AD-A253 927

AGARD-LS-187

AGARD-LS-187

AGARD

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

1

AGARD LECTURE SERIES 187

Visual Problems in Night Operations

(Problèmes de Vision dans les Opérations de Nuit)

DTIC
ELECTE
AUG 07 1992
S A D

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

This document has been approved for public release and sale; its distribution is unlimited.

Published May 1992

Distribution and Availability on Back Cover

AGARD-LS-187

AGARD

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

DTIC QUALITY INSPECTED 5

Accesion For	
NTIS CRA&I	☑
DTIC TAB	☐
Unannounced	☐
Justification	
By	
Distribution /	
Availability Codes	
Dist	Avail and / or Special
A-1	

AGARD LECTURE SERIES 187

Visual Problems in Night Operations

(Problèmes de Vision dans les Opérations de Nuit)

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
Organisation du Traité de l'Atlantique Nord

92-21337

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

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

Préface

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 plus à fair dans leurs domaines respectifs.

Le premier volet concerne les systèmes sensoriels.

La stimulation physique pénétre dans l'oeil. 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 nait 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 fonctionelles 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 déprivation sensorielles 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 aéronefs, 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 envisagé 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 Echanges.

List of Authors/Speakers

Lecture Series Director: Prof. J.-P. Menu
CERMA/CEV
Base d'Essais en Vol
91228 Brétigny-sur-Orge
France

AUTHORS/SPEAKERS

Dr René Amalberti
CERMA-CEV
Base d'Essais en Vol
91228 Brétigny-sur-Orge
France

Colonel William E. Berkley
Aircrew Training Research Division
Armstrong 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
Préface	iv
Abstract/Abrégé	v
List of Authors/Speakers	vi
	Reference
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

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).

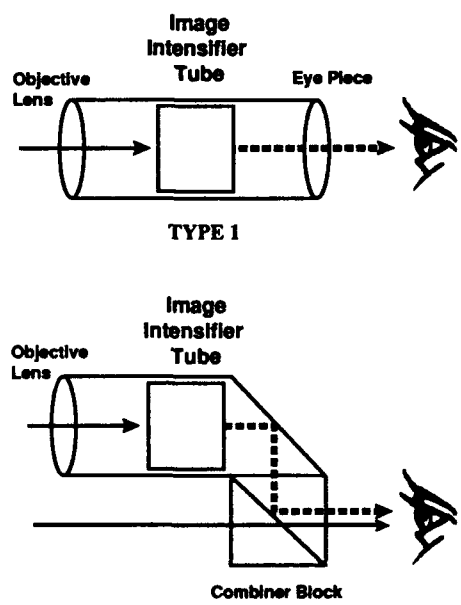


Figure 1. Types of Night Vision Goggles

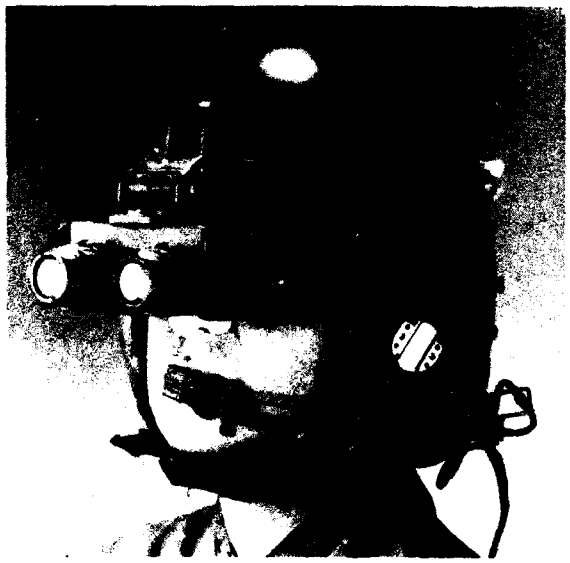


Figure 2. ANVIS-6 Night Vision Goggle

The Type II design was developed for fighter/attack 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 fighter/attack 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 II 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 20/40, although more and more we see goggles capable of providing vision of at least 20/35. 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 20/40 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 20/40 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 275 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

Résumé:

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, couleurs 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.

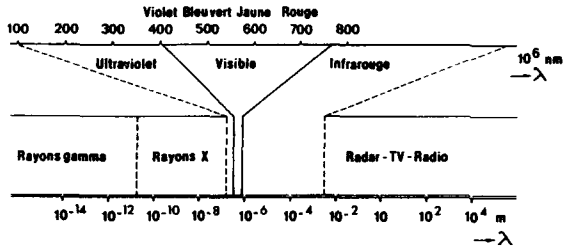


Figure 1 : Spectre des rayonnements électromagnétiques

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 x v. h est la constante de PLANCK et v 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 intégre-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 psychophysiologique.

Le domaine physique est celui de la radiométrie; celui de la psychophysiologie 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 1 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'oeil.

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

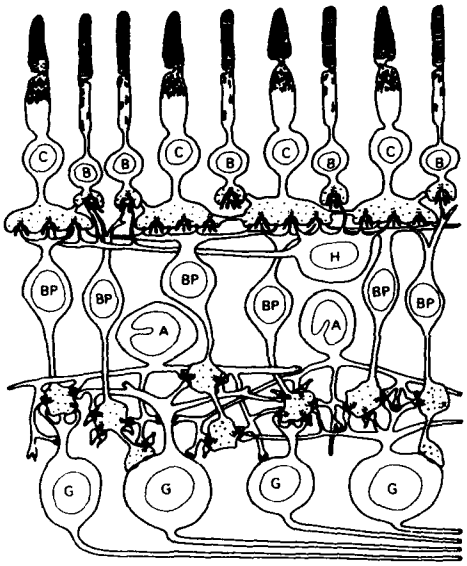


Figure 2 : Coupe histologique de la rétine

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 cônes 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 cônes). La densité et la répartition des cônes et des bâtonnets est également différentes avec l'excentricité rétinienne: les cônes ont une densité maximale en vision centrale; les bâtonnets ont une densité maximale vers 10 à 20 degrés d'excentricité (Figure 3).

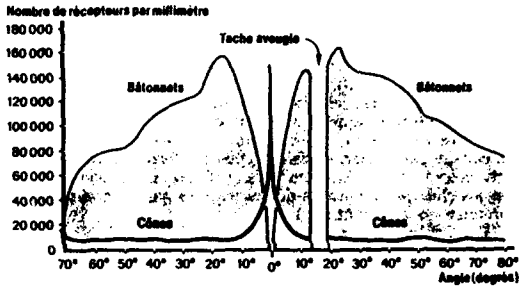


Figure 3 : Densité des photorécepteurs avec l'excentricité

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 appellée 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	Fovéale
Taille du champ recepteur	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 localisationniste et connectionniste. Les travaux les plus récents remettent même en question complétement 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 contenue 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 (**Spérandio-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 Lamda) traduit la sensibilité du système visuel aux différentes longueurs d'onde (Figure 4).

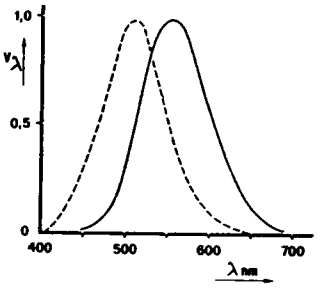


Figure 4 : Courbes d'efficacité lumineuse relative

La courbe d'efficacité lumineuse relative a été établie en vision de jour ou vision photopique (intensité lumineuse supérieure à 10 candélas par m2). 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^{-3} cd/m2. 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 psychophysiologique. 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 psychophysiologique.

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 psychophysiologique 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 sytèmes 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.

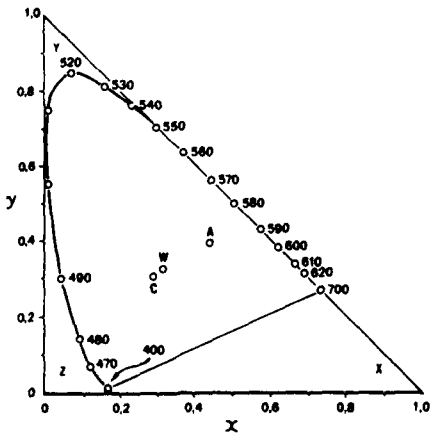


Figure 5 : Triangle des couleurs CIE 1931

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.

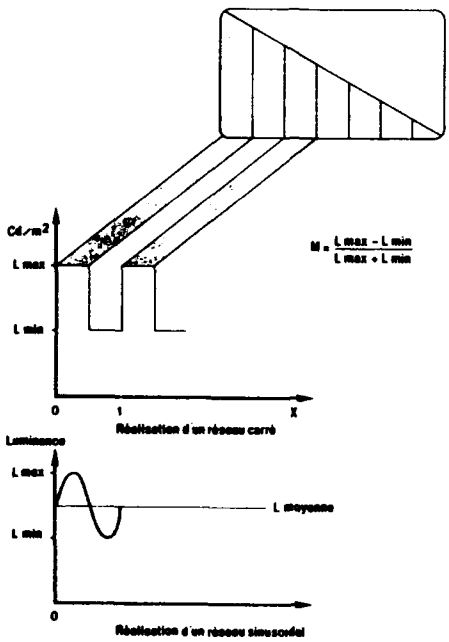


Figure 6 : Définition d'un réseau

La décomposition en série de Fourier fut la première décomposition mathématique permettant de mieux connaitre 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 autre 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 sinusoïsaux est double:

-Il y a tout d'abord un intérêt mathématique ou physique. L'élément unitaire d'une décomposition par la tranformée 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.

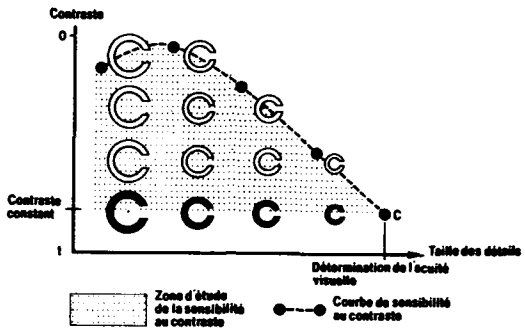


Figure 7 : Acuité visuelle et Fonction de Sensibilité au contraste.

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 Meau** l'ont appliqué 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 élevé, 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 détecter des éléments 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.

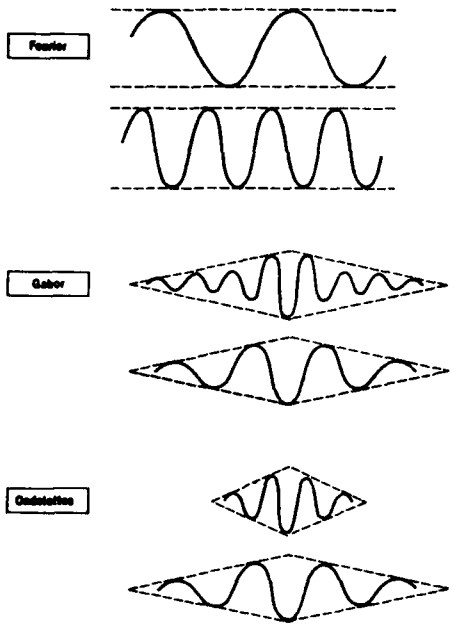


Figure 8 : Différences entre opérateur de Fourier, Gabor et Ondelettes

Il est possible de définir une métrique de la stimulation visuelle, parfaitement adaptée aux premiers étages de la fonction visuelle. C'est un premier pas. 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 photocolorimétrie.

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 papilottement (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..).

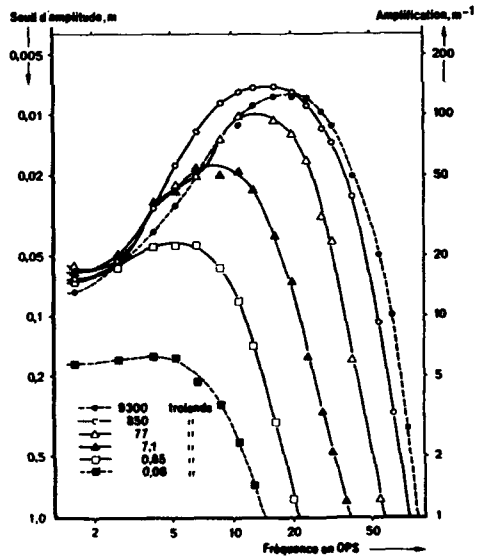


Figure 9 : Sensibilité temporelle (d'après Kelly 1961)

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'oeil 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

modèle 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 prédominant 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. Wyley & 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, Fourgeau 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	*erg/s* (éventuellement watt : 1 watt = 10^7 erg/s)	Radiant flux (parfois : radiant power)
	Intensité énergétique	*erg/s par sr*	Radiant intensity
	Éclairement énergétique	*erg/s par m²* (par m² de la surface réceptrice)	Irradiance
	Luminance énergétique	*erg/s par sr et par m²* (par m² de la source)	Radiance
	Exitance énergétique (autrefois : emittance énergétique)	*erg/s par m²* (par m² de la source)	Radiant exitance (autrefois : radiant emittance)
LUMINEUSES	Intensité lumineuse	*candela (cd)* (unité de base)	Luminous intensity
	Flux lumineux	*lumen (lm)* (1 lm = 1 cd × 1 sr)	Luminous flux
	Éclairement lumineux	*lux (lx)* (1 lx = 1 lm/m²)	Illuminance (également : illumination)
	Luminance lumineuse (ou luminance visuelle) (le mot brillance est à rejeter)	*phot (phot)* (1 phot = 10^4lx) *nit (nt)* (1 nt = 1 cd/m²) le *stilb (sb)* est parfois utilisé (1 sb = 10 000 nt) ou encore l'*apostilb (asb)* (1 asb = $\frac{1}{\pi}$ nt)	Luminance (autrefois : brightness)
	Niveau lumineux (produit de la luminance de la source par l'aire de la pupille)	*troland (tr)* (1 tr = 1 nt × 1 mm²)	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 misfunction.

1 INTRODUCTION

Our perceptual 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 effects of the flight environment on perception. The classical approach of the human factors engineer when perceptual systems misfunction 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 misfunction. 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 overestimated 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 simulators 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 AND 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 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, know 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 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, know 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, D.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.

Résumé : Le concept d'»image mentale» est paradoxalement peu lié aux activités perceptives visuelles. Il relève plutôt du domaine de la représentation mentale, et à ce titre, s'inscrit totalement dans le champs 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 imagé, 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 rencontrés dans cette activité.

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

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 activites is set up, introducing first the various memories, then focusing on mental representation processes. The specificites of mental representation are detailed (laconism, distorsion, 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'entrainement

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 priviligié (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 certe filtrante mais assez représentative de ce monde. Dans ce cadre, la perception précèderait 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 developpés par la théorie de l'information dans les années 50 (fig 1).

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.

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 des aéronefs.

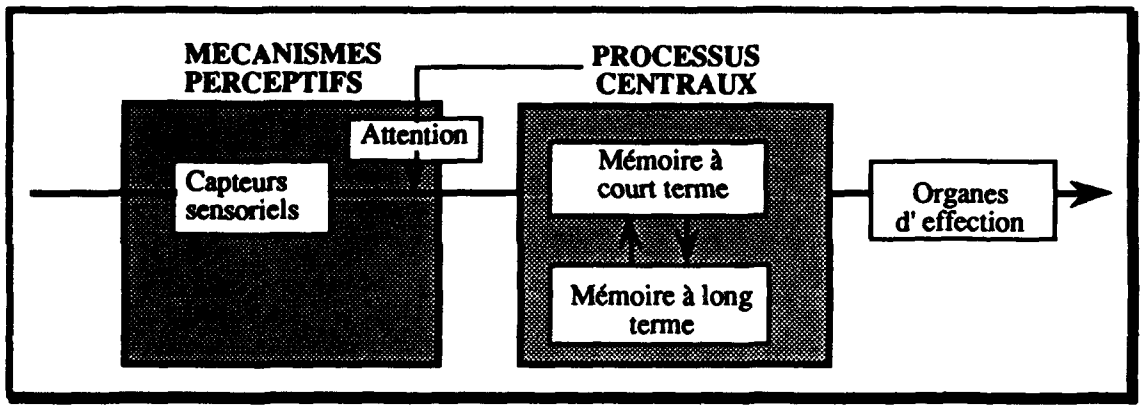


Figure 1 : une vue classique, structuraliste, du cerveau considéré comme un système de prise et de traitement de l'information. Ce type de schéma élaboré dans les années 50, suggère fortement un traitement bottom-up allant des données perçues aux raisonnements sur ces données, puis conduisant finalement 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 (Varella, 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-

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

La psychologie expérimentale a pour objet la compréhension des comportements et des mécanismes mentaux de prise 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 réthorique, 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 psycho-physiques des sensations de Fechner, de Weber, puis toute 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 differences inter-individuelles, et notamment à 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'arrètent brutalement. On étudie alors pendant un demi-siècle, particulièrement aux Etats-Unis, les réponses des individus à des changements de la situations (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 béhaviorisme à travers la théorie de l'information, la métaphore du cerveau-ordinateur considéré comme un système mécanique et limité de prise et de traitement l'information. L'informatique se rapproche de la psychologie en fournissant les premiers modèles cybernetiques de contrôle. On commence à s'intéresser à un modèle de fonctionnement du cerveau, encore très «pipe-line» (voir fig 1) et très structurel (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, y 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 circonstantielles 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 débarassées 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 limitées 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)

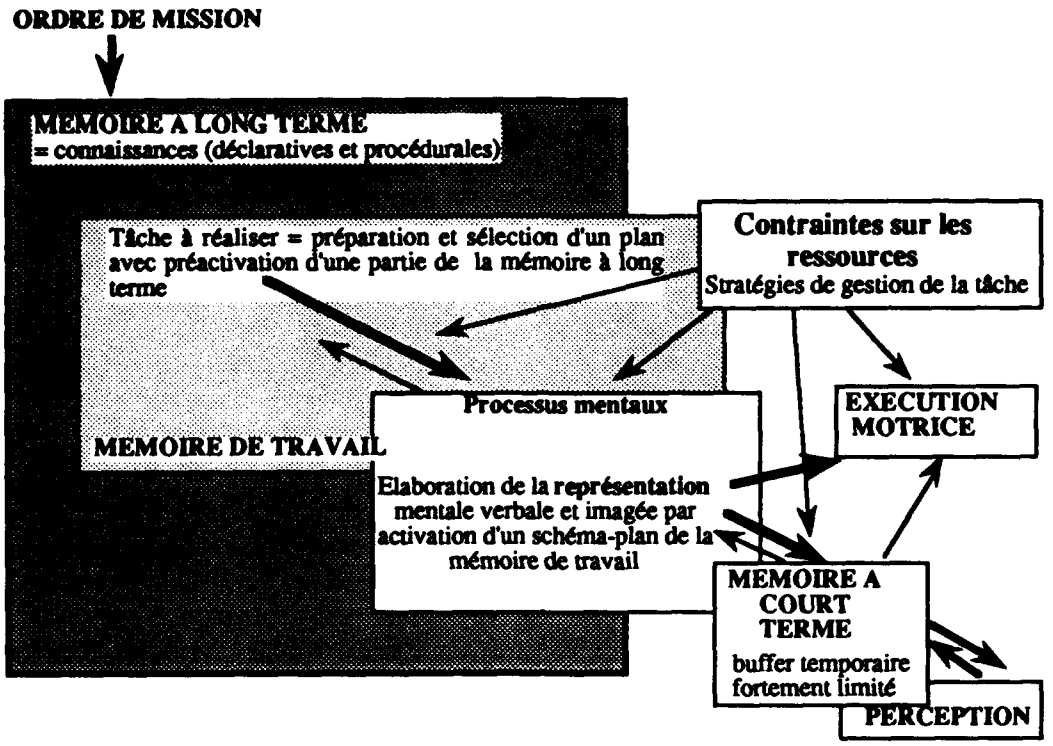


Figure 2 : des potentialités du système cognitif à l'exécution réelle du travail.
A la lecture de l'ordre de mission, le pilote pré-active dans sa mémoire à long-terme les connaissances (schémas procéduraux) qui serviront à la construction du plan de vol. La mise en oeuvre de ce plan est fortement contrainte par les limitations instantannées 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-occurences 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 signifiantes par nos aires sensorielles et integratives 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'entrainement) 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 à dominance conceptuelles (i.e.: mission d'attaque de nuit) à des représentations extrèmement 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 un 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 interpreter par des règles d'action,

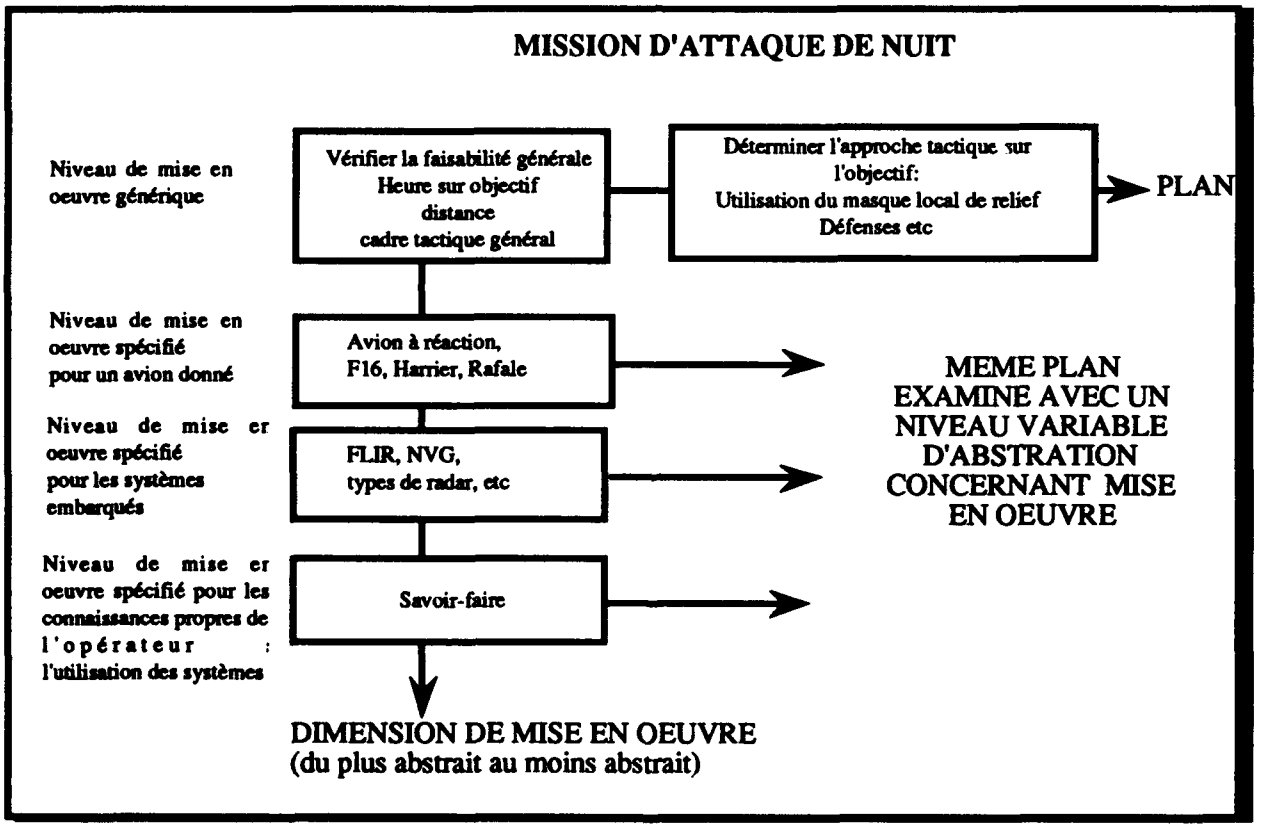


Figure 3 : un plan shématique se présente sous la forme d'une hiérarchie de représentations examinables à différents niveaux d'abstraction. La parie supérieure du plan est racine mémorisée sous forme de schéma procédural. Le pilote fixe par suite les niveaux inférieurs du plan (choix de l'avion, choix des équipements, préférences) lors de la prépartion du vol, et peut par la suite se servir du planàun 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 circonstantielle 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 modèle 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 récupérées dans le monde extérieur. Cette représentation possède des spécificités importantes :

-elle est finalisée, orientée vers le but de la tâche

-elle est déformée et laconique, se centrant sur les aspects mal maitrisées 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 connait bien, plutôt que de changer pour des procédures à priori plus efficaces mais qu'il faut apprendre à maitriser.

L'activité perceptive consiste finalement, non pas à construire cette représentation, mais au contraire à être guidée par cette représentation déjà construite, pour la confirmer 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.

La dernière notion importante à considérer dans la présentation de ce modèle simplifié est la notion de limitations de ressources (Norman & Bobrow, 1975). Cette limitation contraste avec la grande potentialité formelle du système : nombre incalculable de connaissances stockées notamment. En bref, le système 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 système fonctionne sont de deux ordres : (i) d'une part un traitement différencié des informations : lorsque la procédure 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 & Deblon, 1992).

Le modèle global d'activité résultant de ces contraintes est typiquement un modèle 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 À LA PERCEPTION.

Nous avons vu dans l'introduction que le concept d'image mentale etait peu lié aux activités perceptives. Il existe cependant quelques types d'images typiquement perceptives qu'il faut bien différencier de la notion 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 manisfestations perceptives ou mnémoniques sont traitées très périphériquement dans le système nerveux central; elles peuvent ponctuellemnt entraîner des difficultés pour l'opérateur en saturant les recepteurs ou les premiers étages de traitement de l'information visuelle empéchant 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 thèse 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 priviligié des objets concrèts 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'ile 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 concept sous forme imagée (thèse constructiviste) et aide à l'action par activation de scènes visuelles basées sur l'expérience vécu mais déformées opérativement pour permettre une action centrée 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 au prélévements 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 projetter le système dans un avenir plus ou moins distant à des fins d'anticipation.

Cette image mentale, pour reprendre l'hypothèse de Piavio, 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 un dominance de la représentation verbale; l'image mentale dans ce 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 À LA CONDUITE DE NUIT DES AÉRONEFS

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

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 : depense supplémentaire de ressources pour les activités perceptives (augmentation de la charge de travail) et diminution du caarctère automatisé de la procédure au profit d'un contrôle plus important de la qualité des informations provenant des capteurs (là encore, 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 légérement 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 lié aux conditons 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'augmentation de la charge de travail perceptive ajoute 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 champs 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 Piagiétien d'assimilation-accomodation repris par Vermersh 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 accomodations 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 extrèmement puissant et économique pour guider les perceptions mais nécessite une référence efficace déjà mémorisée. C'est là l'interêt considérable de l'entrainement 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 reconsidération 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 écart 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'entrainement en vol réel et en simulateur est succeptible 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 modelling 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, Ma. Havard University Press

ANDERSON J. (1985) Development of expertise in «Cognitive psychology and its implications», Freeman, NY

BAINBRIDGE L. (1989) Develoment 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.

PYLYSHYN Z.(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 J.F. (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, 211-236

SHIFFRIN H., SCHNEIDER W. (1977) Controlled and automatic human information proecessing, 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.

Résumé : 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 exterieur, 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 intensificatrice de lumière, FLIR, fichiers d'images de synthèse, etc). Les techniques de présentation d'informaiion 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 differentes modalités sensorielles. L'opérateur humain occupe une place très particulière dans ce mécanisme: il procure à la fois une 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 le traitement 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 an 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 distorsions between sensors and human vision, (ii) how these perceptive input 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 (tels les 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 kinesthesiques, 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 proposées depuis plusieurs années pour suppléer à la vision de nuit : systèmes éléctro-magnétiques types radar, jumelles de vision de nuit, images de synthèse, FLIR, etc; aucune de ces solutions s'avère satisfaisante seule. On a maintenant recours à des combinaisons de solutions qui représentent typiquement des approches qualifiafables de «multi-senseurs», puisque plusieurs senseurs sont utilisés pour renforcer la vision humaine.

Après une brève description des différentes solutions déjà existantes, où 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 vol et 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 À LA VISION DE NUIT : UN BREF RAPPEL DES SYSTÈMES CLASSIQUES ET DES APPROCHES MULTI-SENSEURS

Les solutions techniques proposées pour rendre les vol 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'interêt 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 possiblité 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 constrastes 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'oeil 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- REPRÉSENTATION DE LA SCÈNE VISUALISÉE ET REPRÉSENTATION MENTALE

Le cours précédent sur l'image mentale avait montré que la représentation mentale, verbale ou imagée, sert de guide aux processus perceptifs. Elle est construite avant l'activité, et évolue avec cette activité en se déformant et s'adaptant aux circonstances particulières de la réalisation de la tâche en fonction du résultat des perceptions.

Les systèmes multi-senseurs occupent une position particulière dans ce processus d'accomodation de la représentation mentale aux cironstances réelles. Ils fournisssent un intermédiaire symbolique représentant le monde dans lequel évolue l'aéronef. Même quand la vision directe est possible à travers les images présentées, ce monde reste simplifié, amputé de ses détails fins (hautes fréquences), et en conditions météorologiques défavorables, de détails de taille bien plus grandes (moyenne et basse fréquences). Ces détails fins, invisibles, sont pourtant utiles au suivi de la représentation mentale et à son ajustement au faits réels (détails tactiques, détails de trajectoire, repères au sols, zones dangereuses, i.e.: lignes à haute tension).

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

-la stratégie d'inférence par proximité : 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 possédées sur la tâche, de positionner par proximité à des détails moins fins le ou les objets recherchés; la représentation guide alors la perception vers ces détails moins fins. Au retour, un nouveau traitement cognitif inférentiel permet d'estimer la localisation d'objets non visibles. Cette stratégie se traduit perceptivement 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 automatisés 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, accomodée 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'accomodation 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'accomodation 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 environ de 20 heures avec un entraînement très massé). 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, où, 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-SENSEURS ET CHARGE DE TRAVAIL

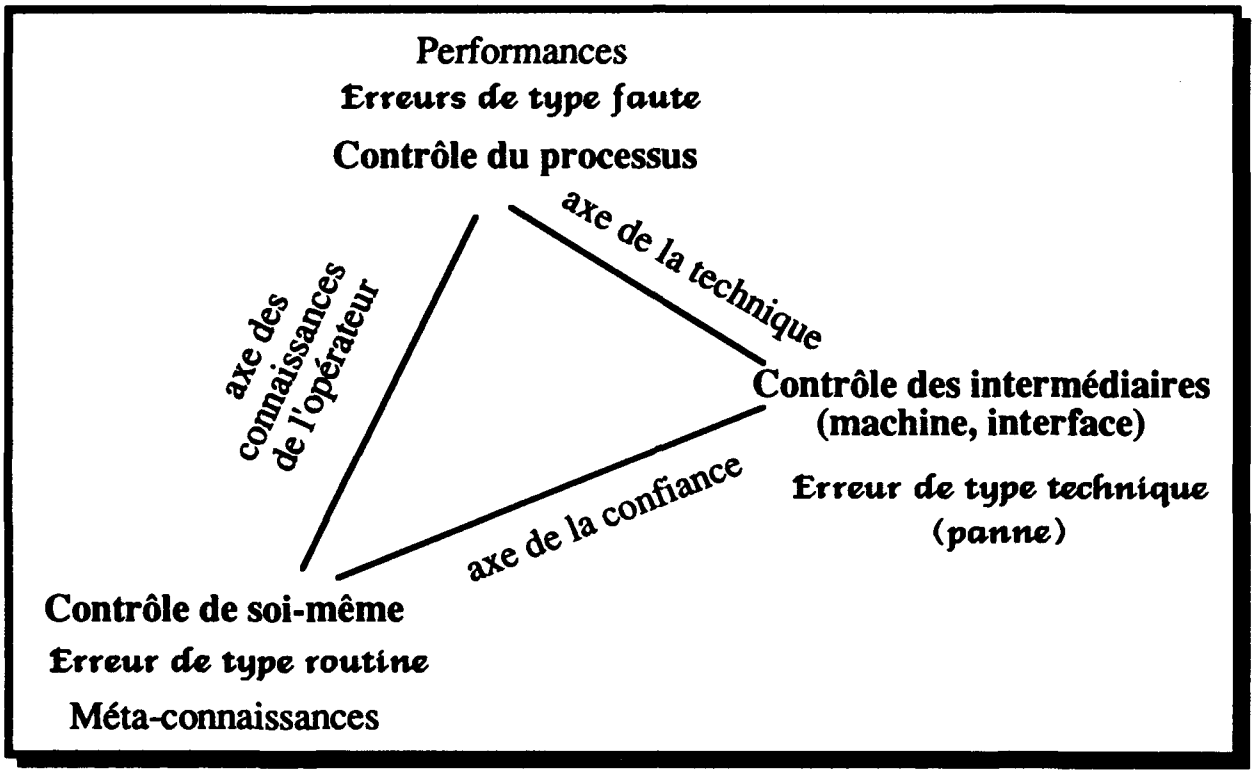
3-1 Rappel sur la charge de travail

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'accèder 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 théories 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 a 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 théories 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 dûs 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 élevation 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 êtres 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 coté un niveau de fonctionnement à fort contrôle et forte abstraction réfléchissante, sans doute idéal en matière de performance, et d'un autre coté la nécessité de s'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 en 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 nuits 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 aggrandi et logiquement la charge perceptive résultante 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 percues 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 officieux obtenus en France avec l'utilisation de systèmes de suppléance 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 métériel de suppléance), prenant ainsi en compte la gestion de la charge et de la fatigue résultante.

-Même avec l'habituation, 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-SYSTÈMES MULTI-SENSEURS ET MÉCANISMES 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 conduire 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-connais-

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, la 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 coté, mais aussi fortement accrue par d'autres aspects (utilisation de capteurs à basse luminance, 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 système 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 : parcequ'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 excessives, 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 d'images synthétique du terrain survolé montre que les pilotes, s'ils avaient le choix préfèreraient 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 forte luminosité (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 considérent 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 vériafiant 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 cummulent à 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'échellon 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 réprésentation mentale spécifique, efficace, pour le vol de nuit nécessite plusieurs dizaines et même centaines 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 l'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.

RÉFERENCES

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

LEPLAT 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 . Aéro. spatiale, 22(85)107-111

de MONTMOLLIN (1986) L'intelligence de la tâche, 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 CP 371, 10.1-10.7, 1984.

SHIFFRIN H., SCHNEIDER W. (1977) Controlled and automatic human information proecessing, 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

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

NIGHT VISION DEVICES AND CHARACTERISTICS

H. Lee Task, PhD
AL/CFHV
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.

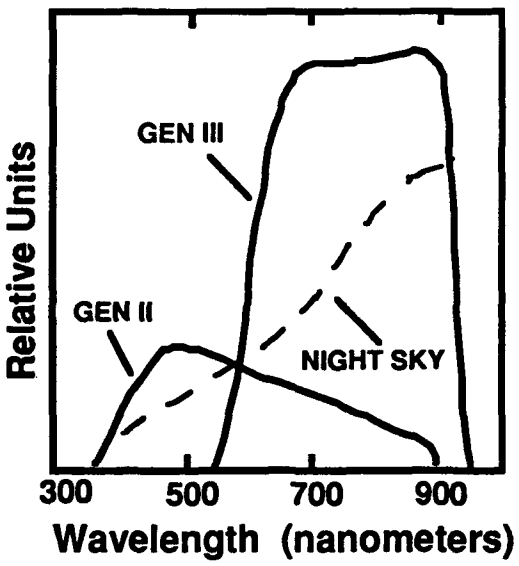


Figure 1. Spectral sensitivity of second and third generation image intensifier tubes.

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 AN/AVS-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. AN/AVS-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 - 20/50 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 w/clipping
Resolution:	20/40 - 20/50 Snellen
Exit pupil:	None
Beamsplitter:	Yes
Eyelens Adjustment:	None
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 beamplitter 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

Field-of-View

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 Landolt "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. These 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 1986; 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 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. 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 AFB, Ohio 45433

SUMMARY

This paper is divided into two main sections: Visual significance of Night Visision 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.

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.

Table 1. NVG and Vision Parameters.

NVG PARAMETERS	VISION PARAMETERS
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

Field-of-View (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, 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.

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 signficant 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.

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

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.

Luminance gain

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

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 HUD 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 that 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 that 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, greatly enhancing 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 Arabian 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, altitude 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 desynchronosis). 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 desynchronosis also tends to impair sleep. The combined effects of circadian desynchronosis 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 (± 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 20/60, 20/80 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.

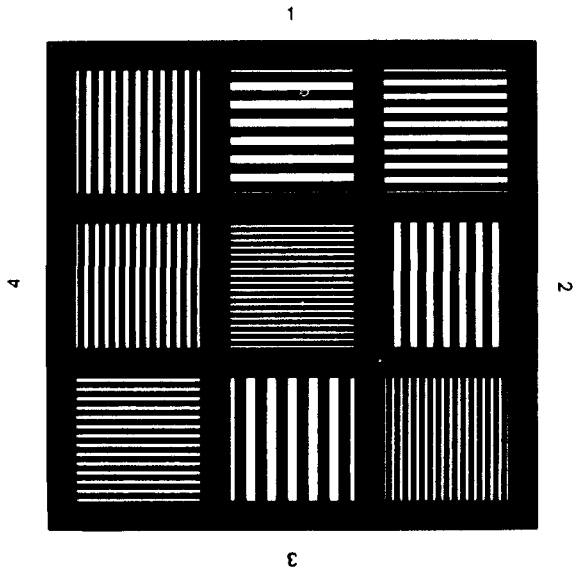


Figure 1. Resolution Chart

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 20/45 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, A.N., 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 DE 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 **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 independant 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.
Language Code/	CODE LANGUE	ENG
Author(s)/	AUTEUR(S)	PORTEOUS H.; FOSS C. F.; LOCK J. J.
Accession Number/	NUMERO SIGNALEMENT	BM-91-000630
Periodical Title/	TITRE DU PERIODIQUE	Jane's Defence Weekly (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.

Quand les pilotes "aveugles" recouvrent la vue.
Publication en serie
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 for Night) 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
BROSSELIN S.
C-92-F00003
Science et Vie (FR)

18ème forum international des **hélicoptères**.
Congres
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**, recommendations 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 manoeuver warfare.
Publication en serie
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 serie
NO 28; pp. 6-120; nb. Fig.; nb. Tabl.; nb. Phot.; DP. 1991/07
Quinze articles groupés : 1/ Les enseignements de la guerre du GOLF4.2/ 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 communictions 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 Y
C-91-F03221
L'armement (FR)

Armes de pointe des guerres futures.Systèmes de défense aérienne et antiaérienne de la guerre du GOLFE.
Publication en serie
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'entrainement des pilotes pour les opérations nocturnes.
Simulator Industry' s Response to Pilot Training for Night Operations.
Memoire Congres
pp. 8.1-8.7; 2 Ref.; DP. 1991
On présente les capacités de simulation disponibles pour assiter l'entrainement des pilotes aux opérations de nuit.Pour établir les besoins en entrainement, 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 serie
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 serie
VOL 15; NO 26; pp. 1182-1187, 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 independant 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 serie
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
MONIEZ 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 serie
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)

Equipement 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 tseleÏ notchitou i pri plokhikh pogodnykh ouslovilakh.
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, Jaguard, 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 cokpit.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)

Défense 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 manoeuvre enveloppante dans des conditions de réussite exceptionnelles".Adaptation du matériel français aux conditions du déserts 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 equipement 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/jumelles 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 télécopieurs, 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 CEDOCAR.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 avionic instruments.The LED flat panet 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. D. 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 on aviator helmet mounted hight 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, Israel) 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 pouvoir 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.; 5 articles; DP. 1990
Considérations sur la sécurité et les facteurs lunaires des sytèmes 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 dan 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

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-91-006502
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 serie
VOL 169; NO 55; p. 452; DP. 1990/12/20
le groupe Boeing/Sikorskyen 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/Sirkorsky du LH fait une démonstration du système de pilotage de nuit.
Boeing/Sikorsky LH team demonstrates night vision pilotage system.
Publication en serie
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 serie
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 serie
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'idenfication 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 serie
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 serie
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 mitrailleuse;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 Belvdir.
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 serie
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 nocturnes 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.
Redaction 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 serie
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 anuel; 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 SINCGARS, 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 serie
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 serie
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 serie
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 serie
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, Northorp, 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 serie
VOL 22; NO 6; pp. 92-97, 3 Phot.; DP. 1990/06
Les systèmes de contremesures électriques, FLIR, et de **vision** de **nuit** constituent des modernisations importantes des équipements des aéronefs 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
Memoire Congres
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 vison 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 serie
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 serie
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 organisées 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 serie
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.
Memoire Congres
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 serie
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 apparait 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.

Publication en serie
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 serie
NO 3; p. 32; 1 Phot.; DP. 1990/03
Information sur la commande du Ministère britanique 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 **helicopteres** can fly fast, low.
Publication e: 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 probabilités, 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 apparait qu'un réexamen fondamental des approches conceptuelles est nécessaire pour améliorer de façon significative le 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 rective 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/PNVS, dont 745 vont être ainsi transformés, permettant une économie de 27,9 millions de dollars sur 3 ans.Cette nouvelle couche équipe le char M1, les périscopes 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.
Redaction revue
ENG
C-90-006380
Aerospaces 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 résoud 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 traçeuses, 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.
Redaction revue
ENG
C-90-005712
Aerospace Daily (US)

Acquisition de cible den 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 couplge 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-1S 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)

Viseurs 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 hich.
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 HARRIERT 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'enr-istrement 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 constraste simple.Comptabilité de l'éclairage du cockpit et des systèmes de vision nocturne à intensification d'image : questions et réponses.Les lentilles opthalmiques 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.Restoration des images dégradées par le déplacement dans les visualisations électro-optiques.
ENG
DECKER W. M., RASH C. E., CROSLEY J. K., AWWAL 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'**avion** 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 concepton, 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 astronautriques .Titan 34 D, Titan IV, véhicule de lancement avancé , Titan pour lancements commerciaux, spationef de cartographie de Vénus, sondes spatiale, système robotique d'assemblage de la station spatiale américaine, satellites avec amarres spatiales, missiles Pacekeeper, 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 Donnel finds cure for right-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 cokpit, 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 firts 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 héliporté 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

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).
Redaction 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.Caracteristiques des batteries au lithium.Lieux de dépot-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'entrainement.
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'entrainement 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, accomodation difficile aux modifications des conditions lumineuses).Les disparités entre les interprétations des scènes nocturnes par l'oeil 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 comrise entre 550 et 950 namomètres, acuité visuelle supérieure, performances constantes sur une durée de vie supérieure à 7.500 heures puis décroissance nette et rapide ensuite).
ENG
NORDWALL B. 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 connaitre 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 ameliorations 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 probalité d'incident est forte si deux conditions naturelles ne sont pas remplies : lune visible à au-moins 23 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'efficatité de l'association jumelles **vision** **nuit** et visualisation tête haute: rapport d'un pilote sur des essais de vols de nuit avec ou sans visualitation tête haute au cours d'un voyage de Virginie en Arizona en camionnettes et en **hélicoptères**, description des différents équipements b) Presentation du système PAVE LOW III qui utilise un radar intégré FLIR, un système de cartes éléctroniques 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'entrainement 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'entrainement 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'**Aviation** Légère de 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, Héraclès 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** Establisment) 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.Expose 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 le jumelles de **vision** de **nuit**.
ENG
BEECH E.
C-89-006392
Flight International (GB)

Equipement 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 commancé l'installation sur ses **hélicoptères** AH-IS anti chars des Forces Terrestres d'un système de visée nocturne mis au point par la firme américaine NEC.Portatif, 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; nombr. Phot.; DP. 1988/10
Revue des programmes de développement et des systèmes occidentaux en service pour **avions** et **hélicoptères** : intensificateurs de lumière et imageries thermiques.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 conclusion sont tirées des aspects de simulation qui sont susceptibles de permettre un entrainement 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'entrainement 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

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 electronique) 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 nocture 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 bioculaire 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 a 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 dicoted vehicule.
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
ENG
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 gogg 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.; SEAVERS 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 évoulué 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 des 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'**avion** 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 manoeuvres 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-88-01446
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;l'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
GREELEY B. M.
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 douanes françaises, 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 **Aerospace** monté sur **hélicoptère** MBB BO-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.
Rédaction revue
ENG
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 composantes spéculaire et diffusive 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** BO-105 pour les opérations de nuit à basse altitude.
Development testing and evaluation of a night vision gaggle compatible BO-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 (vols 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** BO-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 **hélicoptère** BO-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'**hélicoptère** 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 suivi 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 manoeuvre 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

ENG
HOH R. H.
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.
Redaction 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'Ecole 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 T"FRAM 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 nightime capacility 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 OWL de Ford ou du Tiald à 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 compend 4 systèmes de base (aéronef, navigation et communication, tactique, instructeur);le système de commande de tir;le système de visionique (visée et affichage intégrés dans le casque du pilote, capteur de vision nocturne, système d'acquisition et de désignation de cibles, indicateur/télémètre 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 AOAC/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 Lavi, 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 tactital 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. 1988/05/16
Hughes cherche à promouvoir son système de vision nocturne infrarouge AN/AAQ-16 pour **avion**, en le vendant aux 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 installe 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
Redaction 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 asujettie 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 Israel/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 payx.C'est un programme de 120 systèmes, dont 40 pour Israel
Redaction 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. 1987/11
Les equipages du 23AF sont specialisés dans les missions de nuit L article décrit les caractéristiques des **avions** utilisés, les problèmes des lunettes de vision nocturne, l'environnement aerien, l'entrainement, 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 Vols (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 Mart'n 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, envoie 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'acquérir 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 hélicoptète TH-AS 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 dégats 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/Un écosystème 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 ergonomie des engins blindés.11/Etude des performances psychomotrices et de l'efficience 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 amelioration.
L'objet de ce symposium a ete double.Premierement, la discussion des technologies actuelles et a venir en matiere de protection de la vue.Destinee a un equipage d'avion cette protection doit couvrir des risques d'impact et de radiation non ionisante et resoudre des problemes d'integration au cockpit.Deuxiemement, ont ete consideres les moyens d'ameliorer la vision pour le recours aux lunettes de **vision** de **nuit** (nvgs), ou a des systemes de visualisation infra-rouge (flir), ou encore a des televisions a lumiere faible (iltv).La encore, des problemes d'integration en cockpit ou d'utilisation conjointe de ces dispositifs ont ete souleves.
NP. 248; AGARD; CP 379; DP. 12/85
ENG

AE-099496
Night vision viewing system.
Systme de visee et **vision** de **nuit**.
Etude decrivant des systemes de visee pour **vision** de **nuit** et plus particulierement un dispositif comprenant un casque et des lunettes de **vision** de **nuit** selon un arrangement original devant eliminer les problemes habituels d'integration en environnement cockpit d'avion a haute performance.Apres une breve description des systemes existants, il est fait une enumeration des elements constitutifs de l'appareil sous les aspects de sa simplicite d'utilisation, ses performances et de son aspect compact.Il est destine plus particulierement aux avions de chasse de l'armee 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 a rayons cathodiques couleur dans des cockpits: une revue de litterature.
Une revue de litterature est conduite pour evaluer l'utilite et la faisabilite de l'emploi de tubes a rayons cathodiques couleur dans le cockpits d'avion militaire.On presente 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, reduction d'erreurs, rapidite de reponse, visibilite sont soulignes.Les inconvenients: mauvais usage des couleurs, puissance utilisee, difficulte de **vision** de **nuit**, deficience rouge-vert, sont revus.On conclut sur le benefice potentiel attendu, les problemes pouvant s'eliminer par des progres technologiques.
HALE S. L.; BILLMAYER H. J.
NP. 19; REF. 7; DP. 04/88; MICROFICHE
ESSEX CORP.

891080302
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 raise 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.

B91073763
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.

B91042454
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.

B91035478
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.

B91021493
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.

B91021491
Fundamental monocular/binocular HMD human factors
Five laboratory studies were conducted in order to establish image alignment tolerances for wide field of view monocular/biocular/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.

B91021488
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 obscurants.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 accident 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.

B91021487
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.

B91021484
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 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.

B91021482
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

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
SCHRIJVERSHOF 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
KORNFELD 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,

the study team collected technical data related to military rotary wing design, administered a survey to pilots, and interviewed users and other technical experts.The study revealed the current UH-60A design meets the requirements of MIL-STD-850B under static conditions.The only exception is the obstructed view that the door and windshield vertical structures create.However, under dynamic conditions 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 next generation Black Hawk's FOV if incorporated into the new design.Each option is presented and discussed
NP. 2 vol. xxi+1543; PP. 1124-8 vol.2; 0 Ref.; DP. 1989
ENG
Conference paper
SIMON R.; DUNN D.

B90004638; C90009898
Predicting the performance of **night** **vision** devices using a simple contrast model
The author discusses a computer model that can quickly produce spectral transmission curves and calculate the apparent contrast for **night** **vision** devices when viewing a target against a specified 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 spectral 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.

B90004630; C90009892
Helmet-mounted displays for **helicopter** pilotage: 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.

B90000024; 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

B90004640
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 faceplate which enables wearing of corrective spectacles, when required The next generation NVGs, the Aviator **Night** **Vision** Imaging System (ANVIS), permit spectacle wear by design.With only glass lenses available to the 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
CROSLEY J. K.

B90004639
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, MIL-L-85762, '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 '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.

B90004108
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.

B89078681
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** R&D 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** goggle 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
INTANO G. P.; PEDRONI G. M.; RUSCHE G.

B89078568
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 implementaiton 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.TF 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 if 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.

B88030107
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

B88005072
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.

B87071242
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.

B87071241
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

B87057291
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; B87014395
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

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.

B86065495
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.

A86114845; B86065494
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.

B86065493
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.

B86065492
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.

B86065491
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.

B86065490
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; B86061862
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

B86024392
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.

B86018482
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 (NVSs).Reliability and field failure data substantiate that NETD tests are adequate for thermal imaging NVS maintenance.Newly developed test targets now make possible a simple, lightweight, automatic on-vehicle NVS test set
NP. 285; PP. 233-7; 5 Ref.; DP. 1985
ENG
Conference paper
FRANK J. D.; PARRISH R. E.; DURAZO M. A.

B86005062
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.

B83009804
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.

B83004724
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, wire 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. II; 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.)

A79081584; 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** **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 nm contour accuracy on a 5 cm diameter piece.Progress on 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
SAITO 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. vi+162; PP. 48-54; 4 Ref.; DP. 1976
ENG
Conference paper
SHIELDS H. J.; FREEMAN C.(Ed.)

B76022662
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 philosophy 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. vi+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
NAGLE 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. vii+286; PP. 14/1-14; 6 Ref.; DP. 1975
ENG
Conference paper
KENNEALLY W. J.

B76002611; C75027409
Night **vision** imaging system development for low level **helicopter** pilotage
Flight test data of low level night operations (LLNO) in UH-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** developments for **helicopter** pilotage are examined
NP. vii+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. vii+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 rapidity 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 LLTV camera for typical night flying tasks
NP. vii+286; PP. R-1/1-7; 3 Ref.; DP. 1975
ENG
Conference paper
JOHNSON H. B.

B76002606; C75027401
H-53 night operations
The H-53 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. vii+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 aircrew 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. vii+286; PP. 6/1-6; 6 Ref.; DP. 1975
ENG
Conference paper
BAUER 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 UH-1 **helicopter** cockpit and has the following characteristics: 60 degrees horizontal by 33 degrees vertical field, 2.7 in.*5.1 in (69*130 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
ATTLER 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-ns 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 through the use of pulse gating, where the receiver is gated 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.; STANEKENAS 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. 43; 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 this 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 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 similiar 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/B91-01490/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 focussing 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 trails 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(0596-91).) (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 environment of aircrews.These changes 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 land 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. 49; 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

boats.During the spring 1990 experiments, simulated persons in the water wearing orange personal floatation 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 Visions 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** devises 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

N91-19091/8/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 compatability problems found while wearing the Protective Integrated Hook 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 compatability 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/890-81468/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 Gilze 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-A199 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 980/8
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 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 makeup 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.
HOH 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

1. Recipient's Reference	2. Originator's Reference	3. Further Reference	4. Security Classification of Document
	AGARD-LS-187	ISBN 92-835-0676-6	UNCLASSIFIED

5. Originator Advisory Group for Aerospace Research and Development
North Atlantic Treaty Organization
7 rue Ancelle, 92200 Neuilly sur Seine, France

6. Title VISUAL PROBLEMS IN NIGHT OPERATIONS

7. 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.

8. Author(s)/Editor(s)	9. Date
Various	May 1992

10. Author's/Editor's Address	11. Pages
Various	96

12. Distribution Statement This document is distributed in accordance with AGARD policies and regulations, which are outlined on the back covers of all AGARD publications.

13. Keywords/Descriptors

Night vision
Night warfare
Air force operations
Low light level viewing
Visual perception
Physiology
Electrooptics
Image intensifiers
Thermal imagers

14. 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 of AGARD.

AGARD Lecture Series 187
Advisory Group for Aerospace Research and Development, NATO
VISUAL PROBLEMS IN NIGHT OPERATIONS
Published May 1992
96 pages

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.

P.T.O.

AGARD-LS-187

Night vision
Night warfare
Air force operations.
Low light level viewing
Visual perception
Physiology
Electrooptics
Image intensifiers
Thermal imagers

AGARD Lecture Series 187
Advisory Group for Aerospace Research and Development, NATO
VISUAL PROBLEMS IN NIGHT OPERATIONS
Published May 1992
96 pages

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.

P.T.O.

AGARD-LS-187

Night vision
Night warfare
Air force operations.
Low light level viewing
Visual perception
Physiology
Electrooptics
Image intensifiers
Thermal imagers

AGARD Lecture Series 187
Advisory Group for Aerospace Research and Development, NATO
VISUAL PROBLEMS IN NIGHT OPERATIONS
Published May 1992
96 pages

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.

P.T.O.

AGARD-LS-187

Night vision
Night warfare
Air force operations.
Low light level viewing
Visual perception
Physiology
Electrooptics
Image intensifiers
Thermal imagers

AGARD Lecture Series 187
Advisory Group for Aerospace Research and Development, NATO
VISUAL PROBLEMS IN NIGHT OPERATIONS
Published May 1992
96 pages

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.

P.T.O.

AGARD-LS-187

Night vision
Night warfare
Air force operations.
Low light level viewing
Visual perception
Physiology
Electrooptics
Image intensifiers
Thermal imagers

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 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.

ISBN 92-835-0676-6

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 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.

ISBN 92-835-0676-6

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 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.

ISBN 92-835-0676-6

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 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.

ISBN 92-835-0676-6