*\* de \*\*nuit\*\*. Ce système équipe  
 en particulier les \*\*hélicoptères\*\* affectés à des missions  
 spéciales

ENG  
 GREEN D.  
 C-89-009829

Rotor and wing international (US)

Les problèmes posés par l'environnement visuel futur.

Future visual environment and concerns.

Publication en série

NO LS-156; pp. 9-1-9-14; 13 Ref.; 9 Fig.; Résumé français du  
 CERMA; DP. 1988/04

La nécessité de vols opérationnels de nuit et les performances des  
 nouveaux \*\*avions\*\* de combat rendent nécessaire l'association de  
 visualisation tête haute, de visuel de casque et de moyens de  
 suppléance pour la vision nocturne. Ces systèmes doivent par  
 ailleurs assurer une bonne protection contre les flashes  
 nucléaires et laser. Le tout doit être compatible avec un faible  
 poids ce qui pose des problèmes technologiques.

ENG  
 AGNEESSENS D.  
 BM-89-000516

AGARD Lecture Series (GB)

Compatibilité de l'éclairage cabine avec le port des lunettes de  
 vision nocturne.

Night lighting and night vision goggle compatibility.

Publication en série

NO LS-156; pp. 7-1-7-16; 9 Ref.; 19 Fig.; Résumé français du  
 CERMA; DP. 1988/04

Les lunettes de vision nocturne sont rendues nécessaires par  
 l'augmentation des vols de nuit. Elles amplifient le rayonnement  
 dans le proche infra-rouge permettant au pilote de percevoir son  
 environnement. Mais le spectre des éclairages de cockpit usuels  
 contient une fraction notable dans l'infra-rouge qui entrave la  
 perception des éléments extérieurs. Un éclairage du cockpit de type  
 électroluminescent est par contre entièrement filtré par les  
 lunettes ne créant aucun parasite.

ENG  
 PINKUS A. R.  
 BM-89-000490

AGARD Lecture Series (GB)

Les capteurs pour les \*\*hélicoptères\*\* de l'an 2000.

Visionics and sensorics for the helicopter missions in the year  
 2000.

Publication en série

VOL 13; NO 5; pp. 40-48; 12 Ref.; 12 Fig.; 1 Tabl.; DP. 1989

Les nombreux systèmes de vision assistée permettant aux  
 \*\*hélicoptères\*\* de voler aussi bien de nuit que de jour et  
 quelques soient les conditions de temps et de visibilité.

ENG  
 BOHM H. D.  
 C-89-009279

Military technology (DE)

Evaluation de l'accommodation des pilotes de combat de la Marine  
 américaine dans le noir.

The accommodative status in the dark of US Navy fighter pilots.

Rapport

Rapport intermédiaire; 28 p.; 32 Ref.; 8 Fig.; 2 Tabl.; DP. 1987/03

L'accommodation visuelle dans le noir de 172 pilotes a été mesurée  
 et comparée aux scores obtenus lors d'atterrissages de nuit et  
 d'entraînement au combat de nuit; aucune corrélation significative  
 n'a pu être dégagée. Dans une deuxième étude, les mesures de  
 l'accommodation nocturne des pilotes ont été comparées à celles  
 d'un échantillon d'étudiants. Les aviateurs sont significativement  
 moins myopes que les étudiants, ce qui peut s'expliquer par  
 l'entraînement et la sélection.

Naval Aerospace Medical Research Laboratory, Pensacola (US)  
 ENG

TEMME L. A.; RICKS E. L.

BM-89-000486

Système de pilotage de nuit ALAT avec jumelles CN2H.

Publication en série

NO 81; p. 31; 1 Phot.; DP. 1989/02

L'Armée de Terre (ALAT) française a  
 développé un système qui rend compatible un tableau de bord  
 d'hélicoptère avec les jumelles CN2H de SOPELEM, de telle  
 sorte qu'on peut voir simultanément l'extérieur d'un aéronef à  
 travers des jumelles, et l'intérieur de l'appareil directement à  
 l'oeil nu.

FRE

SAINT SETIERS M.

BM-89-F00129

Défense et Armement, Héralcès International (FR)

Voir l'invisible.

Sight unseen.

Publication en série

VOL 135; NO 4151; pp. 34-35; 5 Fig.; 1 Phot.; DP. 1989/02/11

Le RAE (Royal Aerospace Establishment) développe un nouveau  
 programme de recherche pour étudier de nouvelles technologies qui  
 permettront de maîtriser les limitations des capteurs de  
 \*\*vision\*\* de \*\*nuit\*\* afin d'améliorer la précision des missiles  
 air air. Exposé concernant les solutions, analyse des cibles. Le RAE  
 exploite un BAe Harrier T.4 appelé "l'Oiseau de nuit" (The night  
 Bird) pour étudier les systèmes de \*\*vision\*\* de \*\*nuit\*\* combinés  
 avec le FLIR (Forward-Looking Infrared) et les jumelles de  
 \*\*vision\*\* de \*\*nuit\*\*.

ENG  
 BEECH E.  
 C-89-006392

Flight International (GB)

Equipment des AH-1S japonais avec le système de vision nocturne  
 NEC.

AH-1S to be equipped with NEC's night vision system.

Publication en série

NO 886; pp. 1-2; DP. 1988/10/03

L'Agence japonaise de Défense a commencé l'installation sur ses  
 \*\*hélicoptères\*\* AH-1S anti chars des Forces Terrestres d'un  
 système de visée nocturne mis au point par la firme américaine  
 NEC. Portable, adapté au casque du pilote, le système coûte 3,5  
 millions de yens pièce.

Rédaction revue  
 ENG  
 C-89-005704

Aerospace Japan-Weekly (JP)

La GRANDE-BRETAGNE améliore sa couverture reconnaissance-sauvetage.

UK Improves sar coverage.

Publication en série

VOL 134; NO 4141; p. 12; 4 Fig.; DP. 1988/11/26

Fin 1989, les \*\*hélicoptères\*\* de recherche et de sauvetage de la  
 GRANDE-BRETAGNE seront capables de jour d'atteindre en une heure  
 tout point situé à 75 km des côtes et, de nuit, en deux heures, à  
 190 km. Cartes des couvertures jour/nuit en 1985 et 1989 et  
 description des \*\*hélicoptères\*\* mis en oeuvre par l'Armée de  
 terre, la marine et l'Armée de l'air.

ENG  
 BEECH E.  
 BM-89-000333  
 FLIGHT INTERNATIONAL (GB)

Systèmes de vision nocturne embarqués.

Publication en série

VOL 16; NO 10; pp. 41-45; nombre. Phot.; DP. 1988/10

Revue des programmes de développement et des systèmes occidentaux  
 en service pour \*\*avions\*\* et \*\*hélicoptères\*\* : intensificateurs  
 de lumière et imagerie thermique. Perspectives de l'évolution  
 technologique. Firmes.

FRE  
 PRINCE W.  
 BM-89-F00089  
 International Avianews (BE)

Simulation future de vol. Un point de vue militaire.

Future flight simulation. A military view.

Mémoire Congrès

VOL 1; pp. 9-21; 3 Fig.; DP. 1987

Un retour historique sur les simulations militaires en  
 Grande-Bretagne est brièvement présenté. On considère ensuite les  
 aspects de la technologie disponible pour les exigences militaires  
 du futur. Des conclusions sont tirées des aspects de simulation qui  
 sont susceptibles de permettre un entraînement militaire  
 rentable. Avec la permanente amélioration des simulateurs, depuis  
 la deuxième guerre mondiale avec le Link Trainer, il est possible  
 aujourd'hui de simuler une mission complète incluant des scénarios  
 tactiques et des situations conflictuelles. Devant le choix  
 important des systèmes, l'efficacité de l'entraînement à un coût  
 moindre va être un critère de sélection. La simulation de vol à  
 basse altitude demande une simulation réaliste du terrain :  
 (perspectives et défilement du paysage). Les systèmes devraient

B-10

posséder des simulations de combat aérien, un champ de vision le plus large possible, un équipement FLIR (Forward Looking Infra-Red), des lunettes pour la \*\*vision\*\* de \*\*nuit\*\*, un NBC en kit, un semblant d'équipage, des récits détaillés de mission, un pilotage manuel fidèle. L'insertion du mouvement est importante (plateformes en mouvement, siège et combinaisons anti-g...).

Royal aeronautical society (GB)  
 ENG  
 STRACHAN I. W.  
 C-89-003949

Progrès récents concernant les aides au pilote dans l'habitacle d'un aéronef militaire en opérations.  
 Congrès  
 107 p.; nbr Ref.; nbr Fig.; nbr Tabl.; nbr Phot.; 9 Mémoires; DP. 1987

Les mémoires de ce symposium (plusieurs sont signalés individuellement par ailleurs) traitent de la sophistication des tâches demandées aux pilotes d'\*\*avions\*\* de chasse, notamment monoplaces, et des systèmes développés pour optimiser les relations homme-machine. Ces systèmes (indifféremment désignés : aide à la gestion de la mission, aide à la décision tactique, associé du pilote, copilote électronique) font largement appel à l'automatisation et, de plus en plus, à l'intelligence artificielle pour assurer leurs fonctions dont les trois principales sont : la fusion des données, l'évaluation de la situation et la proposition d'options.

Ras (fgb)  
 ENG  
 C-89-003574

Méthodologie de la conception d'un habitacle d'aéronef de combat à aile fixe en vue de l'utilisation de lunettes de \*\*vision\*\* de \*\*nuit\*\*.

A cockpit design methodology for the introduction of night vision goggles in fixed wing combat aircraft.  
 Mémoire Congrès  
 pp. 11.1-11.17; 4 Fig.; DP. 1987

En matière d'introduction de lunette de \*\*vision\*\* de \*\*nuit\*\* pour ce type d'appareils, les opinions des utilisateurs et des fabricants peuvent diverger. Ce dilemme est examiné dans le présent article qui étudie les problèmes posés et propose une approche conceptuelle assistée par ordinateur de la compatibilité de l'habitacle et des lunettes de \*\*vision\*\* de \*\*nuit\*\*. Le processus de conception décrit est en cours d'application par la société "dans le cadre d'un contrat concernant les Jaguar en service dans l'armée de l'air britannique.

ENG  
 MARTIN K. W.  
 C-89-003550

L'équipement NITE-op de FERRAUTI : des lunettes de vision nocturne pour équipage d'aéronef.  
 FERRAUTI NITE-OP- Night vision goggles for aircrew.  
 Mémoire Congrès  
 pp. 10.1-10.9; 2 Fig.; 3 Phot.; DP. 1987

Dans un \*\*hélicoptère\*\*, des lunettes de vision nocturne doivent être montées sur casque, afin de laisser libres les deux mains du pilote, et incorporer deux canaux de visualisation, afin de fournir une vision binoculaire de la scène observée. Les lunettes NITE-OP possèdent ces deux caractéristiques et sont spécialement conçues pour répondre aux besoins britanniques en matière de sécurité en vol à basse altitude, aux vitesses normales, à faible niveau lumineux ou de nuit.

ENG  
 BLACKIE I.  
 C-89-002805

Mémoires du symposium sur les casques de vol et les dispositifs qui les équipent.  
 Congrès  
 143 p.; nbr Ref.; nbr Fig.; nbr Tabl.; nbr Phot.; 15 mémoires; DP. 1987

Les mémoires de ce symposium (plusieurs sont signalés individuellement par ailleurs) traitent de divers aspects des fonctions primaires devant être assurées par les casques de vol, notamment la protection (choc, éjection, collision avec un oiseau, crash, éblouissement solaire, aide à la survie) et les transmissions, et des différents dispositifs susceptibles d'être ajustés (lunettes de \*\*vision\*\* de \*\*nuit\*\*, système de visée, système d'affichage, protection contre l'éclair nucléaire, entrée escale directe, commutateurs à commande vocale, système audio tridimensionnel, suppression active de bruit, réduction active de bruit, système d'alarme vocal, oculomètre). On aborde également les problèmes médicaux liés aux casques de vol.

Ras (gb)  
 ENG  
 C-89-002346

Les limites humaines en vol et quelques remèdes possibles.  
 Human limitations in flight and some possible remedies.  
 Mémoire Congrès  
 VOL CP 425; pp. 5.1-5.8; 11 Ref.; 1 Fig.; DP. 1988

Les effets de biodynamique du vol à très grande vitesse provoquent fréquemment une perte de conscience sans aucun signe avant

coureur. D'autres facteurs stressants sont la chaleur, les vibrations, le bruit, et les agressions nucléaires, biologiques et chimiques. On examine ces différents facteurs et on étudie quelques moyens d'en diminuer l'importance au niveau de la conception des interfaces pilote/machines d'aide au pilote (dispositifs d'affichage par exemple).

Agard (Fr)  
 ENG  
 READER D. C.  
 C-89-001707  
 AGARD conference proceedings; (FR)

Nouveau drone israélien.  
 Israel aircraft industry unveils its newest remotely dicated vehicle.  
 Publication en série  
 VOL 10; NO 40; p. 2; DP. 1987/10/03

La firme israélienne IAI teste un nouveau drone appelé "Impact", d'une autonomie de 12 heures, pesant 500 kg et pouvant emporter 75 kg dont une caméra de télévision à vision nocturne. IAI met aussi au point une station terrestre mobile de campagne permettant de contrôler l'"Impact".

Rédaction revue  
 F&G  
 C-89-001671  
 International Defense Intelligence (US)

Tolérance aux accélérations de certaines jumelles de nuit : analyse de modèle.  
 Acceleration loading tolerance of selected night vision goggle systems : a model analysis.  
 Mémoire Congrès  
 VOL 24; pp. 10-14; 6 Ref.; 7 Fig.; Résumé français du CERMA; DP. 1987

L'utilisation des jumelles de nuit (NVG) augmente significativement le poids supporté par le cou du pilote surtout lors de fortes accélérations. Ceci a été vérifié grâce à la mise au point de modèles mathématiques et dynamiques du corps permettant d'étudier la tolérance homéostatique et la tolérance aux accélérations pendant l'éjection. Application de ces résultats aux \*\*avions\*\* futurs.

ENG  
 DARRAH M. I.; SEEVERS C. R.; WANG A. J.; DEW D. W.  
 BM-89-000064

Aptitude médicale au pilotage des \*\*hélicoptères\*\*.  
 Publication en série  
 VOL 27; NO 105; pp. 6-8; 16 Ref.; DP. 1988/1T

Deux spécificités d'aptitude pour le vol en \*\*hélicoptère\*\* par rapport aux \*\*avions\*\*. D'une part les problèmes rachidiens, surtout dus à des facteurs posturaux et mécaniques; les inaptitudes sont d'ordre radiologique. D'autre part une sollicitation visuelle particulière avec fréquence importante des vols de nuit qui rend primordiaux les, contrôle du sens du relief, vision de la profondeur, vision binoculaire, et sensibilité au contraste coloré (pour utilisation des jumelles de vision nocturne).

FRE  
 AUFFRET R.  
 BM-89-F00024  
 Médecine Aéronautique et Spatiale (FR)

Capteur infrarouge évolué standardisé : état du programme.  
 Standardized advanced infrared sensor : a program status.  
 Mémoire Congrès  
 VOL 88; 5 p.; 2 Tabl.; DP. 1988

Ce capteur est un prototype de faisabilité pour un imageur thermique de seconde génération. On présente les objectifs du programme de développement en cours qui sont d'obtenir les bases technologiques pour le système d'acquisition de cible afin de minimiser les risques lors de son incorporation au programme LHX (Light Helicopter Family). Les avantages présentés par ce type de capteur ainsi que leur configuration, sont décrits. Enfin, on évoque les essais auxquels ils seront soumis.

ENG  
 HOWARD C. G.; VAN DERLASKE D.  
 C-89-000654  
 American Helicopter Society National Forum Proceedings (US)

Simulation d'avionique.  
 Avionic simulation.  
 Mémoire Congrès  
 VOL 3; NO 88CH2595-5; pp. 944-953; 5 Ref.; 6 Fig.; 2 communications; DP. 1988

Analyse architecturale par simulation d'un processeur numérique pour capteurs multiples à architecture modulaire, ressources partagées et système d'exploitation distribué. La simulation de la visualisation dans le simulateur de mission de combat de l'\*\*hélicoptère\*\* AH-64; simulation des systèmes de visualisation de \*\*vision\*\* de \*\*nuit\*\* (PNVS), d'acquisition et désignation de cible (TADS), des capteurs IR et TV des télémètres lasers, etc.

Ieee (us)  
 ENG  
 C-89-000008

Commande et visualisation des informations.

### Information control and display.

Mémoire Congrès  
VOL 1; NO 88CH2596-5; pp. 184-216; nombr. Ref.; nombr. Fig.; nombr. Tabl.; 5 communications; DP. 1988  
Système d'évitement de collision avec le sol pour les aéronefs tactiques volant à basse altitude. Etude de l'application de récepteurs électro-tactiles cutanés pour la transmission de certaines informations au pilote d'aéronefs de combat. Une approche de la fusion des données dans le cockpit permettant de réduire le volume et la complexité du flot d'informations. Conception et mise en oeuvre d'un système basé sur l'affichage graphique interactif pour la visualisation de la navigation et pénétration en basse altitude furtives par l'utilisation de renseignements sur le terrain à partir de capteurs passifs (système PENETRATE).  
IEEE (US)  
ENG  
C-88-015981

L'entreprise Hadland participe au concours de lunettes de vision nocturne.

Hadland joins night goggle race.

Publication en série

VOL 10; NO 4; p. 181; 2 Phot.; DP. 1988/07/30

Le ministère britannique de la défense a lancé un appel d'offre pour des lunettes de vision nocturne destinées aux pilotes d'avions\*\* et adaptées au problème de l'éjection en vol. L'entreprise Hadland (Bovingdon-Hertfordshire) développe le système "Eagle eye" qui a la particularité d'être porté près des yeux comme des lunettes ordinaires et par conséquent ne nécessite pas d'être largué avant éjection. Il a également l'avantage de peu vibrer dans les manœuvres à forte accélération. La variante américaine, avec tube à intensificateur d'image, est en cours d'essai sur la base Wright-Patterson de l'US Air Force.

ENG

WALKER K.

C-88-014464

Jane's Defence Weekly (GB)

Les progrès du AV-8B relatifs à l'attaque de nuit.

AV-8B night attack advances.

Publication en série

VOL 129; NO 6; pp. 34-37; 40; 2 Fig.; 1 Phot.; DP. 1988/08/08

Dossier concernant: le développement d'un prototype monoplace muni d'un dispositif de lunettes de \*\*vision\*\* de \*\*nuit\*\* associé à un ensemble infrarouge balayage frontal (FLIR). système permettant les attaques de nuit; adoption de ce système d'attaque de nuit pour le Marine Corps AV-8B et le Navy Marine Corps F/A-18C/D; le développement d'une installation pour l'entraînement des pilotes à l'utilisation des équipements de \*\*vision\*\* de \*\*nuit\*\*.

ENG

GREENEY B. W.

C-88-013371

Aviation Week and Space Technology (US)

Systèmes d'armes dans le monde. Revue 1988 des systèmes terrestres dans le monde.

Defence systems/international. 1988 the international review of land systems.

Ouvrage

280 p.; NB Fig.; NB Tabl.; NB Phot.; DP. 1988

Principales rubriques: véhicules de combat blindés / Artillerie / Armes de précision / Armes d'appui d'infanterie / Armes antichar / \*\*Hélicoptères\*\* / RPV / Equipements de sécurité intérieure / Guerre des mines / Véhicules militaires / Transmissions du champ de bataille / Matériels de guerre NBC / Radars de surveillance et systèmes d'alerte / Simulateurs et aides à l'instruction / Vision nocturne / Matériels de démolition.

ENG

JARMAN R.

C-88-011133

Fusion intelligente d'images multicapteurs.

Knowledge-based multi-sensor image fusion.

Publication en série

VOL 12; NO 5; pp. 95-101; 8 Fig.; 1 Phot.; DP. 1988/05

On indique une technique pour la génération en temps réel d'une image composée à partir de capteurs multiples (infrarouges pour la vision en lumière faible, à ondes millimétriques en cas de pluie et de brouillard).

ENG

REARIK T. C.

C-88-009807

Military Technology (DE)

Réseau de surveillance efficaces contre les trafics d'armes de l'Ira.

Surveillance nets Ira arms haul.

Publication en série

VOL 132; NO 4087; p. 3; DP. 1987/11/07

Les CESSNA Titan et Caravane II des douaniers français, équipés d'un radar Bendix RDR 150 et d'un calculateur Gemini Crouzet permettant la surveillance de nuit ont joué un rôle décisif dans l'interception du cargo panaméen Eksund transportant 150 tonnes d'armement dont des missiles sol air à destination de l'armée de la résistance irlandaise.

Rédaction Revue

ENG

C-88-005779

Flight International (GB)

Casque de pilote relié au canon.

Helmet sight linked to gun.

Publication en série

VOL 133; NO 4096; p. 15; 1 Fig.; 1 Phot.; DP. 1988/01/16

Ferranti a intégré un casque de pilote visualisation tête haute avec le système de conduite de tir du canon sous tourelle Lucas \*\*Aerospac\*\* monté sur \*\*hélicoptère\*\* MB8 80-105. Les mouvements de la tête du pilote commandant directement ceux de la tourelle. Le système pourrait s'adapter au tir des missiles ou être couplé aux capteurs de vision nocturne.

ENG

Rédaction Revue

C-88-005307

Flight International (GB)

Simulation de la génération d'image multispectrale.

Multispectral imaging simulation.

Mémoire Congrès

VOL 781; pp. 42-49; 4 Ref.; 16 Fig.; DP. 1987

Etude de modèles de simulation numérique, destinés à générer des images infrarouges, en vue d'étudier l'efficacité et la fiabilité des radars infrarouges pour le pilotage des \*\*avions\*\* de nuit ou par mauvaises conditions météorologiques. Détermination des composants spéculaire et diffusif du rayonnement solaire.

The International Society for Optical Engineering

ENG

LOEFER G. R.; LAO K. Q.

C-88-005122

Proceedings of SPIE (US)

Développement, essai et évaluation, de lunettes de \*\*vision\*\* de \*\*nuit\*\* compatibles avec l'\*\*hélicoptère\*\* 80-105 pour les opérations de nuit à basse altitude.

Development testing and evaluation of a night vision goggle compatible 80-105 for night low level operation.

Mémoire Congrès

NO CP-423; pp. 21.1-21.8; 3 Fig.; 6 Phot.; DP. 1987/06

Description de la sélection de lunettes de \*\*vision\*\* de \*\*nuit\*\* montées sur le casque du pilote et de l'éclairage de la cabine compatible avec ces lunettes. Présentation des expérimentations (vois de nuit à basse altitude) et des opinions des pilotes sur les matériels testés (AN/AVS-6; BM8043; Cyclops; AN/PVS-5; Cats Eyes) sur un \*\*hélicoptère\*\* 80-105 spécialement équipé (système de navigation Doppler avec lecteur de carte, TACAN, dispositif d'enregistrement de données, système triaxial d'augmentation de stabilité). Les résultats démontrent la faisabilité du concept un équipement complet sélectionné sera monté sur la flotte des \*\*hélicoptères\*\* 80-105 avec l'aide du constructeur de la cellule (MBB).

ENG

FRIEDERICY R. H.

C-88-003709

Agard Conference Proceedings (FR)

Gestion (des performances) des \*\*hélicoptères\*\*.

Helicopter (performance) management.

Congrès

NO CP-423; pp. 18.1-18.9; 2 Ref.; 15 Fig.; DP. 1987/06

Examen des principaux aspects du système de gestion d'\*\*hélicoptères\*\* développé par la société Dornier en exploitant divers travaux antérieurs de cette société (activités de planification au sol des missions aériennes, études de cabines de pilotage évoluées; essais de \*\*vision\*\* de \*\*nuit\*\* en vol). Analyse des fonctions de base de ce système dont la caractéristique essentielle est l'utilisation d'une même base de données de performances dans les préparations au sol et dans les exécutions en vol, données destinées à être intégrées dans les manuels d'utilisation de l'aéronef.

ENG

BENNER W.; DUSSMAN R.

C-88-003708

Agard Conference Proceedings (FR)

Critère de maniabilité pour vols opérationnels d'\*\*hélicoptères\*\* en survol de sol avec très faible visibilité.

Handling qualities criterion for very low visibility rotorcraft

NOE operations

Mémoire Congrès

NO CP-423; pp. 6.1-6.15; 12 Ref.; 15 Fig.; DP. 1987/06

L'évitement de collision ainsi que la commande et la stabilisation d'un \*\*hélicoptère\*\* en vol, à très basse altitude (suivi de sol) par conditions météorologiques défavorables (visibilité pratiquement nulle) sont étudiés dans le cadre de la révision d'une spécification de l'US Army ("Aeronautical Design Standard" : ADS 33). Les fabricants sont invités à démontrer que les enveloppes de manœuvre de leurs projets d'\*\*hélicoptères\*\* ne sortent pas du champ visuel des aides à la vision et/ou des affichages mis à la disposition des pilotes. L'accent est mis sur le développement d'un critère pour la commande de vol et le contrôle de stabilité en présence d'une dégradation des repères visuels.

8-12

ENG  
 HOH R. N  
 C-88-003691  
 AGARD Conference Proceedings (FR)

Commande de 150 systèmes LANTIRN par l'US Air Force.  
 LANTIRN award covers 150 pods.  
 Publication en série  
 VOL 155; NO 19; p. 175; DP. 1987/12/01  
 L'US Air Force a commandé à Martin Marietta pour 608 millions de dollars 150 systèmes dont 143 de navigation et 7 de conduite de tir. L'Air Force prévoit la livraison d'ici 1993 de 700 systèmes destinés à équiper les F-15 E et les F-16 C/D, les LANTIRN étant valables la nuit et par mauvaise visibilité.  
 Rédaction Revue  
 ENG  
 C-88-003167  
 Defense Daily (US)

L'école de l'aviation\* de l'armée de terre.  
 Publication en série  
 NO 10; pp. 56-60; 6 Phot.; DP. 1987/10  
 Présentation de l'École de l'ALAT ouest-allemande. Organisation, missions, déroulement de l'Instruction. Aperçu des besoins en équipements de vision\* de nuit\* et en systèmes automatisés d'aide au commandement.  
 GER  
 HANNESTEIN G.  
 C-88-002487  
 Wehrtechnik (DE)

Un nouveau traitement rend l'alliage d'aluminium semblable à l'acier.  
 New treatment makes aluminium alloy like steel.  
 Publication en série  
 VOL 8; NO 17; p. 1014; DP. 1987/10/31  
 Présentation du procédé de traitement TUFAM développé à l'origine aux Etats Unis et introduit en GB par la firme AT Poeton. Applications militaires possibles : canon GATLING, caméras de vision\* de nuit\*, activateurs pour torpilles, composants d'hélicoptères\*.  
 Rédaction Revue  
 ENG  
 C-88-001924  
 Jane's Defence Weekly (GB)

Appel d'offre britannique pour la capacité de combat de nuit du Tornado.  
 British seek nighttime capability for Tornado ground-attacks jets.  
 Publication en série  
 VOL 2; NO 5; p. 23; 1 Phot.; DP. 1987/11/09  
 La Grande Bretagne a fait appel d'offre à 3 firmes dont 1 américaine pour mettre au point un système de visée nocturne donnant au Tornado la capacité d'identifier et localiser des objectifs la nuit, dérivé du Lantirn de Martin Marietta ou du NITE QWL de Ford ou du Tiald a laser de Ferranti.  
 ENG  
 LEOPOLD G.  
 C-88-001746  
 Defense News (US)

Conception des hélicoptères\* appliquée à leurs opérations.  
 Congrès  
 NO CP-423; 332 p.; nombr. Ref.; nombr. Fig.; nombr. Phot.; anglais-français; DP. 1987/06  
 Ce symposium a pour objet de passer en revue l'état actuel de la conception des voilures tournantes et de mettre en exergue les priorités et les omissions. 3 points spécifiques étaient au centre du problème : traduction des exigences requises en critères conceptuels, évaluation des techniques pour tenir compte des besoins de l'utilisateur au niveau de la conception et des méthodes d'essai, identification des domaines d'étude où les besoins particuliers de l'utilisateur demandent des caractéristiques spéciales.  
 Agard (fr)  
 MUL  
 C-88-001713  
 Agard Conference Proceedings (FR)

La reconnaissance automatique de cibles dans les systèmes infrarouges.  
 Automatic target recognition in infrared systems.  
 Mémoire Congrès  
 VOL 750; pp. 176-242; Nb. Ref.; Nb. Fig.; 14 communications; DP. 1987  
 Le groupe de travail sur l'Automatic Target Recognizer (ATR), pour l'US Air Force. La base de donnée nécessaire pour l'ATR. Evaluation des performances de l'ATR. Spécifications de l'ATR. Le développement de l'ATR en fonction des impératifs de sécurité du programme Tempest pour éviter les fuites de renseignements. L'intelligence artificielle dans l'ATR. L'ATR vu par l'Air Force et par la marine. L'ATR pour la vision\* de nuit\*. Les compagnies participant au développement : Hughes, Northrop, Texas Instruments, Ford Aerospace\*. L'ATR pour équiper les futurs avions\* en mission stratégique de reconnaissance et les

avions\* de combat.  
 International Society for Optical Engineering (US) SPIE  
 ENG  
 C-88-001527  
 Proceedings SPIE (US)

Système tactique de simulation pour les missions de combat du AH-64.  
 AH-64 combat mission simulator tactical system.  
 Mémoire Congrès  
 NO CP 877; pp. 155-164; 2 Ref.; DP. 1987  
 On décrit les composants de ce système, qui constitue le coeur du simulateur de mission de combat. Sont présentés successivement : un aperçu général du simulateur qui comprend 4 systèmes de base (aéronef, navigation et communication, tactique, instructeur); le système de commande de tir; le système de vision (visée et affichage intégrés dans le casque du pilote, capteur de vision nocturne, système d'acquisition et de désignation de cibles, indicateur/télémetre laser, suiveur de tache laser); le système d'armes (canon et missiles, précision du tir); l'équipement de capacité de survie et d'acquisition des menaces de l'environnement; l'état actuel et les améliorations futures du simulateur.  
 ENG  
 DREW E.; GEORGE G.; KNIGHT S  
 C-88-001398  
 AIAA Publication CP (US)

Nouvelles des industries aéronautiques et spatiales du Japon.  
 Publication en série  
 NO 9-10; 55 p.; Nb. Fig.; DP. 1987  
 Ensemble d'articles extraits de différents périodiques japonais et concernant : la fusée H-2; un système de vision nocturne pour l'armée; le projet de station spatiale de la NASDA; le satellite de télécommunication CS-3; les expériences spatiales; le projet d'avion\* de combat FSX; la navette HOPE; le système EMSS de communication des mobiles par satellite; un appareil d'observation de la croissance cristalline en apesanteur; la recherche en biotechnologie; un ADAC/V de 50 places pour les lignes régionales; une alimentation haute tension sans transformateur pour les satellites scientifiques; un moteur fusée aérobie; les essais au sol d'un système de commande tout-électronique des moteurs d'avions\* de combat; un hélicoptère\* téléguidé; le budget gouvernemental pour les activités en 88; le développement des scramjets; des cibles téléguidées pour l'exercice de tir de missiles; un simulateur graphique pour visualiser des robots spatiaux.  
 CDST-CNRS, Cellule Japon (JP)  
 FRE  
 C-88-F03496  
 Nouvelles des industries aéronautiques et spatiales du Japon (FR)

Visualisations sur casque pour forces aériennes aguerries.  
 Publication en série  
 NO 8; pp. 828-830; 5 Fig.; DP. 1987/08  
 Etude du développement des programmes de mise au point et de production de collimateurs de pilotage de deux sociétés israéliennes. La société Elbit chargée de la réalisation des écrans couleurs et monochromes du Lav1, commercialise le collimateur de vision nocturne pour hélicoptère\* HALO et a mis au point le système DASH (Display and sight helmet) pour l'armée de l'air israélienne. La Société EL-OP est devenue en 1986 le principal fournisseur de collimateurs pour l'hélicoptère\* de combat AH-64.  
 FRE  
 GILSON C.  
 C-88-F00019  
 Interavia Revue (CH)

L'accommodation en milieu obscur mesurée chez les pilotes de chasseurs à réaction de l'Aéronavale américaine.  
 Dark focus measured in Navy jet tactical fighter pilots.  
 Publication en série  
 VOL 59; NO 2; pp. 138-141; 23 Ref.; 3 Fig.; 1 Tabl.; DP. 1988/02  
 On étudie l'état de l'accommodation dans un milieu obscur. Chez les pilotes il existe en général une myopie de 0,25 D seulement. Ce n'est en corrélation ni avec la sélection ni avec l'entraînement, mais avec le fait que ces pilotes ont tendance à accommoder correctement pour la vision des distances à l'obscurité.  
 ENG  
 TEMME L. A.; RICKS E.; MORRIS A.  
 BM-88-000719  
 Aviation, Space, and Environmental Medicine (US)

Promotion des ventes aux forces armées japonaises du système Hughes de vision nocturne.  
 Hughes to foster night vision system sales to JDA.  
 Publication en série  
 NO 868; pp. 3-4; DP. 1988/05/6  
 Hughes cherche à promouvoir son système de vision nocturne infrarouge AN/AAQ-16 pour avion\*, en le vendant au Japonais. Ce système est destiné initialement à des hélicoptères\* et équiperait tous les UH-60 J de sauvetage des forces aériennes et tous les SH-60 J de lutte anti sous marine des forces navales.  
 Rédaction Revue  
 ENG  
 BM-88-000660

Aerospace Japan Weekly (JP)

Livraison a Mc Donnell Douglas de 5 prototypes du système TINS  
 Hughes delivering five TINS prototypes to Mc Donnell Douglas.  
 Publication en série  
 VOL 146; NO 38; p. 303; DP. 1988/05/24  
 5 prototypes de l'AN/AAR-50 Thermal Imaging Navigation SET; Système  
 TINS, dont le premier vient d'être testé sur le prototype Diplace  
 F/A-18 D d'attaque nocturne viennent d'être livrés a Mc Donnell  
 Douglass. La production en série est prévue pour l'année  
 89. L'AAR-50 est dérivé du système dévisée Nocturne Hughes AAQ-16  
 installé sur les \*\*hélicoptères\*\* de l'armée de terre.  
 Rédaction Revue  
 ENG  
 BM-88-000512  
 Aerospace Daily (US)

L'US Air Force commande des simulateurs de LANTIRN.  
 Af exercises production option for LANTIRN simulators.  
 Publication en série  
 VOL 146; NO 39; p. 311; DP. 1988/05/25  
 Faisant jouer une option, l'US Air Force a commandé quatre  
 simulateurs de LANTIRN, LOW Altitude Navigation and Targeting  
 Infrared for Night destinés à des simulateurs de vol de F-16. Pour  
 19 millions de dollars avec option pour 3 systèmes supplémentaires.  
 Rédaction Revue  
 ENG  
 BM-88-000457  
 Aerospace Daily (US)

Premiers ensembles de modernisation des lunettes NVG livrés à  
 l'armée Britannique pour ses \*\*hélicoptères\*\* Gazelle.  
 First Gazelle NVG modification kits delivered to British Army.  
 Publication en série  
 VOL 9; NO 10; p. 466; 1 Phot.; DP. 1988/03/12  
 Modalités du contrat attribué conjointement à ALAN MANN  
 Helicopters et Westland pour la production de systèmes de  
 \*\*vision\*\* de \*\*nuit\*\* NVG Night Vision Goggles destinés aux  
 \*\*hélicoptères\*\* légers britanniques à la suite des enseignements  
 tirés du conflit des Malouines. Programme similaire en cours pour  
 le LYNX.  
 Rédaction revue  
 ENG  
 BM-88-000437  
 Jane's Defense Weekly (GB)

Perspectives d'amélioration des casques de pilotes  
 d'\*\*hélicoptères\*\* face aux exigences opérationnelles toujours  
 plus nombreuses.  
 The prospects for helicopter Helmet design to meet rapidly  
 expanding requirements.  
 Publication en série  
 VOL 17; NO 3; pp. 33-38; 4 Fig.; 1 Phot.; résumé français du  
 CERMA; DP. 1987/07  
 Les missions des \*\*hélicoptères\*\* opérationnels demandent une  
 meilleure navigation, une identification plus sûre des cibles, une  
 commande de tir plus efficace, notamment lors de missions  
 nocturnes. En contrepartie le pilote doit être équipé d'un casque  
 plus léger, mieux fixé et offrant une meilleure  
 vision. L'efficacité des missions est assujettie au port de jumelles  
 de nuit et viseurs et/ou visuels de casques sans modification de  
 l'équilibre et du poids du casque. Le casque doit protéger le  
 pilote lors de menaces ennemies (guerre chimique, éclair  
 nucléaire) ou en cas d'écrasement, de plus la protection  
 acoustique et les communications doivent être améliorées et non  
 diminuées.  
 ENG  
 LONG R J.  
 BM-88-000214  
 SAFE Journal (US)

Coopération industrielle Israël/Etats Unis pour système de  
 conduite de tir pour \*\*hélicoptère\*\*.  
 Israel/US to coproduce helicopter targetin system.  
 Publication en série  
 VOL 155; NO 32; p. 331; DP. 1987/12/21  
 Programme de 180 millions de dollars de coproduction  
 israélo-américaine du Night Targeting System NTS destiné aux  
 \*\*hélicoptères\*\* AH-1 Cobra en service dans les deux pays. C'est un  
 programme de 120 systèmes, dont 40 pour Israël.  
 Rédaction revue  
 ENG  
 BM-88-000170  
 Defense Daily (US)

Problèmes de vision nocturne pour les pilotes du 23AF.  
 Night vision issues in 23AF.  
 Publication en série  
 VOL 17; NO 1; pp. 10-12; 1 Phot.; DP. 1987/1T  
 Les équipages du 23AF sont spécialisés dans les missions de  
 nuit. L'article décrit les caractéristiques des \*\*avions\*\*  
 utilisés, les problèmes des lunettes de vision nocturne,  
 d'environnement aérien, d'entraînement, de sécurité et d'aptitude  
 propres au 23AF.  
 ENG

HAMMER D. L.  
 BM-88-000159  
 SAFE Journal (US)

Les jumelles de \*\*vision\*\* de \*\*nuit\*\*.  
 Publication en série  
 NO 167; p. 23; DP. 1987/03  
 L'utilisation des jumelles de \*\*vision\*\* de \*\*nuit\*\* se développe  
 dans les armées françaises. A la suite d'accidents survenus à des  
 \*\*hélicoptères\*\*, l'on peut faire quelques recommandations: la  
 répartition des tâches au sein de l'équipage, une reconnaissance  
 attentive de l'environnement avant de se poser, une appréciation  
 correcte des mouvements, une attention toute particulière aux  
 risques d'éblouissement et enfin une attention aux modifications  
 des conditions de visibilité.  
 FRE  
 MAURICE E.  
 BM-88-F00047  
 Bulletin de Sécurité des Vois (FR)

Les Apaches AH-64A constituent un mélange de technologies  
 d'électronique et de cellule.  
 AH-64A Apaches represent blend of electronic, airframe  
 technologies.  
 Publication en série  
 VOL 127; NO 3; pp. 72-73, 75; 1 Fig.; 2 Phot.; DP. 1987/07/20  
 Présentation des caractéristiques et des performances du système  
 de \*\*vision\*\* de \*\*nuit\*\*, et d'acquisition et désignation de  
 cible, développé par Martin Marietta par les manoeuvres, les  
 opérations tactiques et l'assistance à l'atterrissage, de  
 l'\*\*hélicoptère\*\* Apache AH-64A produit par Mc Donnell Douglas  
 pour l'US Army et destiné aux opérations dans des conditions  
 météorologiques défavorables ou en vol de nuit.  
 ENG  
 SCOTT W. B.  
 C-87-011525  
 Aviation Week and Space Technology (US)

France : croissance de l'industrie d'\*\*hélicoptères\*\*.  
 France's growing helicopter industry.  
 Publication en série  
 VOL 7; NO 22; pp. 1123, 1127, 1129, 1131; 1 Fig.; 7 Phot.; DP.  
 1987/06/06  
 Situation de la France et de l'\*\*Aérospatiale\*\* sur le marché  
 mondial. Projets et programmes. Aperçu de la production de systèmes  
 d'armes guidées, de missiles de systèmes infra-rouges et  
 équipements de \*\*vision\*\* de \*\*nuit\*\*.  
 ENG  
 BEAVER P.  
 C-87-009813  
 Jane's Defence Weekly (GB)

L'équipement optronique imageur en France.  
 Optronic imaging equipment in France.  
 Publication en série  
 VOL 11; NO 5; pp. 34-39; 20 Phot.; DP. 1987/05  
 La France fait partie actuellement des quelques pays entièrement  
 autosuffisants dans le domaine de la reconnaissance et du tir la  
 nuit ou dans des conditions de mauvaise visibilité. L'équipement  
 optronique utilise les deux techniques d'intensification de la  
 lumière résiduelle et de la détection des émissions infrarouges  
 des cibles. On décrit ici les équipements produits par différentes  
 sociétés aussi bien pour les \*\*hélicoptères\*\*, les chars ou les  
 soldats d'infanterie.  
 ENG  
 GULMAIN A.  
 C-87-009665  
 Military Technology (DE)

Système infrarouges.  
 Infrared systems.  
 Mémoire Congrès  
 pp. 177-212; 1 Ref.; nbres Fig.; nbres Tabl.; nbres Phot.; 4  
 communications; DP. 1984  
 Une revue des contremesures infrarouges : attirance du missile en  
 vue de sa destruction, diverses méthodes de réduction de signature  
 IR, leurres et tromperie, envoi de fausses informations. Systèmes  
 à laser (capteur de navigation doppler, altimètre, guidage de  
 missile); comparaison entre les radars lasers et les radars  
 hyperfréquences. Développement d'un système de \*\*vision\*\* de  
 \*\*nuit\*\* pour \*\*hélicoptère\*\*. Imagerie thermique : technologie  
 actuelle et progrès futur.  
 The convention of national societies of electrical engineers of  
 western Europe  
 ENG  
 C-87-008652

Compte rendu du 24e congrès annuel de l'Association SAFE.  
 Congrès  
 300 p.; nbr. Ref.; nbr. Fig.; DP. 1986  
 Recueil de mémoires concernant les problèmes de sécurité de vol:  
 les sièges éjectables, la tolérance à l'accélération, les systèmes  
 d'abandon, les harnais de sécurité, les parachutes, la \*\*vision\*\*  
 de \*\*nuit\*\*, les équipements anti-G, la protection des passagers

contre la fumée et le feu, la protection contre les agents chimiques, la perte de conscience en vol, les systèmes de communication avec l'équipage, un programme pour un cockpit de technologie avancée, des systèmes pouvant assurer la survie de l'équipage etc.

SAFE Association (US)  
 ENG  
 C-87-007779

Etude détaillée des tests FLIR équipant le Rockwell OV-10D Bronco des Marines américains.

Testing FLIR aboard the OV-10D.  
 Publication en série  
 7; VOL 9; pp. 385, 386; 2 Phot.; DP. 1987/03/07  
 Etude détaillée de la nature et des résultats des tests du système FLIR équipant le Rockwell OV-10D Bronco de L'US Marine Corps.  
 ENG  
 BROWN D.  
 C-87-005592  
 Jane's Defence Weekly (GB)

Le "Surrogate Trainer" (substitut d'entraînement) de la société Northrop : un simulateur économique à technologie évoluée.  
 Northrop's Surrogate Trainer : low-cost, high technology simulator.  
 Mémoire Congrès

NO 29; pp. 67-92; 7 Fig.; 7 Phot.; DP. 1985  
 Présentation d'un produit spécifiquement développé par la société Northrop pour permettre aux pilotes d'acquiescer le niveau opérationnel nécessaire à une utilisation efficace des capacités tout temps de l'hélicoptère AH-64A Apache et de ses armements sophistiqués. Pour l'essentiel ce simulateur est obtenu par installation sur un hélicoptère TH-55 Cobra, d'un capteur de vision de nuit pour le pilote à l'instruction.  
 ENG  
 DOTEN F. S.  
 C-87-005551  
 SETP Annual Symposium (US)

Systèmes de vision d'hélicoptères montés sur mât.  
 Helicopter mast-mounted sights.

Publication en série  
 VOL 71; NO 424; pp. 28-30; 9 Ref.; 3 Phot.; DP. 1987/01  
 Présentation du programme AHIP - Advanced Helicopter Improvement Program - de l'armée de terre américaine. Point des études, recherches et développements poursuivis dans les pays européens. Firmes concernées.  
 ENG  
 SHAKER S M  
 C-87-004984  
 National Defense (US)

Systèmes destinés aux pilotes : technologie avancée pour la commande et la visualisation.

Crew systems/advanced control/display technology.  
 Mémoire Congrès  
 NO 86CH 23598; pp. 167-182; nbr. Ref.; nbr. Fig.; 3 communications; DP. 1986  
 Systèmes de visualisation intégrés au casque avancés. Le "panneau de visualisation de conseil et de prudence" affiche à l'aide de cristaux liquides de façon fiable, parfaitement visible et sans ambiguïté. Architecture d'un processeur de visualisation avancé.  
 Institute of Electrical and Electronics Engineers et AIAA (US)  
 ENG  
 C-87-004448

Les pilotes de l'armée de terre des USA s'entraînent sur un simulateur prototype de combat sur AH-64A.

Army pilots train in prototype AH-64A combat mission simulator.  
 Publication en série  
 VOL 125; NO 10; pp. 113, 115-117, 119; 1 Fig.; 2 Phot.; DP. 1986/09/08  
 Depuis février 1986 le simulateur de combat sur AH-64 Apache, installé dans l'usine de Kirkwood de la société Link, est utilisé comme prototype par les pilotes et co-pilotes de l'US Army. La décision de production en série est espérée par le constructeur pour la fin de l'année 1986. Ce simulateur comporte deux cabines, utilisables individuellement ou en commun, assistées par une informatique complexe et importante (9 unités de traitement principales Perkin-Elmer 3250 et 29 processeurs auxiliaires; tous de 32 bits fonctionnant en parallèle avec synchronisation générale). Il permet de nombreuses simulations opérationnelles (désignation et acquisition de cibles; vision de nuit; environnement électronique; lancements de missiles Hellfire, de roquettes de 2,75 pouces et d'obus de 30 millimètres; coups au but sur les cibles adverses et dégâts provoqués par leurs ripostes).  
 ENG

STEIN K. J.  
 C-87-000816  
 Aviation Week and Space Technology (US)

Le combattant et son environnement.  
 Mémoire Congrès  
 pp. 369; nbr. Fig. nbr. Phot.; DP. 1987/11

13 exposés: 1/Introduction. 2/L'intégration des facteurs humains dans les systèmes. 3/L'homme face aux facteurs de l'environnement spatial. 4/L'homme et l'environnement spatial: contraintes et possibilités. 5/Modification du système osseux en apesanteur. 6/Les accélérations des avions de combat de la nouvelle génération. 7/Environnement clos: le sous-marin nucléaire lanceur d'engins. 8/La plongée profonde humaine. 9/Performance, variabilité et fiabilité de l'opérateur humain dans la conception du char futur. 10/Les développements de techniques nouvelles, un moyen pour améliorer l'adaptation ergonomique des engins blindés. 11/Etude des performances psychomotrices et de l'efficacité d'opérateurs de blindés. 12/Mission des hélicoptères en climat chaud. 13/Vision nocturne et champ de bataille. 13/Ergonomie des équipements de protection.  
 Délégation Générale pour l'Armement (DGA)  
 FRE  
 METZ B.; COBLENTZ A.; PESQUIES P.; VIEILLEFOSSE M.; CHAPPARD D.  
 C-87-F02087

Le pilote qui voit l'invisible.

Publication en série  
 NO 832; pp. 84-93, 154; 1 Fig.; 8 Phot.; DP. 1987/01  
 Dans les bureaux d'études américains, d'incroyables projets sont en train de voir le jour. Ils ont tous pour but de fournir au pilote une meilleure perception de la situation. Une nouvelle discipline est née, la visionique, qui révolutionne l'aéronautique au même titre que l'avènement du réacteur ou l'introduction des commandes de vol électriques.  
 FRE  
 BROSSELIN S.  
 C-87-F01449  
 Science et Vie (FR)

AE-116231

Visual protection and enhancement.  
 Protection visuelle et amélioration.  
 L'objet de ce symposium a été double. Premièrement, la discussion des technologies actuelles et à venir en matière de protection de la vue. Destinée à un équipage d'avion cette protection doit couvrir des risques d'impact et de radiation non ionisante et résoudre des problèmes d'intégration de cockpit. Deuxièmement, ont été considérés les moyens d'améliorer la vision pour le recours aux lunettes de vision de nuit (nvgs), ou à des systèmes de visualisation infra-rouge (flir), ou encore à des télévisions à lumière faible (lltv). La encore, des problèmes d'intégration en cockpit ou d'utilisation conjointe de ces dispositifs ont été soulevés.  
 NP. 248; AGARD; CP 379; DP. 12/85  
 ENG

AE-099496

Night vision viewing system.  
 Système de vision de nuit.  
 Etude décrivant des systèmes de vision de nuit et plus particulièrement un dispositif comprenant un casque et des lunettes de vision de nuit selon un arrangement original devant éliminer les problèmes habituels d'intégration en environnement cockpit d'avion à haute performance. Après une brève description des systèmes existants, il est fait une énumération des éléments constitutifs de l'appareil sous les aspects de sa simplicité d'utilisation, ses performances et de son aspect compact. Il est destiné plus particulièrement aux avions de chasse de l'armée de l'air.  
 ELLIS STAFFORD M.  
 NP. 14; FIG. 11; DP. 04/10/88  
 GEC AVIONICS  
 ENG

AE-098257

Use of color CRTs in aircraft cockpits: a literature search.  
 Utilisation des tubes à rayons cathodiques couleur dans des cockpits: une revue de littérature.  
 Une revue de littérature est conduite pour évaluer l'utilité et la faisabilité de l'emploi de tubes à rayons cathodiques couleur dans les cockpits d'avion militaire. On présente un guide pour la notation des couleurs; on note les effets de contraste, saturation, nombre de couleurs, repartition, avertisseur. Les avantages sur le temps de recherche, charge de travail, avis du pilote, réduction d'erreurs, rapidité de réponse, visibilité sont soulignés. Les inconvénients: mauvais usage des couleurs, puissance utilisée, difficulté de vision de nuit, déficience rouge-vert, sont revus. On conclut sur le bénéfice potentiel attendu. Les problèmes pouvant s'éliminer par des progrès technologiques.  
 HALE S. L.; BILLMAYER H. J.  
 NP. 19; REF. 7; DP. 04/88; MICROFICHE  
 ESSEX CORP.

B91080302

Visual characteristics of LED displays pushbuttons for avionic applications  
 Programmable LED matrix display pushbuttons may greatly increase the performances of the computer based avionic systems. Switches' number in a control panel can be reduced by a factor of ten or more. This leads to a reduction in weight and size of the control instrumentations and in shorter response time of pilots. The authors deal with the study and the optimization of visual performances of these displays in a configuration requiring a low

power consumption and **night vision** goggles (NVG) compatibility. Visibility problems may arise in high ambient illumination that predominate with the sun behind the pilot. Another critical condition is the sun in front of the pilot. Display performances and contrast enhancement filter characteristics have been optimized to find a compromise between these two extreme ambient conditions  
 VOL. 1456; PP. 300-9; 10 Ref.; DP. 1991

ENG  
 Proc.SPIE - Int.Soc.Opt.Eng.(USA);Proceedings of the SPIE - The International Society for Optical Engineering  
 Conference paper  
 VANNI P.; ISOLDI F.

891073763

The changing world of avionics  
 The article examines the early history of avionic instruments, then considers the development of instruments for and methods of navigation, and of weapon-aiming systems. Possible future developments are then considered-head-down displays, flat-panel displays, and equipment for night operations including head-up displays, helmet-mounted displays and **night vision** goggles  
 VOL. 24; NO. 3; PP. 78-85; 3 Ref.; DP. April 1991

ENG  
 Meas.Control (UK);Measurement and Control  
 Journal paper  
 BARLING G. M.

891042454

New image intensifiers provide clearer picture  
 Image intensifiers now coming into service in Europe provide remarkable high performance. The devices offer night military vehicle driving, weapon sighting and nap-of-the-Earth **helicopter** operations as well as all types of night surveillance. The technology used has gone through a number of significant stages, and these latest systems are known as the third generation. This represents an enormous advance over the original systems, both in terms of performance and in reduced size and weight  
 VOL. 45; NO. 7; PP. 95-7; DP. March 1991

ENG  
 Signal (USA);Signal  
 Journal paper  
 BOYLE D.

891035478

Pilot **night vision**: human factor problems  
**Night vision** goggles have the advantages of being simple and reliable and offering a natural view of the outside world, albeit one which differs from daylight vision in significant ways. Experienced operators agree that a high level of training and a thorough understanding of the limitations of NVGs are essential qualifications. The difficulties for fast-jet pilots are much the same as for **helicopter** pilots. The prevailing view is that NVG pilots should be selected carefully taking into account their experience, psychological make-up, willingness to take on the commitment of extended night operations, and physical condition (excellent **night vision** being a pre-eminent requirement). Among the shortcomings of current NVGs are a restricted field-of-view and comparatively poor resolution. The kind of terrain flown over also affects NVG performance  
 VOL. 24; NO. 1; PP. 65-7; 9 Ref.; DP. Jan. 1991

ENG  
 Int.Def.Rev.(Switzerland);International Defense Review  
 Journal paper  
 ROBINSON A.

891021493

Resolution and signal-to-noise measurement US Army **night vision** goggles  
 The ability to quantitatively characterize the performance of **night vision** goggles (NVG) is investigated. The controversy concerning the increase in commercial and military **helicopter** accidents involving NVG indicates a need to determine if the use of defective or marginal NVG is a contributing factor to the increase in accidents, or the apparent correlation between NVG and accidents is simply due to the increased use of NVG in an expanded and inherently more dangerous flight envelope. The US Army TMDE Support Group has developed instrumentation to augment the AN/3895 TS test set which features a custom electronic circuit which provides a user-friendly interface between a commercially available CCD camera, monitor and oscilloscope  
 VOL. 1290; PP. 206-15; 0 Ref.; DP. 1990

ENG  
 Proc.SPIE - Int.Soc.Opt.Eng.(USA);Proceedings of the SPIE - The International Society for Optical Engineering  
 Conference paper  
 RIVAMONTE A.

891021491

Fundamental monocular/binocular HMD human factors  
 Five laboratory studies were conducted in order to establish image alignment tolerances for wide field of view monocular/binocular/binocular helmet mounted displays (HMD). Apache **helicopter** type production HMD oculars were used by **night vision** trained pilots in the studies, the results of which

underscore the operational advantage of maintaining one dark adapted eye, and quantify the pilots' perceptual sensitivities to display system sources of binocular misalignment  
 VOL. 1290; PP. 185-91; 5 Ref.; DP. 1990

ENG  
 Proc.SPIE - Int.Soc.Opt.Eng.(USA);Proceedings of the SPIE - The International Society for Optical Engineering  
 Conference paper  
 LIPPERT T. M.

891021488

Human factors and safety considerations of **night vision** systems flight using thermal imaging systems  
 Military **aviation** **night vision** systems enhance the aviator's capability to operate effectively during periods of low illumination, adverse weather, and in the presence of obscuration. Current fielded systems allow aviators to conduct terrain flight during conditions which would be extremely dangerous, if not impossible, using only unaided vision. In **night vision** systems, trade-offs are made that enhance some visual parameters and compromise others. The mounting of the visual displays onto the aviator's helmet provokes concern regarding fatigue and crash safety, due to increased head-supported weight and shifts in center-of-gravity. Human factors and safety issues related to the use of thermal **night vision** systems are identified and discussed. The accumulated experience with U.S. Army AH-64 **helicopters** equipped with the thermal Pilot's **Night Vision** System and the Integrated Helmet and Display Sighting System is briefly reviewed  
 VOL. 1290; PP. 142-64; 40 Ref.; DP. 1990

ENG  
 Proc.SPIE - Int.Soc.Opt.Eng.(USA);Proceedings of the SPIE - The International Society for Optical Engineering  
 Conference paper  
 RASH C. E.; VERONA R. W.; CROWLEY J. S.

891021487

The development of an aviators helmet mounted **night vision** goggle system  
 Helmet mounted systems (HMS) must be lightweight, balanced and compatible with life support and head protection assemblies. The authors discuss the design of one particular HMS, the GEC Ferranti NITE-OP/NIGHTBIRD aviator's **night vision** goggle (NVG) developed under contracts to the Ministry of Defence for all three services in the United Kingdom (UK) for Rotary Wing and fast jet **aircraft**. The existing equipment constraints, safety, human factor and optical performance requirements are discussed before the design solution is presented after consideration of these material and manufacturing options  
 VOL. 1290; PP. 128-39; 9 Ref.; DP. 1990

ENG  
 Proc.SPIE - Int.Soc.Opt.Eng.(USA);Proceedings of the SPIE - The International Society for Optical Engineering  
 Conference paper  
 WILSON G. H.; MCFARLANE R. J.

891021484

Requirements of an HMS/D for a night-flying **helicopter** **helicopter** pilots prefer for the night-flying tasks a combination of electro-optical sensors with different physical principles in the infra-red (IR) and in the near IR spectrum: thermal imager (TI or FLIR), **night vision** goggles (NVG) or low light level television (LLTV). The limits of these three sensors are in extreme darkness with less than 1 mLux illumination or in heavy rain, fog or snow with temperature differences below 0.1 K or with cross-over effects, respectively. The authors describe operational requirements, human engineering aspects and the requirements of an integrated light-weight helmet with two NVG-tubes and two CRTs to display superimposed NVG and TI images with flight symbologies  
 VOL. 1290; PP. 93-107; 9 Ref.; DP. 1990

ENG  
 Proc.SPIE - Int.Soc.Opt.Eng.(USA);Proceedings of the SPIE - The International Society for Optical Engineering  
 Conference paper  
 BOHM H. D. V.; SCHRANNER R.

891021482

Use of holographic optical elements in HMDs  
 Holographic optical elements (HOEs) are very appropriate for the construction of helmet mounted displays (HMDs). The low weight and the compactness of HOEs allow for a design which meets the mechanical specifications of a helmet much better than a design with classical optical components. If the HOEs are recorded in dichromated gelatin, special precautions have to be taken to obtain humidity-resistant HOEs and to ensure tight adhesion of the gelatin to the plastic. The influence of deformations of the substrate material on the image quality has to be also considered. In order to find solutions for these problems, DCG holograms were recorded on the polycarbonate visor of holographic **night vision** goggles (HNVG). Various recording configurations have been analyzed  
 VOL. 1290; PP. 70-80; 3 Ref.; DP. 1990

ENG  
 Proc.SPIE - Int.Soc.Opt.Eng.(USA);Proceedings of the SPIE - The International Society for Optical Engineering  
 Conference paper

B-16

DE VOS G.; BRANDT G.

B91021481  
 Low light level television systems in helmet mounted displays  
 Characteristics of low light level television are discussed in  
 comparison with **\*\*night\*\* \*\*vision\*\*** goggles, with applications in  
**\*\*aircraft\*\*** and more specific in a helmet mounted vision system. A  
 brief report is given of investigative work that must result in an  
 airborne LLLTV with enhanced imaging capabilities under typical  
 operational circumstances  
 VOL. 1290; PP. 60-9; 4 Ref.; DP. 1990  
 ENG  
 Proc.SPIE - Int.Soc.Opt.Eng.(USA);Proceedings of the SPIE - The  
 International Society for Optical Engineering  
 Conference paper  
 SCHRUIJVERSHOF M.; VAN DEN BERG J.; SCHELEN J. B. J.

B91021478  
 The development of the combiner eyepiece **\*\*night\*\* \*\*vision\*\***  
 goggle  
 The combiner eyepiece **\*\*night\*\* \*\*vision\*\*** goggle (NVG) gives the  
 pilot a direct view of the head-up display (HUD) and cockpit  
 instruments which is optically combined with the intensified  
 image. The cockpit instruments and HUD are compatible with the NVG  
 and are invisible to the NVG. The development of a combiner  
 eyepiece NVG from initial concept through to production is  
 discussed including design considerations, trade offs and  
 enhancements to the operation of the device. The further  
 development of the combiner eyepiece NVG into a fully integrated  
 ejection safe **\*\*night\*\* \*\*vision\*\*** helmet is also described  
 VOL. 1290; PP. 16-29; 8 Ref.; DP. 1990  
 ENG  
 Proc.SPIE - Int.Soc.Opt.Eng.(USA);Proceedings of the SPIE - The  
 International Society for Optical Engineering  
 Conference paper  
 CAMERON A. A.

B91021471  
 B-52 **\*\*night\*\* \*\*vision\*\*** goggle head-up display development  
 The Strategic Air Command has endorsed the use of **\*\*night\*\***  
**\*\*vision\*\*** goggle head-up display (NVG/HUD) systems for their  
 conventional mission B-52G **\*\*aircraft\*\***. This system displays  
 flight and navigation information onto a combiner glass which is  
 mounted to one of the NVG objective lenses. This allows the pilot  
 to have an 'eyes out' orientation, thereby decreasing  
 communication and workload, and increasing mission safety,  
 situational awareness, and mission effectiveness. The authors  
 reconstruct the development history of the NVG/HUD system, and its  
 incorporation into the B-52 airplane  
 VOL. 1289; PP. 63-71; 2 Ref.; DP. 1990  
 ENG  
 Proc.SPIE - Int.Soc.Opt.Eng.(USA);Proceedings of the SPIE - The  
 International Society for Optical Engineering  
 Conference paper  
 CRAIG J. L.; PURVIS B. D.

B91006187  
 The changing world of avionics  
 A brief history of the author's Company introduces a review of the  
 evolution of combat **\*\*aircraft\*\*** instrumentation, navigation,  
 weapon aiming systems and **\*\*night\*\* \*\*vision\*\*** capabilities. The  
 prospects for forthcoming head-down displays, flat panel displays  
 and night attack systems are assessed  
 VOL. 6; NO. 1; PP. 3-14; 3 Ref.; DP. 1990  
 ENG  
 GEC Rev.(UK);GEC Review  
 Journal paper  
 BARLING G. M.

B90080324  
 Compatibility of **\*\*aircraft\*\*** cockpit lighting and image  
 intensification night imaging system  
 Night imaging systems based on image intensification (I sup 2)  
 tubes are a major factor in the night operation capability of  
 military **\*\*aircraft\*\***. A major problem associated with the use of  
 these systems is the detrimental effect on performance caused by  
 internal cockpit lighting. Instrument lamps, caution lamps, utility  
 lights, and other light sources inside the cockpit activate the  
 automatic gain control circuits of the intensification tubes,  
 thereby reducing their sensitivity to external natural and  
 artificial illumination. In 1986, a tri-service specification,  
 MIL-L85762, 'lighting, **\*\*aircraft\*\***, interior, **\*\*night\*\***  
**\*\*vision\*\*** imaging system compatible', was adopted to resolve the  
 cockpit lighting problems. MIL-L-85762 defines the measurement  
 instrumentation and techniques required to certify lighting  
 components as **\*\*night\*\* \*\*vision\*\*** imaging system (NVIS)  
 compatible'  
 VOL. 29; NO. 8; PP. 863-9; 5 Ref.; DP. Aug. 1990  
 ENG  
 Opt.Eng., Bellingham (USA);Optical Engineering  
 Journal paper  
 RASH C. E.; VERONA R. W.

B90065378

Low-level night flying tests imaging sensors  
 The United States Army's requirement for low-level night  
**\*\*helicopter\*\*** operations has led to sensors that include image  
 intensifiers operating in the near infrared as well as thermal  
 imagers operating in the 8 to 12 micron region. To a large extent,  
 these **\*\*night\*\* \*\*vision\*\*** systems were driven by available  
 technologies with no clear data then available for optimum sensor  
 designs to aid the pilot. A laboratory has developed, a night  
 pilotage research system being flown on a test bed **\*\*aircraft\*\***  
 from Fort Belvoir's Davidson Army Airfield. A fleet of various  
**\*\*helicopters\*\*** supports the laboratory's developmental programs  
 to determine the system requirements for enhanced night and  
 nap-of-the-earth flying. An advanced pilotage system based on  
 revolutionary approaches to night flying is expected, to operate  
 with dual-spectrum and advanced sensors and displays that will be  
 part of a second-generation rotorcraft pilot's associate program  
 VOL. 44; NO. 9; PP. 89-90, 92, 94, 96-7; 0 Ref.; DP. May 1990  
 ENG  
 Signal (USA);Signal  
 Journal paper

B90058527  
 The Navy's new electronic look  
 Certain trends are evident in recent Navy **\*\*aircraft\*\*** electronic  
 update programs. For example, increased night combat capability is  
 one obvious trend. Recent fieldings of 'night attack' models of the  
 F/A-18C/D and the AV-8B **\*\*night\*\* \*\*vision\*\* \*\*aircraft\*\*** have  
 been followed by the addition of forward-looking infrared (FLIR)  
 to other **\*\*aircraft\*\***. Secondly, new contract awards also point to  
 the wider proliferation of electronic countermeasure systems. And,  
 sophisticated electronic **\*\*aircraft\*\***-like Grumman's E-2C  
 'Hawkeye' are gaining new supporters as they prove their worth in  
 the military's expanding role in the war on drugs. Finally,  
 specialized training devices are growing in importance in direct  
 correlation to other electronic upgrades  
 VOL. 22; NO. 6; PP. 92-7; 0 Ref.; DP. June 1990  
 ENG  
 Def.Electron.(USA);Defense Electronics  
 Journal paper  
 GOURLEY S. R.

B90052733; C90054202  
 Design and evaluation of a cockpit display for hovering flight  
 A simulator evaluation of a cockpit display format for hovering  
 flight is described. The display format is based on the  
 position-velocity-acceleration representation similar to that used  
 in the Pilot **\*\*Night\*\* \*\*Vision\*\*** System in the Army AH-64  
**\*\*helicopter\*\***. By only varying the nature of the display law  
 driving the 'primary' indicator in this format, i.e. the  
 acceleration symbol, three candidate displays are created and  
 evaluated. These range from a status display in which the primary  
 indicator provides true acceleration information, to a command  
 display in which the primary indicator provides flight director  
 information. Simulation results indicate that two of the three  
 displays offer performance and handling qualities that make them  
 excellent candidates for future **\*\*helicopter\*\*** cockpit display  
 systems  
 VOL. 13; NO. 3; PP. 450-7; 7 Ref.; DP. May-June 1990  
 ENG  
 J.Guid.Control Dyn.(USA);Journal of Guidance, Control, and Dynamics  
 Journal paper  
 HESS R. A.; GORDER P. J.

B90032951; C90026938  
 Computer generated imagery for model testing  
 The US Army CECOM Center for **\*\*Night\*\* \*\*Vision\*\*** and  
 Electro-Optics (C sup 2NVEO) has originated a facility for  
 computer-generation of realistic environments with atmospheres for  
 thermal imagery with optics and noise (CREATION). Its application  
 to produce imagery for two visual test series is  
 discussed. Panoramic views of synthetic generic landscapes, with  
 different degrees of clutter and inserted tanks, were produced for  
 a search experiment. Close-up thermograms of vehicles were  
 processed to simulate the impact of different thermal detector  
 organizations, then used to analyze sampling effects. The methods  
 of generating synthetic imagery chosen for these two tasks are  
 compared to software that is readily available and reasons for the  
 particular choices are given  
 VOL. 1098; PP. 2-12; 5 Ref.; DP. 1989  
 ENG  
 Proc.SPIE - Int.Soc.Opt.Eng.(USA);Proceedings of the SPIE - The  
 International Society for Optical Engineering  
 Conference paper  
 KORNFIELD G. H.

B90025313  
 Incorporating dynamic field of view information to design the  
 next-generation Black Hawk **\*\*helicopter\*\*** cockpit  
 Changing flight tactics and increased use of **\*\*night\*\* \*\*vision\*\***  
 goggles has focused attention on the limited field of view (FOV)  
 of the Army UH-60A Black Hawk **\*\*helicopter\*\***. To improve the FOV in  
 the next generation Black Hawk, the US Army asked an independent  
 contractor to investigate the problem and propose alternatives. The  
 study involved a comprehensive review of army requirement  
 documents, existing FOV studies, and accident data. Close attention  
 was given to dynamic flight characteristics that affect FOV. Also,

ie study team collected technical data related to military rotary ing design, administered a survey to pilots, and interviewed sers and other technical experts. The study revealed the current 4-60A design meets the requirements of MIL-S10-8508 under static onditions. The only exception is the obstructed view that the door nd windshield vertical structures create. However, under dynamic onditions the UH-60A cockpit design and normal flight characteristics substantially reduce the FOV in critical areas. The study produced eleven options that can improve and/or enhance the ext generation Black Hawk's FOV if incorporated into the new esign. Each option is presented and discussed.

P. 2 VOL. xx1+1543; PP. 1124-8 VOL.2; 0 Ref.: DP. 1989

NG  
 onference paper  
 ILMON R.; DUINN D.

90004638; C90009898  
 redicting the performance of \*\*night\*\* \*\*vision\*\* devices using a imple contrast model  
 he author discusses a computer model that can quickly produce pectral transmission curves and calculate the apparent contrast or \*\*night\*\* \*\*vision\*\* devices when viewing a target against a pecified background. Since an operator might be looking through several optical elements that would act as filters it was necessary to have a capability to include multiple absorption filters. The contrast model is a Lotus 1-2-3 worksheet that retrieves the necessary data, calculates a relative intensity for both the target and the background, spectrally displays these, then calculates the contrast. The target and background relative pectral intensity curves are then displayed on the screen allowing a quick, subjective analysis. The model will operate on virtually any MS-DOS computer. Each scenario is entered, processed and the relative spectral intensities and contrast calculated in just a few minutes, allowing the rapid analysis of many different scenarios in a short period of time

VOL. 1116; PP. 162-9; 7 Ref.: DP. 1989

ENG  
 Proc.SPIE - Int.Soc.Opt.Eng.(USA):Proceedings of the SPIE - The International Society for Optical Engineering  
 Conference paper  
 DECKER W. M.

890004630; C90009892  
 Helmet-mounted displays for \*\*helicopter\*\* piloting: design configuration tradeoffs, analyses, and test Human engineering criteria applicable to the design of helmet mounted displays for use with \*\*night\*\* \*\*vision\*\* sensors, such as forward looking infra-red (FLIR) or low light level television (LLTV), are stated and reviewed. Systems requirements are presented which call for pilot operation at night that is as equivalent as practicable to flight under normal daytime visual rules. Requirements are developed that utilize head motion coupled to sensor movement to achieve the semblance of daytime pilotage while conducting operations at night under the cover of deep darkness. At the outset, salient factors are identified and prioritized which are applied to further design tradeoffs leading to helmet mounted visor displays. The prime design objectives being operational suitability, acceptability by the pilot community, reduced crew training requirements and minimal logistics support. Alternate design configurations, computer analyses, operating experience, and pilot reaction are cited

VOL. 1116; PP. 27-32; 3 Ref.: DP. 1989

ENG  
 Proc.SPIE - Int.Soc.Opt.Eng.(USA):Proceedings of the SPIE - The International Society for Optical Engineering  
 Conference paper  
 LOHMANN R. A.; WEISZ A. Z.

890000024; C90009891  
 Helmet-Mounted Displays  
 The following topics were dealt with: rotorcraft helmet-mounted displays; simulation and space; tactical \*\*aircraft\*\* displays; and \*\*night\*\* \*\*vision\*\*

VOL. 1116; DP. 1989

ENG  
 Proc.SPIE - Int.Soc.Opt.Eng.(USA):Proceedings of the SPIE - The International Society for Optical Engineering  
 Conference proceedings

890004640  
 Polycarbonate ophthalmic lenses and \*\*night\*\* \*\*vision\*\* goggles in US Army \*\*aviation\*\*  
 US Army aviators use the AN/PVS-5 \*\*night\*\* \*\*vision\*\* goggles (NVG) with a modified facemate which enables wearing of corrective spectacles, when required. The next generation NVGs, Aviator \*\*night\*\* \*\*vision\*\* Imaging System (ANVIS), permit aviator requiring optical correction, there is a potential for eye injury from broken glass should the goggles be displaced accidentally. The author discusses studies conducted at the US Army Aeromedical Research Laboratory, Fort Rucker, Alabama to: compare the impact resistance of glass, CR-39 (plastic), and polycarbonate lenses to simulated NVG tubes; establish the approximate forces necessary to cause glass lens breakage by displaced NVG tubes; and determine the performance of polycarbonate lenses in the \*\*aviation\*\* environment. Results demonstrate the significant

Improvement in impact-resistance afforded by polycarbonate ophthalmic lenses. Verify the relatively low forces necessary to cause NVG displacement and subsequent glass lens breakage, and establish the feasibility of prescribing polycarbonate lenses for use by \*\*aviation\*\* personnel

VOL. 1116; PP. 176-84; 14 Ref.: DP. 1989

ENG  
 Proc.SPIE - Int.Soc.Opt.Eng.(USA):Proceedings of the SPIE - The International Society for Optical Engineering  
 Conference paper  
 CROSLLEY J. K.

890004639  
 Cockpit lighting compatibility with image intensification night imaging systems: issues and answers  
 Night imaging systems based on image intensification (I sup 2) tubes are a major factor in the night operation capability of US Army rotary-wing \*\*aircraft\*\*. A major problem associated with the use of these systems is the detrimental effect caused by internal cockpit lighting. Instrument lamps, caution lamps, utility lights, and other light sources inside the cockpit activate the bright source protection control circuits of the intensification tubes, thereby reducing their sensitivity to external natural and artificial illumination. In 1986, a Tri-Service specification, \*\*vision\*\* imaging system compatible', was adopted to resolve the cockpit lighting problems MIL-L-85762 defines the measurement instrument and techniques required to certify lighting components as 'ANVIS compatible'. The specification does not address compatibility problems associated with AN/PVS-5 usage. Ongoing efforts relating to MIL-L-85762 include characterization of lighting incompatibilities in the US Army \*\*aircraft\*\*, implementation of programs to modify the lighting in incompatible cockpits, and certification of proposed lighting components for future \*\*aircraft\*\* systems. Additional work has been done to provide 'near compatible' solutions to lighting problems associated with the use of AN/PVS-5 systems

VOL. 1116; PP. 170-5; 5 Ref.: DP. 1989

ENG  
 Proc.SPIE - Int.Soc.Opt.Eng.(USA):Proceedings of the SPIE - The International Society for Optical Engineering  
 Conference paper  
 RASH C. E.; VERONA R. W.

890004108

Design considerations of the sunlight readable \*\*night\*\* \*\*vision\*\* image system compatible KROMA color display  
 A sunlight readable \*\*night\*\* \*\*vision\*\* image system compatible three color display, using a KROMA (Kaiser Rapid Optical Multi-Color Assembly) filter, has been designed for avionics application. The KROMA display, which uses a monochrome CRT and a liquid crystal optical switch, has been optimized for its color, brightness contrast, and \*\*night\*\* \*\*vision\*\* image system compatibility. This approach provides excellent color saturation, high contrast ratio, and low NVIS (\*\*night\*\* \*\*vision\*\* image System) radiance, making it attractive for using in night mission \*\*aircraft\*\*. The authors describe the design considerations in selecting phosphors, color filters, polarizers, and the methods of reducing the ambient light reflection

VOL. 1117; PP. 162-7; 6 Ref.: DP. 1989

ENG  
 Proc.SPIE - Int.Soc.Opt.Eng.(USA):Proceedings of the SPIE - The International Society for Optical Engineering  
 Conference paper  
 LI JR WEI; KALMANASH M. H.

889078681  
 Prototypical near-infrared projection system: a potential training system for image intensifier devices  
 A prototype near-IR projection system was developed by the US Army Research Institute \*\*Aviation\*\* RD Activity and the US Army Center for \*\*Night\*\* \*\*vision\*\* and Electro-Optics. The system uses a near-IR cathode ray tube, projection lens, and an optical cut-off filter to project daytime video in the 830-1000 nm range of the electromagnetic spectrum, observable only with image intensifier devices. Research is conducted to determine the system's effectiveness as a supplemental \*\*night\*\* \*\*vision\*\* goggles training aid

VOL. 1117; PP. 36-41; 0 Ref.: DP. 1989

ENG  
 Proc.SPIE - Int.Soc.Opt.Eng.(USA):Proceedings of the SPIE - The International Society for Optical Engineering  
 Conference paper  
 INTAND G. P.; PEDRONI G. M.; RUSCHE G.

889078568

Human factors and safety considerations of \*\*night\*\* \*\*vision\*\* systems flight  
 Military \*\*aviation\*\* \*\*night\*\* \*\*vision\*\* systems greatly enhance the capability to operate during periods of low illumination. However, the visual input afforded with these devices does not approach that experienced using the unencumbered, unaided eye during periods of daylight illumination. Many visual parameters, e.g. acuity, field-of-view, depth perception, etc., are compromised when \*\*night\*\* \*\*vision\*\* devices are used. The inherent characteristics of image intensification based sensors

introduce new problems associated with the interpretation of visual information based on different spatial and spectral content from that of unaided vision. In addition, the mounting of these devices onto the helmet is accompanied by concerns of fatigue resulting from increased head supported weight and shift in center-of-gravity. All of these concerns have produced numerous human factors and safety issues relating to the use of **\*\*night\*\*** **\*\*vision\*\*** systems. These issues are identified and discussed in terms of their possible effects on user performance and safety. VOL. 1117; PP. 2-12; 12 Ref.; DP. 1989  
 ENG

Proc. SPIE - Int. Soc. Opt. Eng. (USA); Proceedings of the SPIE - The International Society for Optical Engineering  
 Conference paper  
 VERONA R. W.; RASH C. E.

B89020320

Airborne thermal imaging

Summary form only given. As a general rule most **\*\*aircraft\*\*** have to work under visual flight rules (VFR); the aim is to extend VFR operation into poor weather and night conditions. Performance enhancements of electro-optical sensors have made it possible to provide **\*\*night\*\*** **\*\*vision\*\***/poor weather operations capability for a wide range of **\*\*aircraft\*\*** by means of a relatively simple upgrade of the avionics fit. These systems can provide effective low level high speed attack under night-time VFR conditions. In Central Europe during winter increased operational capabilities of 200% (20% of the 24 hour period to 70%) are achievable. This extends the battlefield day to 24 hours which means the enemy can no longer use darkness or poor weather conditions to avoid detection or cover movement/resupply activities. These capabilities are achieved passively and force the enemy to reconsider its operational tactics. The author considers the implementation of such systems into high performance **\*\*aircraft\*\*** together with developments of steered/stabilised thermal imaging systems for remotely piloted vehicles and **\*\*helicopters\*\***. VOL. 917; PP. 101; 0 Ref.; DP. 1988  
 ENG

Proc. SPIE - Int. Soc. Opt. Eng. (USA); Proceedings of the SPIE - The International Society for Optical Engineering  
 Conference paper  
 AGER S. M.

B89012553

Airborne thermal imaging

Summary form only given. Performance enhancements of electro-optical sensors have made it possible to provide **\*\*night\*\*** **\*\*vision\*\***/poor weather operations capability for a wide range of **\*\*aircraft\*\*** by means of a relatively simple upgrade of the avionics fit. These systems can provide effective low level high speed attack under night-time visual flight rule conditions. In central Europe during winter operational capabilities of 200% (20% of the 24 hour period to 70%) are achievable. This extends the battlefield day to 24 hours which means the enemy can no longer use darkness or poor weather conditions to avoid detection or cover movement/resupply activities. These capabilities are achieved passively and force the enemy to reconsider its operational tactics. The author considers the implementation of such systems into high performance **\*\*aircraft\*\*** together with developments of steered/stabilised thermal imaging systems for remotely piloted vehicles and **\*\*helicopters\*\***. VOL. 915; PP. 105; 0 Ref.; DP. 1988  
 ENG

Proc. SPIE - Int. Soc. Opt. Eng. (USA); Proceedings of the SPIE - The International Society for Optical Engineering  
 Conference paper  
 AGER S. M.

B88068530

Visionics simulation in the AH-64 combat mission simulator

The AH-64 combat mission simulator's (CMS's) visual-avionics-sensor (visionics) system is discussed. The AH-64 visionics consists of the target acquisition and designation systems (TADS), pilot **\*\*night\*\*** **\*\*vision\*\*** sensor (PNVS), and the integrated helmet and display-sighting system (IHADSS). These systems provide the crew with sensor imagery for target detection, recognition, acquisition, and engagement, as well as **\*\*night\*\*** **\*\*vision\*\*** imagery to aid in flying the **\*\*aircraft\*\***. The simulation of the visionics systems is described, as well as the mission test and integration process. Controls, hardware interfaces, servo and visual simulations are also described. NP. 4 vol. 1597; PP. 947-53 vol. 3; 2 Ref.; DP. 1988  
 ENG

Conference paper

DREW E. W.; GEORGE G. R.; KNIGHT S. N.

B88061532

Combat cockpit of the future. France pushes for new solutions

In France, Thomson-CSF is pursuing its own approach to the combat **\*\*aircraft\*\*** cockpit of the future, rather than attempting to copy the very ambitious display systems which are being developed in the United States. In this way, the company hopes to develop solutions more quickly. To fully understand the problems, it is important to consider the need to make the best possible use of the wide range of sensor information which is available in a modern **\*\*aircraft\*\***. The author discusses how key developments

include the latest advances in optronic sensors, particularly for night observation, and also the considerable progress in radar technology, which can now resolve a great deal more detail. It is even possible to use the data available from weapon sensors carried on the **\*\*aircraft\*\***.

VOL. 21; NO. 4; PP. 369-72; 0 Ref.; DP. 1988

ENG

Int. Def. Rev. (Switzerland); International Defense Review

Journal paper

SALVY R.; TURBE G.

B88061534; C88054309

Integrated flying aid and mission displays for modern combat **\*\*aircraft\*\*** incorporating a digital data base

Electro-optic sensors-forward-looking infra-red and **\*\*night\*\*** **\*\*vision\*\*** goggles-are today providing a dramatic enhancement of low-level operational capability, but causing increased demands for precision navigation, situation awareness and advanced displays. Digital map displays, also available today, offer the flexibility of map presentation that is needed. In the future, terrain-referenced systems incorporating digital data bases hold the promise of the integrated flying aid and mission displays that are required for 'all-weather' operations. This paper describes first the fit and usage of the EO systems likely in a future combat **\*\*aircraft\*\*** and goes on to review the status of data-base systems. It establishes the baseline against which digital map systems and later terrain-referenced displays that exploit an elevation data base might be integrated into the **\*\*aircraft\*\***. VOL. 41; NO. 2; PP. 261-75; 5 Ref.; DP. May 1988  
 ENG

J. Navig. (UK); Journal of Navigation

Journal paper

WHITEHEAD A. M.; THOMAS W. P.; WILKINS M. P.

B88036614

Total Terrain Avionics

The introduction of passive electro-optical sensors in the form of FLIR and **\*\*night\*\*** **\*\*vision\*\*** goggles (NVGs) has been a significant step forward in aiding the combat pilot in a hostile environment. If radars enable low level flight in all weathers. However, the FLIR/NVG combination is not all weather and TF radars are not stealthy. Recent developments in data storage, advanced processing techniques and highly efficient display presentation have been instrumental in enabling covert operations to take place in all weathers. Precise autonomous navigation and terrain following, with the threat of detection minimised, is now available to the modern combat pilot, freeing him to concentrate on successfully achieving the aims of his mission. The capabilities described in this paper are all feasible, and are being integrated into GEC Avionics' system of Total Terrain Avionics (T sup 2A) NP. 456; PP. 39/1-9; 0 Ref.; DP. 1987  
 ENG

Conference paper

STONE J.

B88036085; C88032399

Integrated flying aid and mission displays for modern combat

**\*\*aircraft\*\*** incorporating a digital database Electro-optic sensors-forward-looking infrared and **\*\*night\*\*** **\*\*vision\*\*** goggles-are today providing a dramatic enhancement of low level operational capability, but causing increased demands for precision navigation, situation awareness and advanced displays. Digital map displays, also available today, offer the flexibility of map presentation that is needed. In the future, terrain referenced systems incorporating digital data bases hold the promise of the integrated flying aid and mission displays that are required for 'all-weather' operations. This paper describes first the fit and usage of the EO systems likely in a future combat **\*\*aircraft\*\*** and goes on to review the status of database systems. It establishes the baseline against which digital map systems and later terrain referenced displays that exploit an elevation database might be integrated into the **\*\*aircraft\*\***. NP. 456; PP. 23/1-11; 5 Ref.; DP. 1987  
 ENG

Conference paper

WHITEHEAD A. M.; THOMAS W. P.; WILKINS M. P.

B88029537

Helmet-displays for the combat-proven air force

One of the most important elements of the new fighter cockpit is its displays, and the exigencies of modern combat make it increasingly important for the pilot to have access to the information without having to look down into the cockpit during a crucial phase of the mission. Two components in Israel currently have substantial development and/or production programs for head-up displays and both are working on the newest form of HUD, that mounted on the aircrew helmet. Elbit is responsible for the colour and monochrome head-down displays in the Lavi, is marketing the HALO **\*\*helicopter\*\*** **\*\*night\*\*** **\*\*vision\*\*** HUD and has developed the DASH Display And Sight Helmet which has been selected by the Israel Defence Force for F-15s and F-16s, and eventually the Lavi as well. VOL. 42; NO. 8; PP. 828-30; 0 Ref.; DP. Aug. 1987  
 ENG

Interavia (Engl. Ed.) (Switzerland)

Journal paper

GILSON C

888030107

Cockpit readiness for **\*\*night\*\* \*\*vision\*\*** goggles  
 The introduction of **\*\*night\*\* \*\*vision\*\*** goggles into the cockpit environment may produce incompatibility with existing cockpit optoelectronic instrumentation. The methodology used to identify the origin of the spurious signal is demonstrated with the example of an electronic display. The amount of radiation emitted by a gray body in the wavelength region of goggle sensitivity is calculated. A simple procedure for preflight testing of cockpit instrumentation using a commercially available infrared camera is recommended. Other recommendations include the specification of cockpit instrumentation for compatibility with **\*\*night\*\* \*\*vision\*\*** devices  
 VOL. 778; PP. 54-60; 15 Ref.; DP. 1987  
 ENG  
 Proc. SPIE - Int. Soc. Opt. Eng. (USA)  
 Conference paper  
 SCHOLL M. S.; SCHOLL J. W.

A88050549; B88024322; C88026275

Display System Optics  
 The following topics were dealt with: visual perception; image displays; flight simulators; airborne displays; stereoscopic displays; **\*\*night\*\* \*\*vision\*\*** goggles; and helmet-mounted displays. Abstracts of individual papers can be found under the relevant classification codes in this or other issues  
 VOL. 778; DP. 1987  
 ENG  
 Proc. SPIE - Int. Soc. Opt. Eng. (USA)  
 Conference proceedings

888005072

Evaluation of a pilot's line-of-sight using ultrasonic measurements and a helmet mounted display  
 Several problems in aerial warfare include the use of the pilot's sight under the aspects of **\*\*night\*\* \*\*vision\*\*** capability as well as of locking **\*\*aircraft\*\*** systems on targets with no delay. The desire for a trouble-free visually coupled system led to the development of the combination of line-of-sight locator and helmet mounted display. The solution is based on the ranging of the three angles of head movement in azimuth, elevation and roll by measuring the transmission times of ultrasonic signals between transmitters mounted on the pilot's helmet and receivers on the cockpit structure, whereas the visual information is displayed in front of the pilot's eye by an optical system which receives the image from a remote CRT display  
 NP. 4 vol. 1540; PP. 921-7 vol.3; 0 Ref.; DP. 1987  
 ENG  
 Conference paper  
 AXT W. E.

887071242

Integrated avionics for 'Nightbird' Harrier  
 The author describes the refit of an RAF Harrier, under the Ministry of Defence 'Nightbird' programme, with a **\*\*night\*\* \*\*vision\*\*** system, making the Harrier the world's first vertical/short take off and landing (VSTOL) night attack **\*\*aircraft\*\***. The system comprises head-up displays, head-down displays and a map projection system and is easily installed  
 VOL. 33; NO. 7; PP. 451-2; 0 Ref.; DP. July 1987  
 ENG  
 Electron. & Power (GB)  
 Journal paper  
 MASON R.

887071241

Turning night into day (**\*\*night\*\* \*\*vision\*\*** for military **\*\*aircraft\*\***)  
 To prevent ground forces exploiting the hours of darkness for attack, movement and resupply ground-attack **\*\*aircraft\*\*** should be able to operate at night and in poor weather. The author presents a forward-looking infra-red (FLIR) system where the image is superimposed on the real world as seen through the cockpit head-up display. The FLIR architecture is described and key features of the system are looked at  
 VOL. 33; NO. 7; PP. 447-50; 0 Ref.; DP. July 1987  
 ENG  
 Electron & Power (GB)  
 Journal paper  
 PICKERING S.

887057291

Organisation of displays in the field of view of the combat **\*\*aircraft\*\*** pilot  
 The psychophysiological problems of the specific organisation of cockpit displays are studied on the basis of laboratory experiments and trials of grounded French **\*\*aircraft\*\*** equipped with the latest visual display devices. Three working poles more or less well separated in position and function are distinguished: a head-up display superimposed on the view of the outside world, a conventional head-down display panel with one or two multimode tubes and some back-up dials, and a radar pole also using a

multimode tube. Transition Times between head-up and head-down displays are examined with regard to eye accommodation, collimation and change of lighting, bright exterior illumination, and **\*\*night\*\* \*\*vision\*\***  
 NP. xxv+334; PP. 13/1-12; 6 Ref.; DP. Feb. 1987  
 FRE  
 Conference paper  
 MENU J. P.; AMALBERT R.

B87050517; C87044056

Integrated flying aid and mission displays for modern combat **\*\*aircraft\*\*** incorporating a digital database  
 Electrooptic (EO) sensors such as forward-looking infrared and **\*\*night\*\* \*\*vision\*\*** goggles, enhance low-level operational capability but create increased demands for precision navigation, situation awareness, and advanced displays. Digital map displays offer the flexibility that is needed. In the future, terrain-referenced systems incorporating digital databases are expected to provide the integrated flying aid and mission displays that are required for all-weather operations. The fit and usage of the EO systems likely to be used in a future combat **\*\*aircraft\*\*** are described, and the status of database systems is reviewed. A baseline is established against which digital map systems and laser terrain reference displays that utilize an elevation database might be integrated into the **\*\*aircraft\*\***  
 NP. 803; PP. 267-74; 5 Ref.; DP. 1986  
 ENG  
 Conference paper  
 WHITEHEAD A. M.; THOMAS W. P.; WILKINS M. P.

B87050505

An avionic caution and advisory display panel  
 A state-of-the-art, avionic caution and advisory display panel (CADP) that incorporates liquid crystal display (LCD) technology is presented. Reliability performance significantly greater than heretofore realizable is effectively achieved with 100% display and electronic redundancy. To maximize performance and reliability, the unit incorporates the following: **\*\*night\*\* \*\*vision\*\*** goggle compatible amber and green color queuing for ease of distinguishing caution messages from advisory messages; high-resolution 14-by-14 matrix pixel-array character font to provide eye-ease message readability; fail-passive circuit design to preclude false message annunciations; and automatic as well as manually initiated BIT to provide aircrew assurance of proper CADP operation  
 NP. 803; PP. 173-6; 0 Ref.; DP. 1986  
 ENG  
 Conference paper  
 STRATHMAN L. R.

B87034966

Defence applications of opto-electronics  
 Opto-electronics has recently become an important and significant technology for defence applications. The developments in **\*\*night\*\* \*\*vision\*\***, thermal imaging, laser instrumentation and fibre optics have reached a stage where it is possible to provide an all weather, all time capability for surveillance, reconnaissance and survey or targets from ground **\*\*aircraft\*\*** and satellites. Integrated military systems are expected to be available based on the combination of advanced passive and active detection, vision and imaging technology as against subsystems tailored specifically for a given guidance weapon system. Various instruments and instrumentation systems in **\*\*night\*\* \*\*vision\*\***, lasers, thermal imaging and fibre optics are discussed  
 VOL. 3; NO. 8; PP. 418-24; 19 Ref.; DP. Aug. 1986  
 ENG  
 IETE Tech. Rev. (India)  
 Journal paper  
 HRADAYNATH R.

A87025753; 887014395

Review of industrial applications of HOEs in display systems  
 After a short review of diffractive optics, three applications of HOEs are considered: helmet mounted displays, holographic **\*\*night\*\* \*\*vision\*\*** goggles and holographic head up displays. Possible future research fields are introduced  
 VOL. 600; PP. 66-80; 17 Ref.; DP. 1986  
 ENG  
 Proc. SPIE Int. Soc. Opt. Eng. (USA)  
 Conference paper  
 SCHWEICHER E. J. P.

A86114835; B86065472

Effect of broad-banded eye protection on dark adaptation  
 The authors have reexamined earlier findings indicating that sunglasses could prevent deleterious effects of bright light on dark adaptation. They found that the use of broad-band attenuating spectacles could improve absolute visual thresholds but they had minimal effect on central retinal mechanisms. Dark adaptation functions measured with long-wavelength light showed no significant sunglass effect; whereas, such functions measured with intermediate spectral light decreased in final visual thresholds. The results of this study strongly support previous arguments for providing standard visible and near ultraviolet protection to personnel required to perform military tasks under

B-20

extremely bright environmental light  
 NP. xiv+234; PP. 17/1-8; 19 Ref.; DP. Dec. 1985  
 ENG  
 Conference paper  
 ZWICK H.; GARCIA T. A.; BEATRICE E. S.; BLOOM K. R.

886065495  
**\*\*Night\*\* \*\*vision\*\*** by NVG with FLIR  
**\*\*Night\*\* \*\*vision\*\*** goggles and fixed forward looking infrared equipments both have particular operational shortcomings when used in a fixed wing **\*\*aircraft\*\*** for close air support at night. However when operated together, they compensate for each other's deficiencies forming a highly capable system at far less cost and complexity compared with other **\*\*night\*\* \*\*vision\*\*** systems  
 NP. xiv+234; PP. 10/1-7; 0 Ref.; DP. Dec. 1985  
 ENG  
 Conference paper  
 BULL G. C.

886114845; 886065494  
 Aeromedical lessons learned with **\*\*night\*\* \*\*vision\*\*** devices  
 The authors present a review of **\*\*night\*\* \*\*vision\*\*** devices used in the military **\*\*helicopter\*\*** flight environment, and aeromedical lessons learned. Discussion revolves around experience with three US Army **\*\*aviation\*\*** systems: the currently used second-generation **\*\*night\*\* \*\*vision\*\*** goggle (NVG), or AN/PVS-5; the soon-to-be-fielded AN/AVS-6 third-generation NVG; and the AH-64 Apache thermal sensor and imaging system. Performance characteristics are presented, and primary emphasis is on aeromedical research related to pilot interface with the systems to include visual acuity, contrast sensitivity, depth discrimination, dark adaptation, crew fatigue, and adaptational problems  
 NP. xiv+234; PP. 8/1-10; 9 Ref.; DP. Dec. 1985  
 ENG  
 Conference paper  
 PRICE D. R.; MCLEAN W. E.

886065493  
**\*\*Night\*\* \*\*vision\*\*** support devices: human engineering integration  
 The authors describe the results of several operationally oriented efforts conducted to improve visual performance, cockpit lighting, and flight information transfer in conjunction with the use of **\*\*night\*\* \*\*vision\*\*** goggles. The efforts include an operational definition of NVG compatible lighting, a recommended approach to improving depth of focus, an attempt to expand field of view, and a description of a NVG HUD using optically injected flight data. All efforts center around using or modifying current AN/PVS NVGs used by US forces  
 NP. xiv+234; PP. 6/1-8; 0 Ref.; DP. Dec. 1985  
 ENG  
 Conference paper  
 GENCO L. V.

886065492  
 Visual and spectroradiometric performance criteria for **\*\*night\*\* \*\*vision\*\*** goggles (NVG) compatible **\*\*aircraft\*\*** interior lighting  
 A draft military specification has been developed for NVG-compatible **\*\*aircraft\*\*** interior lighting under US tri-service sponsorship. The specification is based on the utilization of the specific type of NVG, namely the AN/AVS-6 Aviator's **\*\*Night\*\* \*\*vision\*\*** Imaging System (ANVIS). The authors describe the performance requirements and testing methodology established in the specification and the rationale for developing these requirements  
 NP. xiv+234; PP. 5/1-11; 11 Ref.; DP. Dec. 1985  
 ENG  
 Conference paper  
 BREITMAIER W. A.; REETZ F.

886065491  
 FLIR, NVG and HMS/D systems for **\*\*helicopter\*\*** operation: review  
**\*\*Helicopter\*\*** flight trials have been carried out at night using examples of all the visionic aids (FLIR, LLLTV, NVG, HMS/D and Direct View Optics) for piloting and observation tasks. The detection, recognition and identification ranges of nine different FLIR were tested in ground and laboratory tests. The evaluation of an optical sensor platform location in the **\*\*helicopter\*\*** nose-, roof- and mast-mounted versions, the comparison of thermal and intensifier images and the NVG compatible cockpit were topics of the tests. The author describes in detail the optical sensors with their limitations and gives some results of the trials, with regard to the pilots stress situation and eye safety  
 NP. xiv+234; PP. 211-27; 23 Ref.; DP. Dec. 1985  
 ENG  
 Conference paper  
 BOHM H. D. V.

886065490  
 Image intensifiers: past and present (for **\*\*night\*\* \*\*vision\*\*** enhancement)  
 The evolution of the image intensifier is presented from the first through the third generation. Technological advancements during the

past two decades, such as the microchannel plate and the gallium arsenide photocathodes, have significantly improved the image intensifier's projected life time and performance capabilities. Improved manufacturing techniques have contributed to the intensifier's extended life and expanded performance capabilities. This continued progress attests that the image intensifier continues to be a viable sensory extension helping man achieve his goal, the conquest of darkness  
 NP. xiv+234; PP. 1/1-5; 0 Ref.; DP. Dec. 1985  
 ENG  
 Conference paper  
 VERONA R. W.

A86109701; 886061862  
 Visual Protection and Enhancement. **\*\*Aerospace\*\*** Medical Panel Symposium (AGARD-CP-379)  
 The following topics were dealt with: image intensifiers including **\*\*night\*\* \*\*vision\*\*** goggles, forward looking IR systems and helmet-mounted displays; aeromedical aspects; light exposure effects and eye protection devices; visual difficulties and human factors. Abstracts of individual papers can be found under the relevant classification codes in this or other issues  
 NP. xiv+234; DP. Dec. 1985  
 ENG  
 Visual Protection and Enhancement. Aerospace Medical Panel Symposium (AGARD-CP-379)  
 Conference proceedings

886024392  
 Applications of thermal imager devices including modelling aspects  
 Thermal imagers (TI) detect the thermal radiation of all bodies (Planck radiation) mainly in the 8-12  $\mu$ m atmospheric window for bodies with T approximately = 20 degrees C. Applications of thermal imagers include: forward looking infrared radar; **\*\*night\*\* \*\*vision\*\*** goggles; low light level TV cameras; and helmet-mounted sight/display. Modelling aspects of the TIs are discussed together with the detection, recognition and identification ranges. Nine TI with different detector technologies were tested in ground/laboratory tests. A high resolution TI installed in the EUROVISIONIK for PAH 2 and HAC 3G **\*\*helicopters\*\*** is mentioned. Aspects of rotor blade interference with a mast-mounted sight (MMS) are presented  
 NP. vi+100; PP. 86-91; 15 Ref.; DP. 1985  
 ENG  
 Conference paper  
 BOHM H. D. V.

886018482  
 A new approach to on-vehicle testing of **\*\*night\*\* \*\*vision\*\*** systems  
 Noise equivalent temperature difference (NETD) measurements are compared with minimum resolvable temperature measurements for testing **\*\*aircraft\*\* \*\*night\*\* \*\*vision\*\*** systems (NVGs). Reliability and field failure data substantiate that NETD tests are adequate for thermal imaging NVG maintenance. Newly developed test targets now make possible a simple, lightweight, automatic on-vehicle NVG test set  
 NP. 285; PP. 233-7; 5 Ref.; DP. 1985  
 ENG  
 Conference paper  
 FRANK J. D.; PARRISH R. E.; DURAZO M. A.

886005062  
 Night eyes for combat  
 Discusses the developments of **\*\*night\*\* \*\*vision\*\*** goggles (NVG) electronic light-amplifying binoculars which, by use of image intensifiers, produce bright pictures with adequate detail to allow high-speed low flying at night, even in no-moon conditions. A variety of NVGs have been tested in the Nightbird program  
 VOL. 40; NO. 5; PP. 455-7; 0 Ref.; DP. May 1985  
 ENG  
 Interavia (Engl. Ed.) (Switzerland)  
 Journal paper  
 WANSTALL B.

883009804  
 Electro optics trends  
 For the past five years the US Army Electronic Research and Development Command's **\*\*Night\*\* \*\*vision\*\*** and Electro-Optics Laboratory (NVEOL) has been conducting programmes directed towards developing an improved class of electro-optical systems capable of performing many of the target detection, classification, and recognition tasks now performed by man. These programmes are individually outlined and discussed  
 NP. xiii+438; PP. 311-19; 0 Ref.; DP. 1982  
 ENG  
 Conference paper  
 CHAPMAN C. W.; GRANT W. T.; GIBSON J. F.; SHURTZ R. R.

883004724  
 Electroluminescent lighting and other techniques for improving **\*\*night\*\* \*\*vision\*\*** goggles compatibility with cockpit displays  
 Standard night lighting for most **\*\*aircraft\*\*** cockpits results in a lighting configuration that is not compatible with the use of

**\*\*night\*\* \*\*vision\*\* goggles.** One specific example discussed is the US Air Force PAVE LOW III **\*\*helicopter\*\***, a modified version of the HH-53H. Both wavelength and geometric light control techniques were developed and applied to this cockpit to make it compatible with the **\*\*night\*\* \*\*vision\*\* goggles.** A combination of light control film (3-M micro-louvre), color filters, infra-red blocking filters, electroluminescent light and anti-flare baffles were used to successfully retrofit the cockpit for **\*\*night\*\* \*\*vision\*\* goggle use.** Some of the techniques are applicable to reducing windscreen reflection, thus, improving unaided **\*\*night\*\* \*\*vision\*\* through the windscreen**  
 NP. xiv+348; PP. 29/1-6; 5 Ref.; DP. 1982  
 ENG  
 Conference paper  
 TASK H. L.; GRIFFIN L. L.

C82021916  
**How to get a grip on TADS/PNVS**  
 Describes the methodology, trade studies, subjective evaluation, and applied experimental techniques employed in the design of multi-function handgrip controls. These handgrips, used in acquiring and tracking ground targets from a **\*\*helicopter\*\***, were developed as part of the Target Acquisition Detection System (TADS) and Pilot's **\*\*Night\*\* \*\*Vision\*\* System (PNVS).** Although the studies were directed toward designing a specific set of handgrips, the basic criteria and techniques can serve as guidelines for future handgrip designs  
 NP. xiv+782; PP. 250-3; 2 Ref.; DP. 1981  
 ENG  
 Conference paper  
 TRABOLD F. W.; HOUSMAN M. T.

B81043412  
**\*\*Helicopter\*\* \*\*night\*\* \*\*vision\*\* systems**  
 The research programme described incorporated the use of the Sea King **\*\*helicopter\*\*** which was equipped with a number of electro-optical imaging systems and supporting avionics. The various forms of **\*\*night\*\* \*\*vision\*\* systems** investigated included a TV system, **\*\*night\*\* \*\*vision\*\* goggles,** a helmet-mounted display, an approach and land aid  
 NP. 40; PP. 6/1-6; 0 Ref.; DP. 1981  
 ENG  
 Conference paper  
 BARRETT J. N.

B81039292  
**IEE Colloquium on 'Helicopter' Guidance and Navigation Systems**  
 The following topics were dealt with: recovery of **\*\*helicopters\*\*** in poor visibility, requirements for navigation and guidance, support of the North Sea oil industry, the MADGE approach aid, inertial and autonomous guidance techniques, **\*\*night\*\* \*\*vision\*\* piloting systems,** wind detection, abnormal behaviour of Doppler navigation systems, rotor blade radar. 9 papers were presented. Abstracts of individual papers can be found under the relevant classification codes in this or future issues  
 NP. 40; DP. 1981  
 ENG  
 IEE Colloquium on 'Helicopter Guidance and Navigation Systems'  
 Conference proceedings

B81038555  
**Development of an aviator's \*\*night\*\* \*\*vision\*\* imaging system (ANVIS)**  
 Historical background is presented of the US Army's requirement for a high performance, lightweight, **\*\*night\*\* \*\*vision\*\* goggle for use by \*\*helicopter\*\* pilots.** System requirements are outlined and a current program for development of a third generation image intensification device is described. Primary emphasis is on the use of lightweight, precision molded, aspheric plastic optical elements and molded plastic mechanical components. System concept, design, and manufacturing considerations are presented  
 VOL. 20; NO. 2; PP. 208-11; 1 Ref.; DP. March-April 1981  
 ENG  
 Opt. Eng. (USA)  
 Journal paper  
 EFKEMAN A.; JENKINS D.

B81038138  
**Development of an aviator's \*\*night\*\* \*\*vision\*\* imaging system (ANVIS)**  
 Historical background is presented of the US Army's requirement for a high performance, lightweight, **\*\*night\*\* \*\*vision\*\* goggle for use by \*\*helicopter\*\* pilots.** System requirements are outlined and a current program for development of a third generation image intensification device is described. Primary emphasis is on the use of lightweight, precision molded, aspheric plastic optical elements and molded plastic mechanical components. System concept, design, and manufacturing considerations are presented  
 VOL. 250; PP. 18-23; 1 Ref.; DP. 1980  
 ENG  
 Proc. Soc. Photo-Opt. Instrum. Eng. (USA)  
 Conference paper  
 JENKINS D.; EFKEMAN A.

B80055783  
**A helmet-mounted display system for attack \*\*helicopters\*\***  
 The function of the helmet-mounted display is to provide **\*\*night\*\* \*\*vision\*\* information to the pilot in a manner which will allow nap-of-the-earth (NOE) navigation, target identification, weapons aiming, and to provide daytime symbology.** The combat mission requirements dictate that the crew rapidly execute a number of complex and crucial decisions based on information from a sophisticated array of sensors and weapon systems. Because the HMD is coupled to the pilot's head, he sees a wide field-of-view (FOV) presentation no matter what his head line-of-sight (LOS) might be, and therefore he is not constrained to a 'head down' position to obtain the required display information. The pilot's LOS is tracked with a helmet-mounted sight and provides command signals to point the sensors and weapons in a closed-loop system (called a visually coupled system). The pilot can turn his head, place the crosshair reticle on a target, pull the trigger, and fire a weapon in day or night conditions  
 NP. 254; PP. 38-9; 0 Ref.; DP. 1980  
 ENG  
 Conference paper  
 WALKER D. J.; VERONA R. W.; BRINDLE J. H.

B80051483; C80033751  
**Simulation of a \*\*night\*\* \*\*vision\*\* system for low level \*\*helicopter\*\* operations**  
 Describes an experiment which explored the problems and possibilities of a helmet mounted display for **\*\*helicopter\*\* night piloting tasks,** using real time simulation techniques. The author shows how the various components of the proposed system were modelled and incorporated into the simulation. He discusses the experimental design for the trials and how the limitations of the simulation were taken into account. The results of the work are described  
 NP. x+256+34 appendix; PP. 24/1-14; 0 Ref.. DP. 1980  
 ENG  
 Conference paper  
 BARRETT J. N.

C80020900  
**\*\*Helicopter\*\* pilot performance and workload as a function of \*\*night\*\* \*\*vision\*\* symbologies**  
 A study was undertaken to investigate several human factors questions of man-machine integration mediated through infrared video displays and symbologies. A full six-degree-of-freedom motion simulation of an advanced US Army **\*\*helicopter\*\* flying a night NOE scenario** was conducted. The dynamic visual scene was obtained from a video picture of a terrain board and three-candidate computer generated flight control symbologies were video-mixed with the scene. Six experienced **\*\*helicopter\*\* pilots** were employed as subjects and trained to fly a scenario incorporating multiple precision hover maneuvers which varied in difficulty and task loading. The experiment was designed to assess pilot performance, training requirements, and work-load as a function of the three symbologies  
 TOME. 11; NP. xx+458; PP. 995-6; 3 Ref.; DP. 1979  
 ENG  
 Conference paper  
 HARTZELL E. J.

C80001164  
**Scan converter and raster display controller for \*\*night\*\* \*\*vision\*\* display systems**  
 Describes a modular Raster Display System and its functional modules. The system allows for digital scan conversion of images of electro-optical sensors and for digital storage of images with several gray tones. With the help of the digital symbol generator digital information can be converted into symbols which again can be superimposed on the sensor image. Superposition of two sensor images can be performed with the same equipment. Some technical features are discussed which exceed the common modes of current display systems and may help to support missions of military **\*\*helicopters\*\* flying low level at poor visibility conditions**  
 NP. vi + 238; PP. 7/10; 0 Ref.; DP. 1979  
 ENG  
 Conference paper  
 KILLIAN H. W.; VOSWINCKEL W.

A80001364  
**Diamond-turning of optics is stimulating other applications or 'one good turn deserves another'**  
 The existing and planned manufacturing technology programs of the Department of Defense are discussed, and their coordinated relationships through the Precision Machine Tool Technology Program are explained. New applications extending the horizon of interest in diamond turning and precision engineering include an Army **\*\*night\*\* \*\*vision\*\* goggle, flight simulator optics, \*\*aircraft\*\* windscreens, coupled cavity traveling wave tube components and shaped charge liners.** A Project to diamond turn glass is also discussed  
 NP. vi+116; PP. 2-7; 25 Ref.; DP. 1978  
 ENG  
 Conference paper  
 SAITO T. T.; SAITO T. T. (Ed.)

479081584: B79038787

Revolutionary optics and electronics manufacturing (diamond turning)  
 Diamond turning is a revolutionary manufacturing method for optics and traveling wave tube (TWT) components. Specific \*\*night\*\* and \*\*vision\*\* and electrooptical applications are discussed. Diamond turning state-of-the-art is reviewed and summarized. Battelle's new Omega-X machine is discussed including the impact of their 75 mm contour accuracy on a 5 cm diameter being performed by the ARPA's state-of-the-art machine design being performed by the Lawrence Livermore Laboratory is included  
 TOME. III: NP. 500; pp. 1208-11; 13 Ref.: DP. 1979

ENG  
 Conference paper  
 SAITTO T. T.

B77022270

Use of \*\*night\*\* \*\*vision\*\* systems by the Land Manager  
 For two years, the USDA Forest Service has been engaged in an R&D program to expand \*\*helicopter\*\* firefighting operations by use of \*\*night\*\* \*\*vision\*\* technology. As a result, Land Managers are beginning to utilize some of the systems and devices for other tasks as well. These include law enforcement on National Forests, surveying techniques, nocturnal game studies, search and rescue and reconnaissance duties. This paper describes the equipment in present use, training requirements, and typical operations  
 NP. V1+162; pp. 48-54; 4 Ref.: DP. 1976

ENG  
 Conference paper  
 SHIELDS H. J.; FREEMAN C. (Ed.)

B76022682

A programmable raster-based display system for use with electro-optical sensors  
 Describes an experimental airborne, programmable raster-based electronic display system, capable of generating a variety of symbology and superimposing this on a picture of the outside world provided by a forward looking daylight or low light television camera. Examples of the symbology which can be generated by the display system are described, and in particular the paper explains the initial symbology chosen for flight trials to investigate the potential of \*\*night\*\* \*\*vision\*\* sensors for low level, high speed flight at night. The photoscopy of superimposing flight information on the picture from a \*\*night\*\* \*\*vision\*\* sensor is discussed and it is concluded that superimposed symbology is necessary if an aircraft's night time capability is to be effectively extended  
 NP. V1+432; pp. 37/1-9; 4 Ref.: DP. 1975

ENG  
 Conference paper  
 WHITE R. G.; HAMILL T. G.

B76014370

Video amplifier and grid driver for helmet-mounted \*\*night\*\* \*\*vision\*\* display  
 In this system, a small projection C.R.T. and its driver are located inside the \*\*helicopter\*\* pilot's helmet, where there is no room for the video amplifier which must be inserted between the television camera pickup and the television display driver. The video amplifier is, therefore, located in a separate helmet-electronics package which may be placed on the floor of the aircraft. The problem of coupling the video amplifier output to the input of the drivers while still maintaining frequency response over the relatively wide video band is solved by a coaxial cable and feedback circuit with an adjustable capacitor  
 NP. 2; DP. 10 Sept. 1975  
 RCA, Princeton, N.J., USA

ENG  
 Report  
 MAGLE J. H.; SMITH E. M.

B76002612: C75027410

Low level night operations of tactical \*\*helicopters\*\*  
 The initial results are presented of the US Army's Low Level Night Operations Program, an on-going research program to define avionic equipment parameters for low level night and adverse weather conditions. Results of the program include quantitative data on the performance of pilots flying at low level with varying levels of avionic equipment augmentation (e.g. none, \*\*night\*\* \*\*vision\*\* goggles, FLIR, LLLTV and Radar); simulation and experimental flight test data on conceptual systems (e.g. symbolically augmented visual imaging systems as well as experimental measurements of various candidate hardware for obstacle detection (e.g. radar, 10.6 mu laser, gated laser/L sup 3TV and 8-14 mu IR). The results of these tests are utilized to develop preliminary conceptual avionic systems for low level night operations as well as to identify areas in which additional research is required. Future research efforts directed to identified barrier problems will also be presented  
 NP. V1+286; pp. 14/1-14; 6 Ref.: DP. 1975

ENG  
 Conference paper  
 KENNELLY W. J.

B76002611: C75027409

\*\*Night\*\* \*\*vision\*\* imaging system development for low level \*\*helicopter\*\* pilotage  
 Flight test data of low level night operations (LLNO) in UK-1 \*\*helicopters\*\* using electro-optical image forming sensors as a pilot flight aid is presented, along with details of the systems used in the investigations. Significant findings and major problem areas driving future work are given along with some present \*\*night\*\* \*\*vision\*\* pilot aids. Finally, long range \*\*night\*\* \*\*vision\*\* development for \*\*helicopter\*\* pilotage are examined  
 NP. V1+286; pp. 13/1-5; 0 Ref.: DP. 1975

ENG  
 Conference paper  
 STICH K.

B76002610: C75027408

IR thermal imaging sensors for \*\*helicopters\*\*  
 The general requirements are considered for \*\*night\*\* \*\*vision\*\* sensors which can assist the \*\*helicopter\*\* crew in their flying and tactical tasks during night operations. It is shown that two classes of sensors are needed, one for the pilot to fly the \*\*helicopter\*\* and the other for surveillance and target acquisition. The performance parameters for each class of sensor are analysed and some of the constraints and compromises on the sensor design are considered. The parameters thus derived show that a common sensor is not compatible for both the flying and target acquisition functions. Some of the vehicle integration and systems interface aspects are discussed to indicate that the final cost-effective choice is most likely to be determined from the overall system considerations rather than that of the IR sensor. Display requirements for both functions are shown to lead to larger units than are currently considered possible for cockpit installation, and matching of the sensor, display and operator performances are likely to be the main problem in future systems  
 NP. V1+286; pp. 11/1-4; 0 Ref.: DP. 1975

ENG  
 Conference paper  
 HOLMES F. A.

B76002607: C75027404

\*\*Helicopter\*\* avionics-UK research programme  
 A limited review of the status of UK avionic systems for \*\*helicopters\*\* is given and the current needs of military \*\*helicopters\*\* discussed. The rapidly with which the use of \*\*helicopters\*\* has grown is such that it is no longer possible to meet these needs by simple modification of off the shelf equipment. A programme of research and development work specifically directed towards the needs of \*\*helicopters\*\* is outlined. This programme is centred around the use of a Sea King Mk I \*\*helicopter\*\* and is aimed at equipping this vehicle with a number of new equipments in the areas of flight control, electronic displays and computer aided navigation. Particular emphasis is placed on the development of \*\*night\*\* \*\*vision\*\* systems for use in \*\*helicopters\*\* and an experimental pilot's TV system is described. This will be used to explore fundamental aspects of imaging system prior to the use of an LLLTV camera for typical night flying tasks  
 NP. V1+286; pp. R-1/1-7; 3 Ref.: DP. 1975

ENG  
 Conference paper  
 JOHNSON H. B.

B76002606: C75027401

H-63 night operations  
 The H-63 Night Operation System (NOS) includes \*\*night\*\* \*\*vision\*\* equipment and an approach and hover coupler. The automatic approach and hover coupler subsystem permits the pilot to transition automatically over all types of terrain, including mountains, from search altitude and cruise speed to a hover and automatically maintain the hover. The \*\*night\*\* \*\*vision\*\* equipment extends this capability to night flights. The basic system was declared operational by the United States Air Force following a ninety-day combat evaluation in Southeast Asia. It is also used by foreign military. Extensive flight testing and operational use have led to additional development tests to further the capabilities of Night Operation System. Flight test results of a prototype symbology generator and prototype electronic location finder hover coupler are discussed, along with the \*\*night\*\* \*\*vision\*\* equipment and the approach and hover coupler  
 NP. V1+286; pp. 5/1-8; 4 Ref.: DP. 1975

ENG  
 Conference paper  
 MILLS R. L.

C75027402

US Army experience in low-level night flight  
 Current developments and testing have demonstrated an improved capability in night flight, using either selected specialists without \*\*night\*\* \*\*vision\*\* systems or a wider group of aviators aided by the \*\*night\*\* \*\*vision\*\* goggles. The electroluminescent formation flight lights and rotor-tip lights have greatly increased safety in formation flights at night. But each approach has been hampered by design limitations in display panels, poor lighting quality and poor lighting control in the aircraft stations. Landing in dark unimproved areas, navigation over unfamiliar terrain and target acquisition also present special

problems which have not yet been completely overcome  
 NP. V11+286; PP. 6/1+6; 6 Ref.; DP. 1975  
 ENG  
 Conference paper  
 RAUER R. W.

B75043890  
 Development of an advanced display for a wide field \*night\*\*  
 \*vision\*\* system  
 Covers the design, development and test of a wide angle version of  
 pupil forming head-up Display System. The unit was designed for  
 installation in a JH-1 \*\*helicopter\*\* cockpit and has the  
 following characteristics: 60 degrees horizontal by 33 degrees  
 vertical field, 2.7 in. x 5.1 in (69x130 mm) pupil located at (36  
 cm) from a curved combiner. The weight is 55 lbs (25 kg)  
 NP. 56; \$4.25; DP. June 1974

Farrand Optical Co. Inc., Valhalla, N.Y., USA

ENG  
 Report  
 ATTILER A. R.; SHENKER M.; PARR A.

A74019154; B74011617  
 Application of semiconductor laser diode arrays  
 Injection laser arrays have been primarily used as illuminators  
 for active gated \*night\*\* \*vision\*\* applications to provide  
 short pulses of light at a high PRF. In this way, an intensifier  
 can be gated on just when the light returns from the target,  
 eliminating back-scatter and haze effects. Gate responses as short  
 as 3 ns and laser-pulse fall times as short as 20 ns can provide  
 10-ft gate edges and 25-ft gate windows for a 50-m  
 pulsewidth. These parameters were required to allow ground vision  
 for a hovering \*\*helicopter\*\* operating above 25-ft altitude and  
 generating thick dust

NP. 101 pp; PP. 55; 0 Ref.; DP. 1973

ENG  
 Conference paper  
 HERZOG D. G.

B70020716  
 Advancements in \*night\*\* \*vision\*\* systems using pulse gated  
 viewing and laser ranging techniques  
 Significant performance improvements of night viewing systems are  
 realized in synchronism with a pulsed source. These pulsed sources  
 provide wide field illumination at wavelengths matched to the  
 response of the image intensifier tube. Beam forming optics,  
 thermal considerations, array configuration and cooling techniques  
 for illuminator systems are discussed. A laser ranger utilizing a  
 narrow field of view has been developed for use in conjunction  
 with these pulse gated systems. Integration of the laser ranger  
 into a gated system and system performance characteristics are  
 described

NP. 319; PP. 11-15; DP. 1969

ENG  
 Conference paper  
 JORDAN T.; RIORDAN R.; STANEXENAS R.

AD-A241 057/9/XAD  
 \*Night\*\* \*vision\*\* and \*Night\*\* \*vision\*\* Goggles.  
 \*Night\*\* \*vision\*\* Goggles (NVG) do not turn night into day. In  
 fact they have limited performance capability. This article  
 addresses the rationale for low light operations, how NVGs work,  
 and various NVG limitations. Knowledge of the NVG performance  
 envelope, inherent NVG limitations, effects of human vision  
 deficiencies, and factors of self-imposed stress, constitute the  
 formula for determining safe maneuver limits. The article concludes  
 with recommendations to improve NVG use and affirms that NVG are  
 safe for \*\*helicopter\*\* operations.

OLDHAM T. W.

Report  
 Research rept; NP. 48; DP. Jun 90.  
 ENG

AD-A240 463/0/XAD  
 CV Power Projection: The 'Night' Stuff.  
 The primary mission of naval \*aviation\*\* is power projection. Over  
 the years, in order to successfully conduct this mission, the  
 threats encountered have driven tactical air to the night. Low  
 altitude environment is still a viable task for the Carrier  
 Battle Group (CVBG) and is it still necessary to support the  
 operational commander. Will lessons learned from Desert Storm  
 indicate a need to redefine the role of the CVBG and give the  
 night interdiction mission entirely to the Air Force. A brief  
 review of the development of night systems is conducted, current  
 capabilities are discussed and a comparison of Navy and Air Force  
 systems is presented. The combined use of \*night\*\* \*vision\*\*  
 goggles with state of the art forward looking infrared (FLIR)  
 systems in Navy F/A-18s and A-6s is more flexible and provides  
 more capability in some scenarios and environmental conditions  
 than is available from the Air Force FLIR only systems. The lessons  
 learned from Desert Storm are numerous and important, but can not  
 be applied to all future conflicts. Geography made it very difficult  
 for naval \*aviation\*\* in the war against Iraq and the next  
 conflict may find the Air Force facing a similar problem. This  
 paper contends there is still a need for improving our night

strike capability and a need for both Navy and Air Force in future  
 Joint operations.

CLAYTON R. E.

Report  
 Final rept; NP. 26; DP. 20 May 91.  
 ENG

TIB/991-01490/XAD

\*Helicopter\*\* integrated Helmet requirements and test results.  
 A modern integrated helmet (IH) consists out of two Image  
 Intensifier Tubes (IIT) and two Cathodes Ray Tubes (CRT) with an  
 optical system including combiners to present the images  
 binocular. Additional symbology can be superimposed to the CRT- or  
 IIT-image. An IH is a further development of a Helmet Mounted  
 Display (HMD). A Helmet-Mounted-Sight (HMS) can steer a sensor  
 platform with a thermal camera or an air-to-air missile system. The  
 main \*helicopter\*\* (HC) requirements of such a system are: human  
 factors; optimized day, twilight and night optical modules; large  
 exit pupil, good transmission of the optical path and a large  
 adjustment range; fit of helmet including optimized centre of  
 gravity (CG) and weight; good geometrical resolution/Modulation  
 Transfer Function (MTF) with a large Field of View (FOV); high  
 focusing range of the IIT and a good S/N ratio below 1 mLux; CRT  
 automatic brightness and contrast control; flight symbology  
 presentation for one or two eyes; good static and dynamic  
 HMS-accuracy with a large Head Motion Box (HMB); NBC and Laser  
 protection compatibility. MBB and the Army Corps have made in this  
 year ground and flight trials with an Integrated Helmet and a HMS  
 on a PAH 1 respectively a BK 117 \*\*helicopter\*\*. The paper will  
 present IH requirements for HC application and some test  
 results. (Orig.). (Available from TIB Hannover; RN 3775(0596-9)).  
 (Copyright (c) 1991 by FIZ. Citation no. 91:001490.)

BOEHM H. D.; SCHREYER H.

Conference  
 Microfiche only; NP. 17; DP. May 91.  
 ENG

AD-A238 767/8/XAD

Microcomputer Enhancement of the Articulated Total Body (ATB)  
 Biodynamic Modeling System.  
 The Articulated Total Body (ATB) Modeling System is needed to  
 address a variety of new technologies and challenges which are  
 changing the operating \*aircraft\*\* performance, which increase the  
 include increasing \*aircraft\*\* performance, which increase the  
 need for expanding the safe ejection envelope. The increasing  
 complexity of the weapon systems, cockpit, and missions have also  
 stimulated the development of equipment to aid the aircrews:  
 \*night\*\* \*vision\*\* goggles, helmet mounted sights, and helmet  
 mounted displays. Each of these devices has the potential for  
 impacting the safe ejection envelope and increasing the injury  
 potential of an ejection (as well as increasing the fatigue of  
 normal flying). While microelectronics, fiber optic technology, and  
 miniaturization can keep the equipment weight small, even these  
 weights at 15 G ejection acceleration may pose a substantial  
 injury hazard.

SPIEGEL A.; HYSLOP R. L.

Report  
 Final rept. Dec 88-Jan 90; NP. 712; DP. Jan 90.  
 ENG

AD-A237 641/6/XAD

Human Factors of \*Night\*\* \*vision\*\* Devices: Anecdotes from the  
 Field Concerning Visual Illusions and other Effects.  
 To investigate the breadth of visual illusions experienced by  
 aviators flying with \*night\*\* \*vision\*\* devices (NVDS), an  
 open-ended questionnaire was distributed to the military  
 \*helicopter\*\* community in the fall of 1989. Of the 242 returned  
 questionnaires, there were 221 \*night\*\* \*vision\*\* goggle (NVG)  
 reports and 21 thermal imaging system (FLIR) reports. Most sensory  
 events occurred at night, during low illumination, good weather,  
 and over varied terrain. Contributing factors included  
 inexperience, division of attention, and fatigue. Frequently  
 reported illusions were misjudgements of drift, clearance, height  
 above the terrain, and attitude. Also reported were illusions due  
 to external lights, and distributed depth perception caused by  
 differences in brightness between NVG tubes. Other respondents  
 cited hardware problems and physiological effects. There were no  
 obvious differences between the experiences of NVG users and FLIR  
 users. Although incidence rates cannot be inferred from these data,  
 the variety of expected aviator anecdotes in this report will be  
 useful to all those concerned with human factors and safety of  
 NVDS.

CROWLEY J. S.

Report  
 Final rept; NP. 48; DP. May 91.  
 ENG

AD-A233 798/8/XAD

Evaluation of \*Night\*\* \*vision\*\* Goggles for Maritime Search and  
 Rescue.  
 Experiments were conducted to evaluate \*night\*\* \*vision\*\*  
 goggles (NVGs) for their effectiveness in detecting small targets  
 at night. Three types of NVGs were evaluated: the AN/AVS-6 Aviators  
 \*Night\*\* \*vision\*\* Imaging System (ANVIS) NVG was tested onboard  
 Coast Guard HH-3 and CH-3 \*\*helicopters\*\*, and the AN/PVS-5C and  
 AN/PVS-7A NVGs were tested onboard 41-foot Coast Guard utility

B-24

boats. During the spring 1990 experiments, simulated persons in the water wearing orange personal flotation devices, retroreflective tape, and either a green personnel marker light or a red safety light; 4- and 6-person life rafts with and without retroreflective tape; and 18- and 21-foot white boats were employed as targets during realistically-simulated search missions. A total of 1355 target detection opportunities were generated for the above-mentioned target types during four experiments. These data were analyzed to determine which of 25 search parameters of interest exerted a statistically-significant influence on target detection probability. Lateral range curves and sweep width estimates are developed for each search unit/target type combination. Human factors data are presented and discussed. Recommendations for conducting NVG searches for small targets are provided.  
 REYNOLDS W. H.; ROBE R. Q.; HOVER G. L.; PLOURDE J. V.  
 Report  
 Interim rept. Mar 89-Sep 90; NP. 112; DP. Aug 90.  
 ENG

AD-A229 392/6/XAD  
 Evaluation of \*\*Night\*\* \*\*Vision\*\* Goggles for Maritime Search and Rescue. Volume 1. Technical Report.  
 Three experiments were conducted during 1989 by the U.S. Coast Guard Research and Development (RD) Center to evaluate \*\*night\*\* \*\*vision\*\* goggles (NVGs) for their effectiveness in detecting small targets at night. Three types of NVGs were evaluated: the AN/AVS-6 Aviators \*\*Night\*\* \*\*Vision\*\* Imaging System (ANVIS) NVG was tested onboard Coast Guard HH-3 and CH-3 \*\*helicopters\*\*, and the AN/PVS-5C and AN/PVS-7A NVGs were tested onboard 41-foot Coast Guard utility boats (UTBs). Simulated persons in the water (PIWs), 4- and 6-person life rafts, 18- and 21-foot white boats, and white, personal flotation device (PFD) strobe lights were employed as targets during realistically-simulated search missions. A total of 1,490 target detection opportunities were generated during the experiments. These data were analyzed to determine which of 25 search parameters of interest exerted a statistically-significant influence on target detection probability. Keywords: Search and rescue. \*\*Night\*\* \*\*vision\*\*, \*\*night\*\* \*\*vision\*\* goggles, Sweep width, Unlighted targets. (JS).  
 REYNOLDS W. H.; ROBE R. Q.; HOVER G. L.; PLOURDE J. V.  
 Report  
 Interim rept: See also Volume 2. AD-A229 393; NP. 92; DP. Apr 90.  
 ENG

AD-A233 619/6/XAD  
 Survey of Fleet Opinions Regarding Unaided Vision Training Topics. Unaided vision topics have been part of aircrew training since at least World War II. Yet, little information exists regarding the operational utility of the instruction. This survey required 341 Navy and Marine Corps pilots to rate the frequency of traditional training concerns as a real problem for operational flying. A forced choice, four point scale including NEVER, SELDOM, OFTEN, and ALWAYS response options was used. None of the 14 topics considered obtained an overall mode response rating of less than SELDOM. The topic of Veiling Glare obtained a mode rating of ALWAYS. The frequently researched topic of Dark Focus was among those topics receiving mode ratings of SELDOM. No well-defined differences among \*\*aircraft\*\* communities were revealed.  
 TRAUTMAN E.; LITTLE W.; MITTLEMAN M.  
 Report  
 Technical rept: NP. 86; DP. Dec 90.  
 ENG

AD-A233 518/0/XAD  
 Conspicuity Comparison of Current and Proposed U.S. Army Wire Marker Designs.  
 In-flight wire strikes are a serious threat to U.S. Army \*\*aviation\*\* during all-weather daytime and nighttime \*\*helicopter\*\* operations. To reduce this threat, the \*\*aviation\*\* training community employs a passive marking system for increasing the conspicuity of high tension cables, electrical power lines, and telephone wires. This system uses international-orange fiberglass spheres having a diameter of approximately 11.5 inches and utilizing various conspicuity enhancing schemes. These spheres are attached to the cables and wires at locations heavily used by \*\*aircraft\*\*. In this study, the conspicuity of the basic and proposed modified designs was investigated as a function of background, illumination level (for both day and night with weather effects), sun (or other bright source) angle, and viewing system (e.g., unaided eye, thermal sensor, or image intensifier). While no differences among designs were observed under daylight conditions, improved performance under several viewing/lighting conditions was observed for two retroreflective polyhedron designs under typical \*\*aircraft\*\* lighting conditions at night. Increased detection ranges were noted both with and without image intensification devices and under \*\*aircraft\*\* lighting conditions characteristic of the local \*\*aviation\*\* training environment.  
 LEVINE R. R.; RASH C. E.; MARTIN J. S.  
 Report  
 Final rept: NP. 34; DP. Feb 91.  
 ENG

PB91-800045/XAD  
 Night Vision Devices, January 1980-June 1991 (Citations from the

NTIS Database).  
 The bibliography contains citations concerning the design, development, and applications of various \*\*night\*\* \*\*vision\*\* devices. Included are design and development of components and systems involving display screens and goggles, operational tests and effectiveness evaluations, and associated studies, such as cockpit lighting requirements when \*\*night\*\* \*\*vision\*\* devices are used. Applications include \*\*aviation\*\*, military, and law enforcement uses of \*\*night\*\* \*\*vision\*\* devices. (The bibliography contains 130 citations with a subject index.)  
 Report  
 Rept. for Jan 80-Jun 91; Supersedes PB89-873459; NP. 39; DP. Jun 91.  
 ENG

N91-190918/XAD  
 MBB's Involvement in Military \*\*Helicopter\*\* Programmes. A briefing of the studies, projects, and programs are reviewed. Previews and diagrammatic explanations of the following programs are given: Escort \*\*Helicopter\*\* (BSH1); PAH1 Upgrade; BO 108; HAP - PAH2/HAC; NH 90; Advanced Light \*\*Helicopter\*\* (ALH); lead concept 'HC 2000', second generation escort \*\*helicopter\*\*; and EUROFAR. The technology basis of the company is broad and is continuously extended. Future \*\*helicopter\*\* development is exclusively a subject of international cooperation and MBB is fully prepared to play an active role in this respect.  
 HUBER H.  
 Conference  
 NP. 49; DP. Nov 89.  
 ENG

AD-A231 759/2/XAD  
 Formulative Evaluation Study of a Prototype Near-Infrared Projection System: \*\*Night\*\* \*\*Vision\*\* Goggle Study.  
 U.S. Army \*\*Aviation\*\* relies upon image intensifiers, such as \*\*night\*\* \*\*vision\*\* goggles (NVGs), for night nap-of-the-earth (NOE) flight. During initial flight training, OH-58 student pilots are expected to apply academic knowledge of NVG use in flight after limited review. To facilitate OH-58 students' transition to NVG flight, researchers projected images through a prototype near-infrared (IR) video projection system. \*\*Helicopter\*\* pilot students received hands-on experience with the AN/PVS-5A NVGs, which are compatible with the projection system's output range. Instructor pilots rated OH-58 students' flight performance throughout the night/NVG phase of instruction. A strong positive effect on students' confidence (increase) and anxiety (decrease) levels were observed. No difference in flight performance was observed between matched pairs (experimental vs. control) of students. Additional research is planned in the areas of safety of flight, terrain navigation, special operations, mission planning, and threat recognition.  
 PEDRONI G. M.; INTANO G. P.  
 Report  
 Interim rept. Aug-Dec 88; NP. 38; DP. Jan 91.  
 ENG

AD-A230 237/0/XAD  
 Field Evaluation of the Compatibility of the Protective Integrated Hood Mask with ANVIS \*\*Night\*\* \*\*Vision\*\* Goggles.  
 An evaluation was conducted to determine potential compatibility problems found while wearing the Protective Integrated Hood Mask (PIHM) with the Aviator's \*\*Night\*\* \*\*Vision\*\* Imaging Systems (ANVIS). The PIHM is worn under a standard HGU-55/P helmet and is designed to protect USAF aircrew members in a chemical environment. ANVIS is mounted in the front of the PIHM visor using a special bracket. The evaluation consisted of tests performed at Pope AFB, NC using qualified C-130E crewmembers. Examinations of horizontal and vertical intensified fields of view, cockpit lighting capability, and a limited fit evaluation were conducted. Testing showed that ANVIS/PIHM viewing resulted in average losses of horizontal and vertical fields of view of 2.6 degrees and 2.1 degrees. C-130E cockpits lighting interference was not found when viewing through the AVIS/PIHM, or under the ANVIS through the PIHM visor. No significant problems in achieving proper fit with ANVIS/PIHM were found. Overall conclusions were that potential compatibility problems of ANVIS and PIHM integration can be reduced or eliminated with proper fit and adjustment of the ANVIS/PIHM. (emk).  
 RIEGLER J. T.; DONOHUE PERRY M. M.  
 Report  
 Final rept. Jan-Mar 90; NP. 25; DP. Jul 90  
 ENG

N91-15169/6/XAD  
 Laser Obstacle and Cable Update Sensor.  
 The real night foreign weapon evaluation (FWE) program was evaluating an integrated night attack avionics suite for an A-6E \*\*aircraft\*\*. The most recent addition to this avionics suite is a CO2 laser terrain following/obstacle avoidance (TF/OA) sensor. The requirements are described for this type of sensor along with the characteristics of the system, and some preliminary test results gathered during A-6 flights.  
 BULLOCK C. K.; HINTZ R. T.; TANAKA W.  
 Report  
 In AGARD, Advances in Components for Active and Passive Airborne Sensors 21 p; NP. 21; DP. Sep 90.  
 ENG

AD-A229 393/4/XAD

Evaluation of **Night Vision** Goggles for Maritime Search and Rescue. Volume 2. Data Appendix.

Three experiments were conducted during 1989 by the U.S. Coast Guard Research and Development (RD) Center to evaluate **Night Vision** goggles (NVGs) for their effectiveness in detecting small targets at night. Three types of NVGs were evaluated: the AN/AVS-6 Aviators **Night Vision** Imaging System (ANVIS) NVG was tested onboard Coast Guard HH-3 and CH-3 **helicopters**, and the AN/PVS-5C and AN/PVS-7A NVGs were tested onboard 41-foot Coast Guard utility boats (STBs). Simulated persons in the water (PIWs), 4- and 6-person life rafts, 18- and 21-foot white boats, and white, personal flotation device (PFD) strobe lights were employed as targets during realistically-simulated search missions. A total of 1,490 target detection opportunities were generated during the experiments. These data were analyzed to determine which of 25 search parameters of interest exerted a statistically-significant influence on target detection probability. Keywords: Search and rescue, **Night Vision**, **Night Vision** goggles, Sweep width, Unlighted targets. (JS).

REYNOLDS W. H.; ROBE R. Q.; HOVER G. L.; PLOURDE J. V.

Report

Interim rept; See also Volume 1, AD-A229 392; NP. 87; DP. Apr 90. ENG

N90-28332/6/XAD

Human Factors and Safety Considerations of **Night Vision** Systems Flight.

Military **aviation** **Night Vision** systems greatly enhance the capability to operate during periods of low illumination. After flying with **Night Vision** devices, most aviators are apprehensive about returning to unaided night flight. Current **Night Vision** imaging devices allow aviators to fly during ambient light conditions which would be extremely dangerous, if not impossible, with unaided vision. However, the visual input afforded with these devices does not approach that experienced using the unencumbered, unaided eye during periods of daylight illumination. Many visual parameters, e.g., acuity, field-of-view, depth perception, etc., are compromised when **Night Vision** devices are used. The inherent characteristics of image intensification based sensors introduce new problems associated with the interpretation of visual information based on different spatial and spectral content from that of unaided vision. In addition, the mounting of these devices onto the helmet is accompanied by concerns of fatigue resulting from increased head supported weight and shift in center-of-gravity. All of these concerns have produced numerous human factors, and safety issues relating to the use of **Night Vision** systems. These issues are identified and discussed in terms of their possible effects on user performance and safety.

VERONA R. W.; RASH C. E.

Conference

NP. 23; DP. Jul 89.

ENG

TIB/B90-81468/XAD

Requirements of an HMS/D for a night-flying **helicopter**.

**Helicopter** pilots prefer for the night-flying tasks a combination of electro-optical sensors with different physical principles in the Infra-Red (IR) and in the near IR spectrum: Thermal Imager (TI or FLIR), **Night Vision** Goggles (NVG) or Low Light Level Television (LLLTV). The limits of these three sensors are in extreme darkness with less than 1 mLux illumination or in heavy rain, fog or snow with temperature differences below 0.1 K or with cross-over effects respectively. The development goal for the near future should be an integrated, lightweight helmet with a binocular display on the visor providing two or three sensor images. The paper describes operational requirements, human engineering aspects and the requirements of an integrated light-weight helmet with two NVG-tubes and two CRTs to display superimposed NVG and TI images with flight symbologies. (orig.). (Copyright (c) 1990 by FIZ. Citation no. 90:081468.).

BOEHM H. D. V.; SCHRANNER R.

Conference

Microfiche only.; NP. 15; DP. Apr 90.

ENG

AD-P005 990/7

Development, Testing and Evaluation of a **Night Vision** Goggle Compatible BO-105 for Night Low Level Operation.

By request of the Royal Netherlands Army Staff, a test and evaluation program was carried out by the Royal Netherlands Airforce. The overall aim of the program was to select and integrate a package of **Night Vision** and supporting equipment for the BO-105 C **helicopter** that will allow round the clock operations in support of the RNL Army, specifically at night at low altitudes. An ex civil BO-105 DB **helicopter** was used as a testbed in the program. In addition to the original dual pilot IFR equipment (VOR, VOR/ILS, Radar Altimeter and 2 axis Stability Augmentation System), a Doppler Navigation System with Mapreader, a TACAN and recording equipment were installed in the test **helicopter**. In a pre-evaluation program, two types of

helmet mounted **Night Vision** Goggles (NVG's) were selected for further evaluation. After the 2 axis SAS had been replaced by a 3 axis CSAS and NVG compatible cockpit lighting had been installed in the test **helicopter**, night low level operational flight trials were carried out. This paper describes the selection of the NVG's the NVG compatible lighting and presents the pilot experiences and opinions concerning the low level night flight trials. The trials indicated the feasibility of the concept. A selected equipment package will be retrofitted into the BO-105 fleet, with the aid of the airframe manufacturer, MBB. A prototype has been constructed at our Depot at Glize Rijen Airbase Flight tests have recently been completed. NATO.

FRIEDERICY R. H.

Report

This article is from 'Rotorcraft Design of Operations Held in Amsterdam, Netherlands on 13-16 October 1986,' AD-4139 169, p21-1 thru 21-8; Availability: Advisory Group for Aerospace Research and Development, Neuilly-sur-Seine (France). No copies furnished by DTIC/NTIS; NP. 8; DP. Jun 87.

ENG

AD-P005 990/8

Handling Qualities Criterion for Very Low Visibility Rotorcraft NOE Operations Flight.

The missions proposed for the next generation **helicopter** involve requirements to operate in essentially zero visibility in the nap-of-the-earth (NOE) environment. Such operations will require the use of pilot vision aids, which gives rise to the question of the interaction of such displays and the required **aircraft** handling qualities. This research was conducted to: 1) investigate the required visual cueing for low speed and hover, and 2) determine if an increase in stabilization can effectively be used to compensate for the loss of essential cues. Two flight test experiments were conducted using a conventional **helicopter**, and a variable stability **helicopter**, as well as electronically fogged lenses and **Night Vision** goggles with daylight training filters. The primary conclusion regarding the essential cues for hover was that fine grained texture (microtexture) is more important than large discrete objects (macrotexture), or field-of-view. The use of attitude command augmentation was found to be effective as a way to make up for display deficiencies. However, a corresponding loss of agility occurred with the tested attitude command/attitude hold system resulting in unfavorable pilot comments. Hence, the favorable control display tradeoff must be interpreted in the context that the best solution would be to improve the vision aid. Such an improvement would require an increase in the visible microtexture, an advancement in display technology which is unlikely to be available in the foreseeable future. NATO.

HQH R. H.

Report

This article is from 'Rotorcraft Design of Operations Held in Amsterdam, Netherlands on 13-16 October 1986,' AD-A199 169, p6-1 thru 6-15; Availability: Advisory Group for Aerospace Research and Development, Neuilly-sur-Seine (France). No copies furnished by DTIC/NTIS; NP. 15; DP. Jun 87.

ENG

N90-22930/3/XAD

Helmet-Mounted Pilot **Night Vision** Systems: Human Factors Issues.

Helmet-mounted displays of infrared imagery (forward-looking infrared (FLIR)) allow **helicopter** pilots to perform low level missions at night and in low visibility. However, pilots experience high visual and cognitive workload during these missions, and their performance capabilities may be reduced. Human factors problems inherent in existing systems stem from three primary sources: the nature of thermal imagery; the characteristics of specific FLIR systems; and the difficulty of using FLIR system for flying and/or visually acquiring and tracking objects in the environment. The pilot **Night Vision** system (PNVS) in the Apache AH-64 provides a monochrome, 30 by 40 deg helmet-mounted display of infrared imagery. Thermal imagery is inferior to television imagery in both resolution and contrast ratio. Gray shades represent temperatures differences rather than brightness variability, and images undergo significant changes over time. The limited field of view, displacement of the sensor from the pilot's eye position, and monocular presentation of a bright FLIR image (while the other eye remains dark-adapted) are all potential sources of disorientation, limitations in depth and distance estimation, sensations of apparent motion, and difficulties in target and obstacle detection. Insufficient information about human perceptual and performance limitations restrains the ability of human factors specialists to provide significantly improved specifications, training programs, or alternative designs. Additional research is required to determine the most critical problem areas and to propose solutions that consider the human as well as the development of technology.

HART S. G.; BRICKNER M. S.

Report

In Its Spatial Displays and Spatial Instruments 21 P; NP. 21; DP. Jul 89.

ENG

**REPORT DOCUMENTATION PAGE**

<b>1. Recipient's Reference</b>	<b>2. Originator's Reference</b> AGARD-LS- 187 <sup>1/11</sup>	<b>3. Further Reference</b> ISBN 92-835-0676-6 <sup>2/08</sup>	<b>4. Security Classification of Document</b> UNCLASSIFIED
North Atlantic Treaty Organization <sup>1/14</sup> 7 rue Ancelle, 92200 Neuilly sur Seine, France			
<b>6. Title</b>	VISUAL PROBLEMS IN NIGHT OPERATIONS <sup>1/18</sup>		
<b>7. Presented on</b>	1st—2nd June 1992 in Madrid, Spain, 4th—5th June 1992 in Soesterberg, The Netherlands and 15th—16th June 1992 at Brooks AFB, TX, United States.		
<b>8. Author(s)/Editor(s)</b>	Various		<b>9. Date</b>
			May 1992 <sup>1/12</sup> <sup>1/13</sup>
<b>10. Author's/Editor's Address</b>	Various		<b>11. Pages</b>
			96
<b>2. Distribution Statement</b>	This document is distributed in accordance with AGARD policies and regulations, which are outlined on the back covers of all AGARD publications.		
<b>3. Keywords/Descriptors</b>			
Night vision Night warfare Air force operations Low light level viewing Visual perception		Physiology Electrooptics Image intensifiers Thermal imagers	
<b>4. Abstract</b>			
<p>The aim of this Lecture Series is to provide the aeromedical specialist with a thorough understanding of the physiology of the visual system with particular concentration on the impact of the environment presented during night tactical air operations.</p> <p>Methods to preserve, protect or enhance unaided night vision will be discussed.</p> <p>Information concerning visual performances with electro-optic devices derived from aeromedical research and field experiences will be detailed to provide the medical specialists, the engineers and operational pilots with appropriate understanding of these increasingly common operational tools.</p> <p>'This Lecture Series, sponsored by the Aerospace Medical Panel of AGARD, has been implemented by the Consultant and Exchange Programme of AGARD.</p>			

<p>AGARD Lecture Series 187          Advisory Group for Aerospace Research and Development, NATO  <b>VISUAL PROBLEMS IN NIGHT OPERATIONS</b>          Published May 1992  <b>96 pages</b></p> <p>The aim of this Lecture Series is to provide the aeromedical specialist with a thorough understanding of the physiology of the visual system with particular concentration on the impact of the environment presented during night tactical air operations.</p> <p>Methods to preserve, protect or enhance unaided night vision will be discussed.</p> <p style="text-align: right;">P.T.O.</p>	<p style="text-align: center;"><b>AGARD-LS-187</b></p> <hr/> <p>Night vision          Night warfare          Air force operations.          Low light level viewing          Visual perception          Physiology          Electrooptics          Image intensifiers          Thermal imagers</p>	<p>AGARD Lecture Series 187          Advisory Group for Aerospace Research and Development, NATO  <b>VISUAL PROBLEMS IN NIGHT OPERATIONS</b>          Published May 1992  <b>96 pages</b></p> <p>The aim of this Lecture Series is to provide the aeromedical specialist with a thorough understanding of the physiology of the visual system with particular concentration on the impact of the environment presented during night tactical air operations.</p> <p>Methods to preserve, protect or enhance unaided night vision will be discussed.</p> <p style="text-align: right;">P.T.O.</p>	<p style="text-align: center;"><b>AGARD-LS-187</b></p> <hr/> <p>Night vision          Night warfare          Air force operations.          Low light level viewing          Visual perception          Physiology          Electrooptics          Image intensifiers          Thermal imagers</p>
<p>AGARD Lecture Series 187          Advisory Group for Aerospace Research and Development, NATO  <b>VISUAL PROBLEMS IN NIGHT OPERATIONS</b>          Published May 1992  <b>96 pages</b></p> <p>The aim of this Lecture Series is to provide the aeromedical specialist with a thorough understanding of the physiology of the visual system with particular concentration on the impact of the environment presented during night tactical air operations.</p> <p>Methods to preserve, protect or enhance unaided night vision will be discussed.</p> <p style="text-align: right;">P.T.O.</p>	<p style="text-align: center;"><b>AGARD-LS-187</b></p> <hr/> <p>Night vision          Night warfare          Air force operations.          Low light level viewing          Visual perception          Physiology          Electrooptics          Image intensifiers          Thermal imagers</p>	<p>AGARD Lecture Series 187          Advisory Group for Aerospace Research and Development, NATO  <b>VISUAL PROBLEMS IN NIGHT OPERATIONS</b>          Published May 1992  <b>96 pages</b></p> <p>The aim of this Lecture Series is to provide the aeromedical specialist with a thorough understanding of the physiology of the visual system with particular concentration on the impact of the environment presented during night tactical air operations.</p> <p>Methods to preserve, protect or enhance unaided night vision will be discussed.</p> <p style="text-align: right;">P.T.O.</p>	<p style="text-align: center;"><b>AGARD-LS-187</b></p> <hr/> <p>Night vision          Night warfare          Air force operations.          Low light level viewing          Visual perception          Physiology          Electrooptics          Image intensifiers          Thermal imagers</p>

<p>Information concerning visual performances with electro-optic devices derived from aeromedical research and field experiences will be detailed to provide the medical specialists, the engineers and operational pilots with appropriate understanding of these increasingly common operational tools.</p> <p>This Lecture Series, sponsored by the Aerospace Medical Panel of AGAKD and implemented by the Consultant and Exchange Programme of AGAKD, presented on 1st—2nd June 1992 in Madrid, Spain, 4th—5th June 1992 in Soesterberg, The Netherlands and 15th—16th June 1992 at Brooks AFB, TX, United States.</p> <p>ISBN 92-835-0676-6</p>	<p>Information concerning visual performances with electro-optic devices derived from aeromedical research and field experiences will be detailed to provide the medical specialists, the engineers and operational pilots with appropriate understanding of these increasingly common operational tools.</p> <p>This Lecture Series, sponsored by the Aerospace Medical Panel of AGAKD and implemented by the Consultant and Exchange Programme of AGARD, presented on 1st—2nd June 1992 in Madrid, Spain, 4th—5th June 1992 in Soesterberg, The Netherlands and 15th—16th June 1992 at Brooks AFB, TX, United States.</p> <p>ISBN 92-835-0676-6</p>
<p>Information concerning visual performances with electro-optic devices derived from aeromedical research and field experiences will be detailed to provide the medical specialists, the engineers and operational pilots with appropriate understanding of these increasingly common operational tools.</p> <p>This Lecture Series, sponsored by the Aerospace Medical Panel of AGAKD and implemented by the Consultant and Exchange Programme of AGAKD, presented on 1st—2nd June 1992 in Madrid, Spain, 4th—5th June 1992 in Soesterberg, The Netherlands and 15th—16th June 1992 at Brooks AFB, TX, United States.</p> <p>ISBN 92-835-0676-6</p>	<p>Information concerning visual performances with electro-optic devices derived from aeromedical research and field experiences will be detailed to provide the medical specialists, the engineers and operational pilots with appropriate understanding of these increasingly common operational tools.</p> <p>This Lecture Series, sponsored by the Aerospace Medical Panel of AGAKD and implemented by the Consultant and Exchange Programme of AGARD, presented on 1st—2nd June 1992 in Madrid, Spain, 4th—5th June 1992 in Soesterberg, The Netherlands and 15th—16th June 1992 at Brooks AFB, TX, United States.</p> <p>ISBN 92-835-0676-6</p>

AGARD

NATO  OTAN

7 RUE ANCELLE • 92200 NEULLY-SUR-SEINE  
FRANCE

Telephone (1)47.38.57.00 • Telex 610 176  
Télécopie (1)47.38.57.99

DIFFUSION DES PUBLICATIONS  
AGARD NON CLASSIFIEES

L'AGARD ne détient pas de stocks de ses publications, dans un hut de distribution générale à l'adresse ci-dessus. La diffusion initiale des publications de l'AGARD est effectuée auprès des pays membres de cette organisation par l'intermédiaire des Centres Nationaux de Distribution suivants. A l'exception dea Etats-Unis, ces centres dispasent parfois d'exemplaires additionnels; dans les cas contraire, on peut se procurer ces exemplaires sous forme de microfiches ou de microcopies auprès des Agences de Vente dont la liste suite.

CENTRES DE DIFFUSION NATIONAUX

ALLEMAGNE

Fachinformationszentrum,  
Karlsruhe  
D-75 14 Eggenstein-Leopoldshafen2

BELGIQUE

Coordonnateur AGARDVSL  
Etat-Major de la Force Aérienne  
Quartier Reine Elisabeth  
Rue d'Evere, 1140 Bruxelles

CANADA

Directeur du Service des Renseignements Scientifiques  
Ministère de la Defense Nationale  
Ottawa, Ontario KIA OK2

DANEMARK

Danish Defence Research Board  
Ved Idraetsparken 4  
2100 Copenhagen Ø

ESPAGNE

INTA (AGARD Publications)  
Pintor Rosales 34  
28008 Madrid

ETATS-UNIS

National Aeronautics and Space Administration  
Langley Research Center  
M/S 180  
Hampton, Virginia 23665

FRANCE

O.N.E.R.A. (Direction)  
29, Avenue de la Division Leclerc  
92322 Châtillon Cedex

GRECE

Hellenic Air Force  
Air War College  
Scientific and Technical Library  
Dekelia Air Force Base  
Dekelia, Athens TGA 1010

ISLANDE

Director of Aviation  
c/o Flugrad  
Reykjavik

ITALIE

Aeronautica Militare  
Ufficio del Delegato Nazionale all'AGARD  
Aeroporto Pratica di Mare  
00040 Pomezia (Roma)

LUXEMBOURG

Voir Belgique

NORVEGE

Norwegian Defence Research Establishment  
Attn: Biblioteket  
P.O. Box 25  
N-2007 Kjeller

PAYS-BAS

Netherlands Delegation to ACARD  
National Aerospace Laboratory NLR  
Kluyverweg 1  
2629 HS Delft

PORTUGAL

Portuguese National Coordinator to AGARD  
Gabinete de Estudos e Programas  
CLAFAs  
Base de Alfragide  
Alfragide  
2700 Amadora

ROYAUME UNI

Defence Research Information Centre  
Kentigern House  
65 Brown Street  
Glasgow G2 8EX

TURQUIE

Milli Savunma Başkanlığı (MSB)  
ARGE Daire Başkanlığı (ARGE)  
Ankara

LE CENTRE NATIONAL DE DISTRIBUTION DES ETATS-UNIS (NASA) NE DETIENT PAS DE STOCKS  
DES PUBLICATIONS AGARD ET LES DEMANDES D'EXEMPLAIRES DOIVENT ETRE ADRESSEES DIRECTEMENT  
AU SERVICE NATIONAL TECHNIQUE DE L'INFORMATION (NTIS) DONT L'ADRESSE SUIT.

AGENCES DE VENTE

National Technical Information Service  
(NTIS)  
5285 Part Royal Road  
Springfield, Virginia 22161  
Etats-Unis

ESA/Information Retrieval Service  
European Space Agency  
10, rue Mario Nikis  
75015 Paris  
France

The British Library  
Document Supply Division  
Boston Spa, Wetherby  
West Yorkshire LS23 7BQ  
Royaume Uni

Les demandes de microfiches ou de photocopies de documents AGARD (y compris les demandes faites auprès du NTIS) doivent comporter la dénomination AGARD, ainsi que le numéro de série de l'AGARD (par exemple AGARD-AG-3 15). Des informations analogues, telles que le titre et la date de publication sont souhaitables. Veuillez noter qu'il y a lieu de spécifier AGARD-R-*nnn* et AGARD-AR-*nnn* lors de la commande de rapports AGARD et des rapports consultatifs AGARD respectivement. Des références bibliographiques complètes ainsi que des résumés des publications AGARD figurent dans les journaux suivants:

Scientific and Technical Aerospace Reports (STAR)  
publié par la NASA Scientific and Technical  
Information Division  
NASA Headquarters (NTT)  
Washington D.C. 20546  
Etats-Unis

Government Reports Announcements and Index (GRA&I)  
publié par le National Technical Information Service  
Springfield  
Virginia 22161  
Etats-Unis

(accessible également en mode interactif dans la base de données bibliographiques en ligne du NTIS, et sur CD-ROM)



