

THIRD EUROPEAN ROTORCRAFT AND POWERED LIFT AIRCRAFT FORUM

Paper n° 34

EXPERIMENTAL APPROACH  
FOR ELECTRONIC DISPLAY  
ON HELICOPTERS

R. MATICHARD

SINTRA, FRANCE

September 7-9, 1977

AIX-EN-PROVENCE, FRANCE

ASSOCIATION AERONAUTIQUE ET ASTRONAUTIQUE DE FRANCE

INSTALLATION EXPERIMENTALE  
DE VISUALISATION POUR HELICOPTERE

---

1 - INTRODUCTION

Les progrès technologiques récents permettent d'élargir les Possibilités opérationnelles des hélicoptères, en particulier pour l'utilisation de nuit, et de diminuer la charge de travail de l'équipage. Ces progrès concernent :

- les capteurs "optroniques" pouvant fournir une image du monde extérieur même de nuit,

- des calculateurs digitaux rapides et compacts permettant d'élaborer des informations facilitant le pilotage et la navigation,

- les visualisations électroniques (on englobe dans ce terme toutes les visualisations à tube à rayon cathodique - qu'elles soient montées sur la planche de bord, dans un viseur, ou sur un casque - ainsi que les procédés à écran plat).

Les visualisations électroniques permettent la présentation de l'image du capteur optronique ainsi que des symboles dont la forme peut être définie avec une grande souplesse sans les limitations inhérentes aux instruments électromécaniques. En particulier des symboles différents peuvent être utilisés au cours des diverses phases de vol. Le fait que la symbologie soit superposée à l'image du capteur, pose une contrainte supplémentaire qui est de ne pas obstruer cette image par des symboles trop importants. Le problème de la définition d'un matériel de visualisation électronique se pose donc de manière plus complexe que pour les équipements habituels.

C'est pourquoi le Service Technique Aeronautique a décidé d'aborder ce problème au moyen d'une installation expérimentale très souple, sachant que, les technologies nécessaires étant disponibles, la réalisation d'un matériel opérationnel peut intervenir très rapidement à l'issue de cette phase expérimentale. Le but assigné à l'installation est l'expérimentation de la symbologie qui est superposée à l'image du capteur et non les performances

des capteurs qui font l'objet d'expérimentations séparées (bien que ces capteurs puissent venir se raccorder à l'installation au fur et à mesure de leur mise au point).

La maîtrise d'oeuvre et la réalisation de cette installation ont été confiées à la société SINTRA. Les premiers essais en vol de l'installation qui va être décrite, vont commencer dans quelques mois à bord d'un hélicoptère SUPER FRELON du Centre d'Essais en Vol.

## 2 - ORGANISATION GENERALE DE L'INSTALLATION

Le choix de l'organisation de l'installation a été faite suivant 3 critères principaux :

### a) - Souplesse d'évolution, aussi bien au niveau :

- de la symbologie qui doit pouvoir être modifiée très rapidement tout au long de l'expérimentation. Ceci a conduit à choisir une définition entièrement programmée de l'image et une organisation du logiciel permettant des modifications faciles.
- de la possibilité de connexion d'autres capteurs optiques et d'autres formes de visualisations électroniques. Ceci a été obtenu par une définition d'interfaces simples entre les éléments du système et, dans certains cas, en sur-dimensionnant certaines caractéristiques pour tenir compte d'évolutions futures.

### b) - Utilisation maximale d'éléments standards

déjà développés, pour diminuer les coûts et les délais de réalisation, et utilisation d'éléments éprouvés pour ne pas perturber l'expérimentation par des retards dus à la mise au point de matériels, ce qui n'est pas le but de cette installation.

c) - Compatibilité avec le Simulateur du Centre d'Essai en vol

Ce dernier est utilisé pour des recherches sur les méthodes de pilotage, faisant appel aux visualisations électroniques, et utilisables sur avions civils, avions militaires et hélicoptères. Son architecture est étudiée pour en faire un outil très souple et facilement modifiable. Articulé autour d'un ordinateur digital de grande puissance, il comporte 3 cabines de simulation : avion civil, avion militaire et hélicoptère, avec des arrangements permettant des modifications faciles des plans de bord. Il est équipé d'une installation de visualisation électronique, réalisée par SINTRA et comportant quatre têtes de visualisation polychromes. Une cinquième tête de visualisation, identique à celle qui équipera l'installation du SUPER FRELON est en cours d'installation. De cette manière, un certain nombre d'essais préliminaires sur les configurations peuvent être conduits en simulateur. Cette procédure permet d'économiser des heures de vol sur l'installation hélicoptère en ne travaillant, à ce niveau, que sur des configurations préalablement "débroussaillées" au sol.

L'organisation générale de l'installation est représentée sur la figure 1. Elle comprend trois parties principales :

- le système de visualisation,
- l'ensemble de traitement,
- le capteur optique.

### 3 - SYSTEME DE VISUALISATION

Le système de visualisation est un matériel développé par SINTRA sous l'égide du Service Technique Aéronautique. De manière à pouvoir tester un maximum de possibilités, la version retenue comporte un maximum de performances :

- Polychromie - par utilisation d'un tube à rayons cathodiques "à pénétration" (dans lequel le changement de couleur s'obtient par changement de la tension d'accélération du tube) chaque élément de l'image peut-être présenté dans l'une des trois couleurs : rouge, jaune ou vert.

- multimode - on a présentation simultanée sur l'écran d'une part d'une trame (par exemple de type télévisi et de symboles inscrits en balayage cavalier (c'est-à dire dans lequel on fait décrire au spot la figure désirée par envoi sur les amplificateurs X et Y des tensions de déflexion convenable). Le canon du tube étant unique, c'est pendant le temps séparant deux trames que l'on inscrit les symboles tracés en balay cavalier.
  
- multibalayage - La trame de présentation de l'image du capteur peut être, non seulement une trame de télévision, mais aussi tout type de trame compatible avec la rapidité des stades de déflexion. C'est ainsi que cette unité de visualisation a été testée, connectée à un radar de navigation pour lequel la trame se présentait sous forme d'un secteur de cercle représentant le terrain à l'avant d'un avion.
  
- symbologie entièrement programmable - Le "langage de visualisation", c'est-à-dire la nature des informations digitales définissant l'image est de nature tout à fait générale : positionnement, tracé de segments, de caractères, etc ...  
De cette manière n'importe quel type de symbologie peut-être défini par programmation au niveau du calculateur.

Physiquement, le système de visualisation comporte deux par

a) - le générateur de symboles

Celui-ci reçoit du calculateur les informations digitales définissant la symbologie (langage de visualisation), les stocke dans une mémoire de manière à pouvoir assurer le renouvellement 50 fois par seconde l'image, et génère, à partir de ces informations les tensions analogiques de déflexion pour le tracé de l'image. Un effort particulier a été fait, au niveau du générateur de symbole pour simplifier la programmation du calculateur en disposant d'un langage de visualisation riche : c'est ainsi qu'il est possible, pour le calculateur de définir une position de symbole en relatif par rapport à un autre symbole, de déplacer des portions entières d'image, d'effectuer une rotation sur tout ou partie des symboles, etc ...

Le générateur de symbole se présente sous forme d'un boîtier ATR standard installé dans la cabine de l'hélicoptère d'expériment.

b) - l'unité de visualisation :

C'est l'unité qui est montée dans la planche de bord. Elle comprend le tube à rayon cathodique, son alimentation haute tension commutable (couleur), les étages de déflexion et d'allumage et les alimentations électriques correspondantes.

Ses dimensions sont de 200 mm x 215 mm en face avant pour une profondeur de 320 mm. L'écran a une diagonale de 200 mm (surface utile 160 mm x 120 mm). L'écran est revêtu d'un filtre d'amélioration du contraste permettant l'exploitation sous très forte luminosité ambiante.

4 - ENSEMBLE DE TRAITEMENT

4.1 - COMPOSITION

L'ensemble de traitement comporte un calculateur aéroporté auquel sont associés un boîtier d'interface avec les informations disponibles à bord et un boîtier de commande. Au sol, une console de programmation permet l'écriture, la mise au point et l'implantation en mémoire des programmes.

4.2 - CALCULATEUR

C'est un calculateur aéroporté à usage universel UMP 6800 fabriqué par la société SFENA.

Ce calculateur travaille sur 16 bits, comporte un répertoire étendu d'instructions (105) et une grande puissance de traitement (la plupart des instructions s'exécutent en un temps de l'ordre de la microseconde, les multiplications et divisions dans des temps de l'ordre de 6 microsecondes).

Une de ses particularités est l'organisation des mémoires. Plusieurs types de mémoire peuvent être associés : mémoires RAM pour le stockage des données, mémoires REPR0M pour le programme et les constantes, et éventuellement mémoires à tores pour le stockage de données devant être sauvegardées en cas de coupure de la tension d'alimentation (les mémoires RAM sont volatiles).

L'utilisation de mémoires REPRON (mémoires non volatiles à inscription électrique mais pour lesquelles l'effacement se fait globalement par éclairage en lumière ultraviolette) présente l'avantage de ne nécessiter aucun périphérique de chargement à bord mais nécessite, au sol, une console pour l'écriture et la mise au point des programmes.

#### 4.3 - CONSOLE AU SOL

Cette console permet l'écriture et la mise au point des programmes et l'inscription des programmes dans les mémoires REPRON du calculateur.

Elle se présente sous la forme d'une console recevant le calculateur et comportant un panneau technique, une mémoire à tores se substituant à la mémoire REPRON en phase de mise au point, et les périphériques permettant l'écriture et la mise au point commode des programmes : télétype, imprimante, lecteur de cartes, lecteur-perforateur de ruban, etc... Le logiciel de base est équivalent à celui des mini-calculateurs habituels.

#### 4.4 - BOITIER DE COMMANDE

Ce boîtier a un rôle technique. Il permet, en vol, de commander l'enclenchement de parties de programme, d'introduire ou de modifier manuellement certaines données, etc...

Il comprend un clavier numérique avec lecture ou contrôle de la valeur introduite sur afficheurs à diodes ainsi que 8 touches avec voyants associés dont la signification est déterminée par le programme.

#### 4.5 - BOITIER D'ENTREE SORTIE

Il permet l'acquisition des grandeurs disponibles à bord (attitude, altitude, vitesses, etc).

Dans son équipement actuel le nombre d'entrées prévues est d

- 8 voies synchro,
- 16 voies continues,

mais des emplacements sont prévus dans ce boîtier pour des extensions.

## 5 - CAPTEUR OPTRONIQUE

### 5.1 - PLATE-FORME ORIENTABLE

Cette plate-forme est fabriquée par la société SERE BEZU.

C'est une plate-forme asservie et stabilisée à deux degrés de liberté permettant d'une part d'éliminer les vibrations parasites de l'hélicoptère qui nuiraient à la résolution du système optique (cet effet est surtout important pour des focales longues), d'autre part d'orienter le capteur en site et gisement. Ses caractéristiques sont les suivantes :

- débattement angulaire :
  - . gisement :  $\pm 175^\circ$ ,
  - . site :  $- 55^\circ$  à  $+ 10^\circ$ ,
- vitesses de déplacement : jusqu'à  $60^\circ/\text{sec}$ ,
- stabilisation de l'axe : meilleure que 1 mrd,
- charge : 30 kg.

Cette dernière caractéristique montre que la plate-forme est très largement dimensionnée (la caméra TV utilisée actuellement a un poids très inférieur) de manière à permettre le montage d'autres type de capteurs.

L'orientation de la plate-forme en site et gisement est sous contrôle du calculateur. De cette manière, et par simple programmation au niveau du calculateur, il sera possible de tester plusieurs modes d'orientation du capteur, par exemple :

- axe fixe par rapport à l'hélicoptère,
- semi-stabilisation en tangage,
- orientation suivant le vecteur vitesse de l'hélicoptère,
- stabilisation par rapport au sol (problèmes de visée), etc...

La plate-forme est montée à l'avant de l'hélicoptère.



## 5.2 - CAMERA DE TELEVISION

Il s'agit d'une caméra standard aux normes militaires fabriquée par la SINTRA.

Elle comprend deux parties :

- le "bloc d'analyse" comprenant le tube de prise de vue et ses circuits associés. Le tube est un vidicon à cible silicium dont le champ d'entrée est de 16 mm. Le standard de balayage est de 625 lignes. La sensibilité est de  $10^{-1}$  lux au niveau du tube,
- le système optique : il comprend un objectif à diaphragme automatique commandé par cellule photo-électrique. La monture de l'objectif est standard, permettant l'expérimentation de plusieurs focales (donc de divers champs couverts et sensibilités angulaires au niveau de l'écran). Pour les problèmes de pilotage expérimentés dans une première phase, les champs envisagés vont de  $45^\circ \times 60^\circ$  à  $30^\circ \times 40^\circ$ .

## 6 - EVOLUTIONS DE L'INSTALLATION EXPERIMENTALE

Les descriptions précédentes ont montré que l'installation expérimentale est un outil très souple conçu pour accepter des évolutions aussi bien sur le plan de la symbologie présentée que sur le plan des capteurs et des moyens de visualisation connectés à l'installation.

Dans un premier stade, les expérimentations vont surtout porter sur la "pilotabilité" de différentes symbologies et ceci, dans un tout premier stade, pour le vol à basse altitude, et ultérieurement pour d'autres phases de vol.

Mais sont également prévues :

- l'expérimentation d'autres types d'écrans de visualisation : visualisateur à tube à rayon cathodique miniature intégré dans un viseur optique, visualisation de casque, etc...,

- l'intégration d'autres types de capteurs optroniques au fur et à mesure de la mise au point de ceux-ci,
- enfin, l'installation peut être utilisée pour l'étude de la répartition des charges de travail entre les membres de l'équipage.

## 7 - MATERIEL OPERATIONNEL

Les critères de choix pour l'installation expérimentale ont conduit à des solutions coûteuses sur le plan du volume, du poids et des consommations et pourraient faire penser que l'utilisation de visualisations électroniques est une solution extrêmement complexe et réservée à des hélicoptères ayant des équipements très sophistiqués.

En fait, les développements technologiques extrêmement rapides qui ont eu lieu dans des domaines utilisables pour ce type de matériel :

- capteurs optroniques état solide,
- unités de traitement et mémoires à très grande intégration,

permettent des réalisations extrêmement compactes. Par exemple, un ensemble intégré réalisant les fonctions de l'installation décrite précédemment (à l'exception de l'orientation du capteur optronique qui est à voir dans un cadre plus général au niveau de l'hélicoptère) peut être réalisé en 3 boîtiers :

- un boîtier de prise de vue, utilisant un capteur à l'état solide, dont le volume est principalement déterminé par l'optique,
- deux unités de visualisation (monochrome), par exemple tête basse et montées dans le tableau de bord,

- un boîtier d'électronique (6 à 8 litres) regroupant l'ensemble des fonctions interfaces- traitement- génération d'image.

Une telle installation est réalisable avec les technologies disponibles actuellement et des travaux dans ce sens sont menés en parallèle avec la réalisation de l'installation précédemment décrite et son expérimentation.

FIG 1: ORGANISATION GENERALE DE L'INSTALLATION EXPERIMENTALE

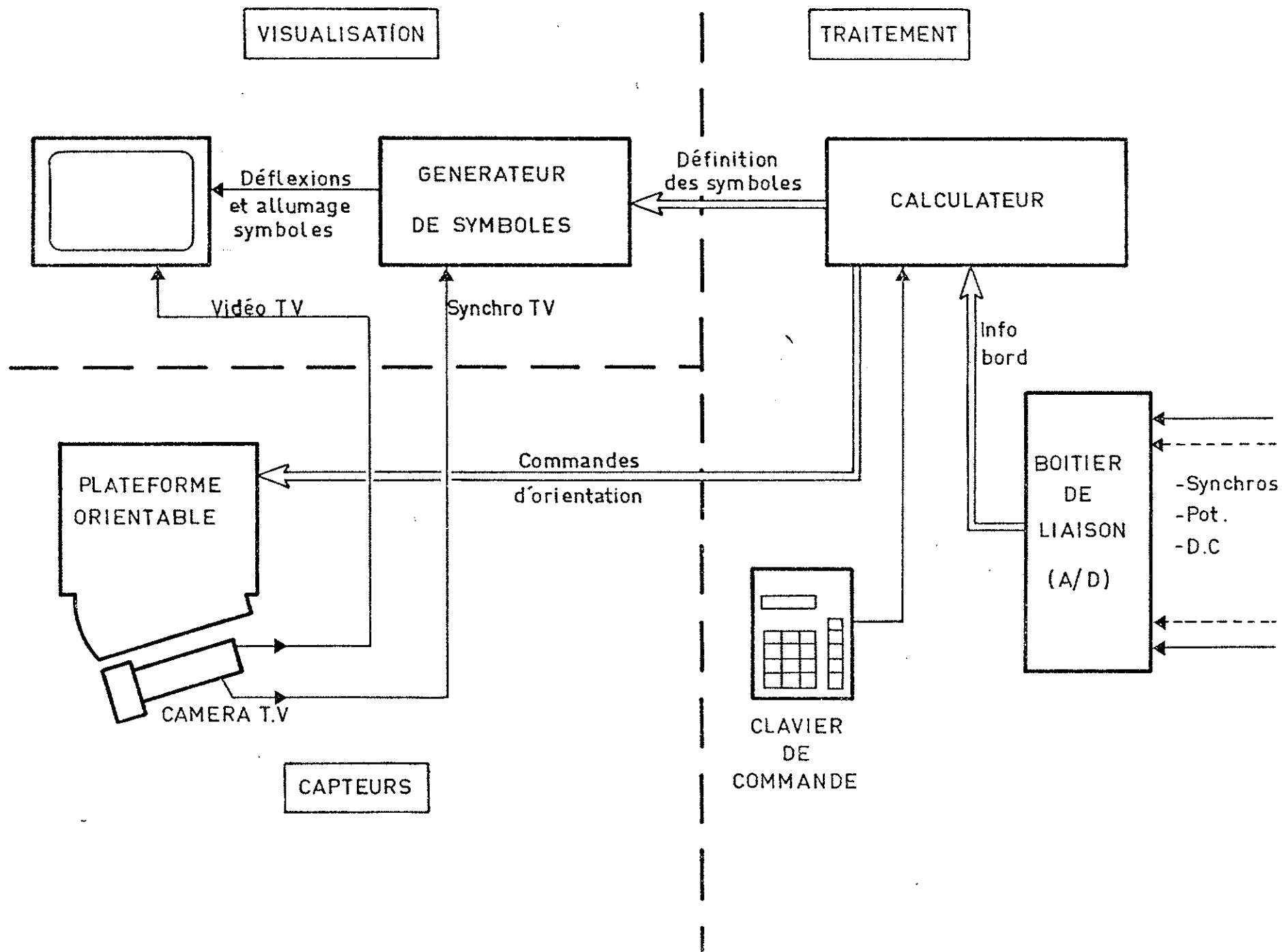
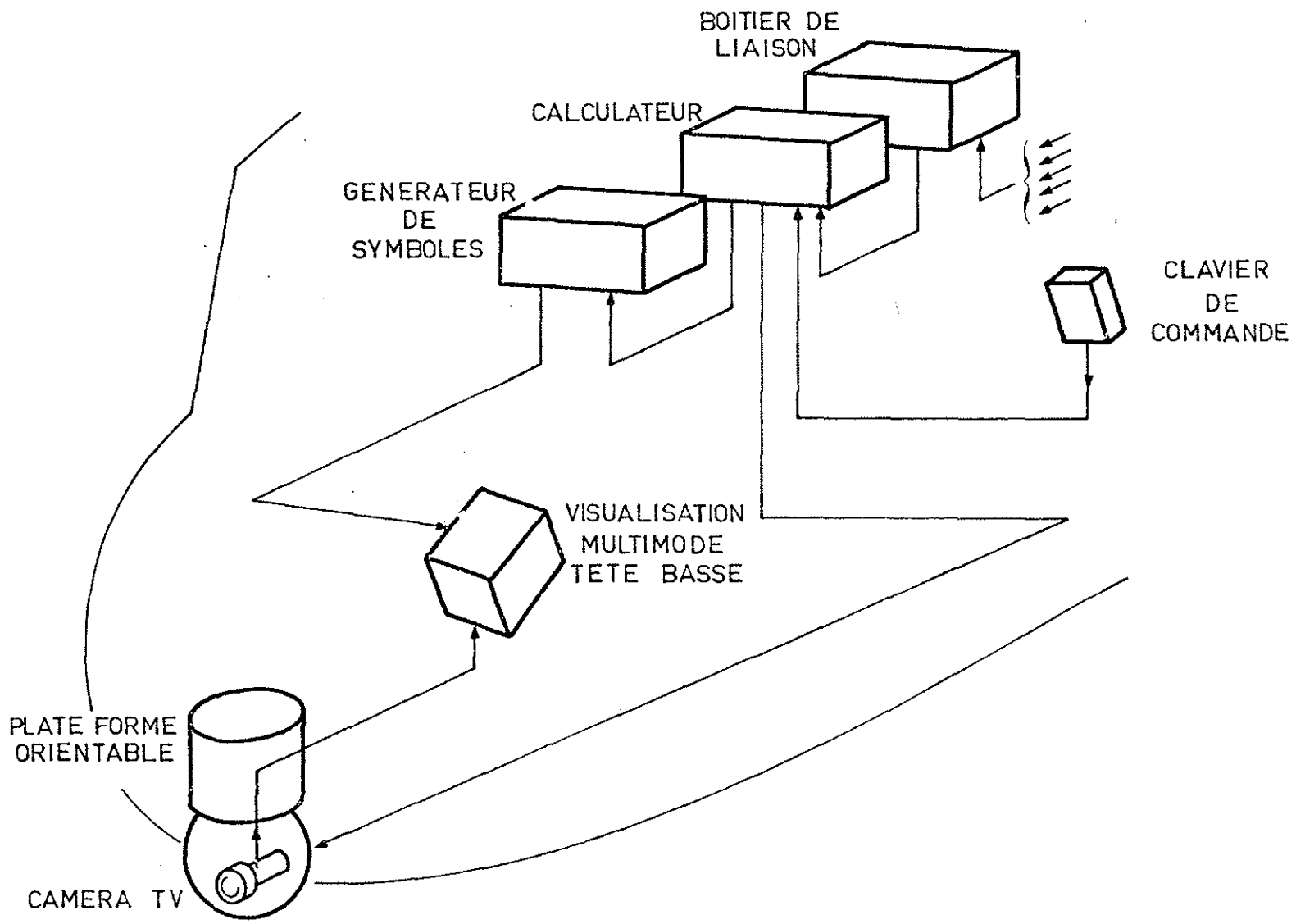


FIG.2. INSTALLATION A BORD DE L'HELICOPTERE



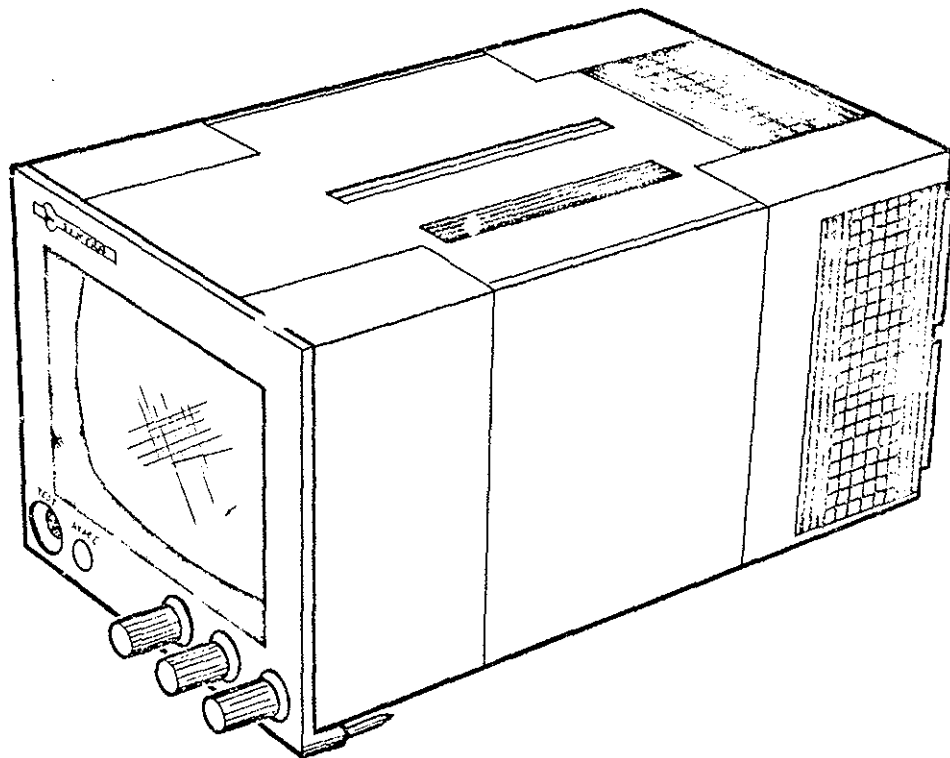


Fig.3 UNITE DE VISUALISATION