

Module : Facteurs Humains en Aéronautique

Introduction

Depuis l'apparition de la révolution industrielle avec ces machines et le travail à la chaîne, l'évolution des besoins de la société et l'accroissement des demandes en toutes sortes, l'Homme s'est confronté aux erreurs, omissions, oublis, inadvertances, inattentions, stress, angoisse, distraction, préoccupation, nonchalance, laxisme et se sont là qu'un petit échantillon de ce qu'on appelle le **facteur humain**.

Ce terme est conditionné par un ensemble de paramètres intrinsèques, et d'autres extrinsèques, les uns objectifs et les autres subjectifs, les sciences humaines, principalement la psychologie, la psychanalyse se sont intéressées si tôt pour élucider les mystères qui entourent le comportement de l'homme avec son milieu (qu'il soit naturel ou superficiel), sachant cette énorme machine qu'est l'Homme avec ces complexes, ces frustrations, ces désirs, ces vœux, ces malheurs, ces idéaux, constitue une usine très compliquée en si petite surface.

L'apparition de l'aviation au début du 20^{ème} siècle, l'avion n'a cessé d'évoluer et de se compliquer, ce n'est plus l'avion mais c'est l'interaction de l'Homme avec la machine, ce n'est pas tout, le progrès de cybernétique, l'intelligence artificielle, le transfert des données en temps réel, rendent la tâche encore plus ardue, cela peut paraître compliqué, mais dans le domaine de l'aéronautique les petites erreurs peuvent s'enchaîner pour finir en catastrophe, vu que l'avion évolue dans le ciel en combattant toujours la pesanteur.

Dans l'aviation la gestion du quotidien, soit du personnel navigant, contrôleurs aérien, pilote et officiers pilote de ligne, staff de maintenance, tous obéissent à un ensemble de protocoles dits : procédures.

Les statistiques dans le monde de l'aéronautique à l'échelle mondiale, que ce soit dans le civil ou le militaire préconisent que la majorité des accidents sont dues au non respect des procédures et des règles d'usage.

Chapitre I Model de facteur humain en aéronautique.

1.1 Définition général du facteur humain.

Il importe de définir clairement le terme « facteurs humains », parce que lorsqu'il est utilisé dans le langage ordinaire il est souvent appliqué à tout facteur concernant les humains. Une des définitions de facteurs humains qui est acceptée par l'OACI a été proposée par le professeur Elwyn Edwards : « Les facteurs humains visent à optimiser la relation entre les personnes et leurs activités, par l'application systématique de sciences humaines, intégrée dans le cadre de l'ingénierie des systèmes. » Ses objectifs résident dans l'efficacité du système, qui inclut la sécurité aussi bien que l'efficacité, et le bien-être de l'individu. Le professeur Edwards développe la définition qu'il propose en précisant que le mot « personne » inclut les deux sexes et que le terme « activités » indique un intérêt dans la communication entre individus et dans le comportement d'individus et de groupes. Plus récemment, cela a été développé pour inclure les interactions entre individus et groupes et les organismes auxquels ils appartiennent, ainsi que les interactions entre les organismes qui constituent le système aéronautique. Les sciences humaines étudient la structure et la nature des êtres humains, leurs aptitudes et leurs limitations, ainsi que leurs comportements tant individuellement que collectivement.

La notion d'intégration dans l'ingénierie des systèmes se rapporte aux réflexions du praticien de facteurs humains qui cherche à comprendre les objectifs et méthodes ainsi que les difficultés et les contraintes dans le cadre desquelles ceux qui travaillent dans des secteurs interconnectés de l'ingénierie doivent prendre des décisions. Les facteurs humains utilisent ces informations sur la base de leur pertinence dans des problèmes d'ordre pratique.

Une définition plus simple et plus pratique a été publiée par le Health and Safety Executive du Royaume-Uni [traduction OACI] : « Les facteurs humains se rapportent aux facteurs environnementaux, organisationnels et professionnels, et aux caractéristiques humaines et individuelles qui influent sur le comportement au travail d'une façon qui peut agir sur la santé et la sécurité. » , les facteurs humains concernent donc les personnes dans leur vie et leur travail ; leurs relations avec des machines, avec des procédures et avec l'environnement qui les entoure ; et aussi leurs relations avec d'autres personnes. En aviation, les facteurs humains font intervenir

une série de considérations personnelles, médicales et biologiques pour une situation optimale dans l'exploitation d'aéronefs, la maintenance d'aéronefs et le contrôle de la circulation aérienne.

OACI Organisation de l'aviation civile internationale (*International Civil Aviation Organization [ICAO]*)

Document tiré du manuel de lignes directrices sur les facteurs humains en maintenance d'aéronefs, Doc 9824 AN/450.

1.2 Model conceptuel en aéronautique.

Il pourrait être utile d'utiliser un modèle conceptuel pour faire mieux comprendre les facteurs humains. Un diagramme pratique pour illustrer ce modèle conceptuel utilise des blocs pour représenter les différents éléments des facteurs humains. Le modèle peut se construire un bloc à la fois, en donnant une représentation imagée de la nécessité de bien assortir les éléments.

1.2.1 Le model SHEL.

Le Manuel d'instruction sur les facteurs humains (Doc 9683) utilise le modèle SHEL (appellation selon les lettres initiales de ses éléments : software, hardware, environment, liveware). Ce modèle, conçu par le professeur Edwards en 1972, est reproduit dans la Figure 1.1, avec un schéma modifié pour illustrer le modèle, conçu par Frank Hawkins en 1975. Les interprétations ci-après sont suggérées : liveware (être humain), hardware (matériel), software (procédures, symboles, etc.) et environnement (situation dans laquelle le système L-H-S doit fonctionner). Ce schéma ne recouvre pas les interfaces qui sont hors des facteurs humains (matériel-matériel ; matériel-environnement; logiciel matériel) et il est proposé seulement comme aide fondamentale pour comprendre les facteurs humains.

1.2.2 Squelette du model SHEL.

L'être humain (L). Au centre du modèle se trouve une personne, l'élément le plus critique du système tout en étant le plus souple. L'être humain est sujet à de considérables variations de ses performances et souffre de nombreuses limitations, dont la plupart sont maintenant prévisibles en termes généraux ; les bords de ce bloc

ne sont pas simples et rectilignes ; il faudra veiller soigneusement à ce que les autres éléments du système leur soient soigneusement adaptés si l'on veut éviter des tensions dans le système, et à la longue une rupture.

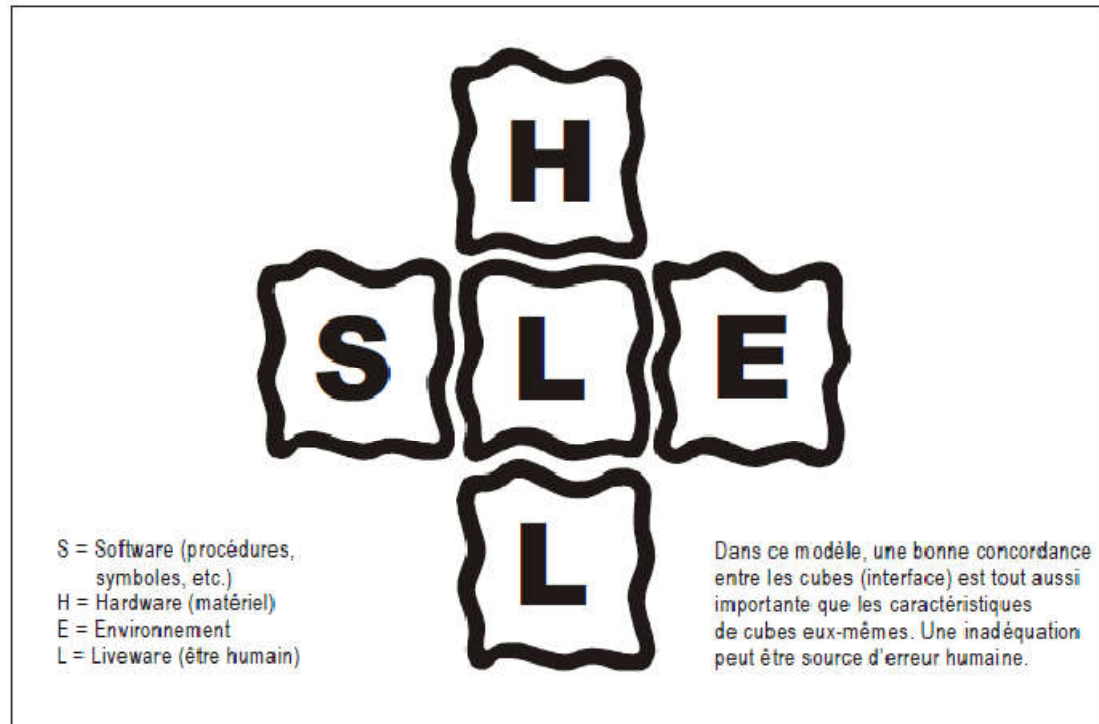


Figure 1.1 Le model SHEL.

1.2.2.1 L'homme. L

Pour assurer cette harmonisation, il est indispensable de bien comprendre les caractéristiques de cet élément central. Certaines des plus importantes sont les suivantes :

- Mensurations et morphologie. Les mensurations et les mouvements du corps humain, qui varient selon l'âge, le groupe ethnique et le sexe, jouent un rôle capital dans la conception de tout poste de travail et de la plupart des équipements. Il faut prendre des décisions à un stade précoce du processus de conception et les fonder sur les données apportées par l'anthropométrie et la biomécanique ;
- Besoins physiques. La physiologie et la biologie fournissent les indications nécessaires sur les besoins humains en aliments, en eau et en oxygène ;
- Caractéristiques des intrants. Les humains sont dotés d'un système sensoriel qui recueille des renseignements sur le monde environnant, ce qui leur permet de réagir aux événements extérieurs et d'accomplir leurs tâches. Mais tous les sens sont sujets à

des dégradations, pour des raisons diverses, et les sources de connaissances sont ici la physiologie, la psychologie et la biologie ;

d) Traitement de l'information. Dans ce domaine, les possibilités humaines ont des limites strictes. Si un instrument ou un système avertisseur n'est pas bien conçu, c'est souvent parce qu'il n'a pas été tenu compte des possibilités et des limites du système humain de traitement de l'information. La mémoire à court terme et la mémoire à long terme interviennent, ainsi que la motivation et le stress. La psychologie est ici la source des connaissances de base ;

e) Caractéristiques des extrants. Une fois l'information captée et traitée, des messages sont envoyés aux muscles pour que ceux-ci déclenchent la réaction voulue, que ce soit un mouvement physique de commande ou l'établissement d'une certaine forme de communication. Il faut avoir connaissance des forces de commande et de la direction du mouvement qui sont acceptables, connaissance que fournissent la biomécanique, la physiologie et la psychologie ;

f) Tolérances à l'environnement. La température, la pression, l'humidité, le bruit, l'heure de la journée, la lumière et l'obscurité peuvent avoir des effets sur les performances ainsi que sur le bien-être. On peut également s'attendre à ce que l'altitude, les lieux confinés, ou encore un milieu de travail ennuyeux ou stressant, influencent les performances. Les informations sont ici fournies par la physiologie, la biologie et la psychologie. L'humain est au centre du modèle SHEL des facteurs humains. Les autres éléments devront être adaptés et harmonisés à cet élément central.

1.2.2.2 L'homme et le matériel. L-H

Cette interface est celle qui est le plus souvent envisagée lorsqu'on parle des systèmes homme-machine : conception de sièges adaptés aux caractéristiques du corps humain en position assise, d'affichages répondant aux caractéristiques sensorielles de l'utilisateur et à ses possibilités de traitement de l'information, de commandes bien étudiées en ce qui concerne les mouvements à faire, le codage et l'emplacement.

L'utilisateur n'aura peut-être jamais conscience d'une déficience de l'interface L-H, même si elle aboutit à une catastrophe ; en effet, la faculté naturelle d'adaptabilité de l'être humain lui masquera une déficience à ce niveau, mais sans en supprimer l'existence. Il y a là un risque dont les concepteurs devraient être avertis. Avec

l'avènement des ordinateurs et de systèmes automatisés évolués, cette interface s'est repositionnée à l'avant-plan des travaux sur les facteurs humains.

1.2.2.3 L'homme et la documentation. L-S

Il s'agit de l'interface entre l'humain et les aspects non physiques du système : procédures, présentation des manuels et des listes de vérification, symboles, logiciels. Les problèmes à cette interface sont mis en relief dans les comptes rendus d'accidents, mais ils sont souvent difficiles à observer et sont donc plus difficiles à résoudre (par exemple erreurs d'interprétation de listes de vérification ou de symboles, procédures non respectées, etc.).

1.2.2.4 L'homme et l'environnement. L-E

En aviation, cette interface a été la première à retenir l'attention. À l'origine, les mesures prises visaient toutes à adapter l'être humain à l'environnement (casque, combinaison de vol, masque à oxygène, vêtements anti-g). Plus tard, on a eu tendance à inverser le processus et à adapter l'environnement pour répondre aux besoins humains (systèmes de pressurisation et de climatisation, insonorisation). De nos jours, il faut relever de nouveaux défis, notamment les risques liés à la concentration d'ozone et aux radiations dans les vols à haute altitude, ainsi que les problèmes liés aux perturbations des rythmes biologiques et du sommeil ou à la privation de sommeil résultant de voyages trans méridiens de plus en plus rapides.

Les illusions visuelles et la désorientation étant à l'origine de nombreux accidents d'aviation, il faut également tenir compte à cette interface des erreurs de perception induites par certaines conditions environnementales, par exemple les illusions visuelles dans les phases d'approche et d'atterrissage. Par ailleurs, le système aéronautique fonctionne dans un contexte de larges contraintes politiques et économiques et c'est à cette interface que se produisent les interactions avec ces autres aspects de l'environnement.

Dans bien des cas, les praticiens des facteurs humains n'ont pas la possibilité de modifier ces influences, alors qu'elles jouent un rôle décisif ; il convient que les responsables qui ont la possibilité de le faire les examinent et s'en occupent comme il convient.

1.2.2.5 Homme-Homme. L-L

Humain-Humain (L-L). Il s'agit de l'interface entre les personnes. Dans le passé, la formation et les épreuves de compétence se sont traditionnellement adressées aux individus. Si chacun des membres d'une équipe était compétent, on supposait que l'équipe formée par ces individus serait tout aussi compétente et efficace. Or, il n'en est pas toujours ainsi et depuis plusieurs années on porte de plus en plus d'attention à l'analyse du travail en équipe. Les équipages de conduite, les contrôleurs de la circulation aérienne, les techniciens de maintenance et d'autres personnels d'exploitation ont une interaction de groupe, et les influences dans le groupe jouent un rôle déterminant dans le comportement et la performance.

À cette interface, nous nous intéressons au leadership, à la coopération au sein d'un équipage, au travail d'équipe et aux interactions des personnalités. Les relations entre le personnel et l'encadrement se situent également à cette interface, car la culture d'entreprise, le climat de l'entreprise et les pressions qu'exerce la compagnie sur l'exploitation peuvent avoir une influence considérable sur la performance humaine. Ultérieurement à ce cours on s'étalera les approches actuelles de l'industrie de l'aviation en matière de programmes de formation sur les facteurs humains pour les personnels d'exploitation.

1.3 Statistiques d'accidents aériens.

Les statistiques de sécurité aérienne tendent à sous-estimer l'importance de la maintenance comme facteur contribuant d'accidents et incidents. Par exemple, comme le montre la Figure 1-1, les chiffres de rapports d'accidents dans les services aériens du monde (collectés par le système ADREP de l'OACI de 1970 à 2000) indiquent la maintenance comme facteur causal dans 10 % seulement des accidents, alors que les actes des équipages de conduite sont indiqués comme facteurs causals dans plus de 60 % des accidents.

Une étude récente de la société Boeing concernant les avions à réaction de transport commercial dans le monde révèle une nette augmentation du taux d'accidents où la maintenance et l'inspection sont des facteurs primordiaux. La Figure 1-2 montre que dans les 10 années de 1990 à 1999, la moyenne annuelle a augmenté de plus de 100 % comparativement à la période de 1959 à 1989. Dans les deux mêmes périodes, le

nombre des accidents causés principalement par des facteurs d'équipage de cockpit a diminué.

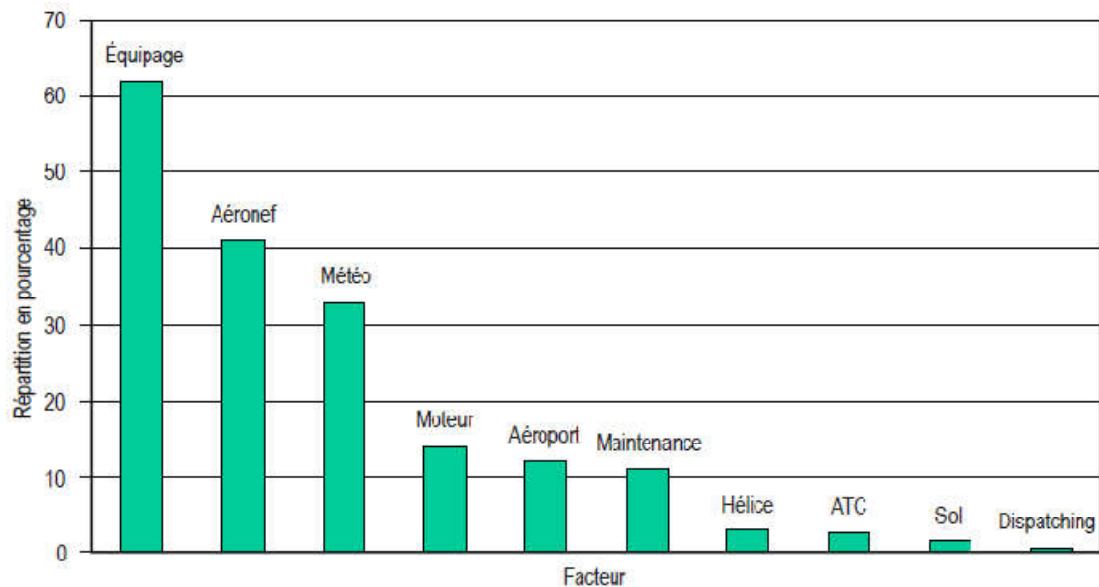


Figure 1.2 Répartition des facteurs de rapports d'accidents dans les services aériens du monde
(Selon données communiquées à l'OACI de 1970 à 2000)

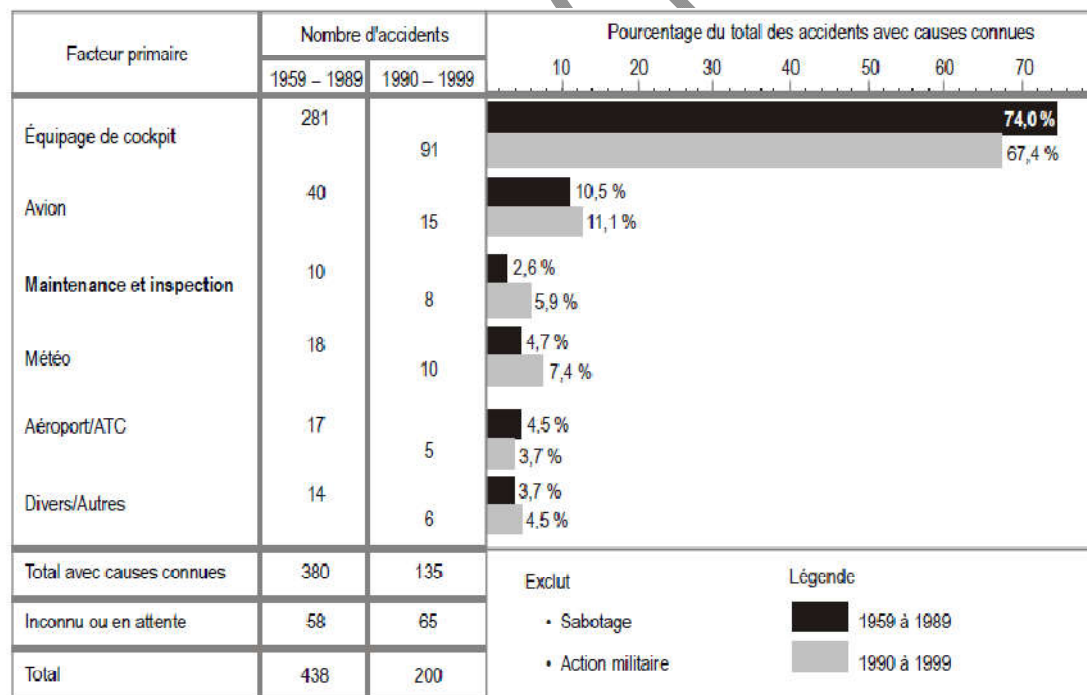


Figure 1.3 Erreur de maintenance comme cause primaire d'accidents avec destruction de coque —parc mondial d'avions à réaction de transport commercial (tableau Boeing)