

La performance humaine dans le domaine de la gestion de trafic aérien : Les facteurs humains impactant la performance des contrôleurs de la sécurité aérienne

Mohamed Faik

PhD student, Hassan First University of Settat, ENCG Settat ,

Laboratoire de Recherche en Management, Marketing et Communication, Morocco

Résumé : Le contexte de la recherche dans le domaine de la gestion du trafic aérien (ATM) est un environnement très critique pour la sécurité des êtres humains (Chang et Yeh, 2010). En effet, les contrôleurs de la circulation aérienne (ATCO) sont responsables de la sécurité et de l'efficacité de l'ensemble du trafic aérien. Leur travail est «centrée sur l'humain», et reste encore, malgré les progrès technologiques, dépendant de manière critique de leur performance quotidienne.

Les menaces pesant sur les performances humaines doivent être bien comprises et atténuées afin de maintenir la sécurité et l'efficacité des vols dans un environnement caractérisé par une demande de trafic de plus en plus élevée et des exigences de performances croissantes. L'objectif de ce travail est de passer en revue les neuf facteurs humains recensés par la littérature (charge de travail, fatigue, stress, attention, vigilance, SA, communication, travail en équipe, confiance) et leurs impacts sur la performance humaine des gestionnaires de trafic aérien.

Mots-clés : Performance, Performance humaine, gestion du trafic aérien, facteurs humains.

1. INTRODUCTION

L'étude et la pratique de la performance humaine sont relativement nouvelles. L'étude des erreurs d'un point de vue psychologique a commencé il y a longtemps, mais ces études ont été conduites d'un point de vue universitaire conçu pour classer les erreurs en catégories cognitives et non cognitives. Ils avaient peu d'application pratique. Au début des années 1970, le Dr James Reason a commencé à analyser les erreurs d'un point de vue théorique et pratique. Il a utilisé les recherches menées par ses pairs et ses prédécesseurs pour développer un cadre de travail permettant de comprendre les types d'erreur et, une fois compris, de concevoir des stratégies de prévention des erreurs. Le cadre qu'il a développé s'appelle le système de modélisation d'erreur générique (GEMS). M. Reason a vérifié que le

cadre était applicable aux industries dans lesquelles les risques étaient importants et dans lesquelles les conséquences d'une erreur étaient impitoyables.

L'histoire de l'analyse des événements a montré que les erreurs humaines sont à l'origine de la majorité des accidents d'avions, il faut donc tenir compte des facteurs humains et mieux comprendre le comportement et la performance humaine qui représente, à la communauté aéronautique internationale, la seule opportunité majeure de rendre l'aviation plus sûre et plus efficace.

D'autre part, depuis les débuts de l'aéronautique, le nombre d'aéronefs présents dans l'espace aérien n'a cessé d'augmenter. La demande relative au transport aérien n'est pas amenée à stagner, au contraire les prévisionnistes annoncent une augmentation significative de la densité du trafic aérien pour les prochaines dizaines d'années à venir (OACI). Cette augmentation de la demande engendre une hausse des sollicitations pour le contrôle aérien. Les contrôleurs aériens ont, en effet, la lourde responsabilité de maintenir un niveau de sécurité irréprochable tout en veillant à la fluidité du trafic. Ils doivent tout mettre en œuvre pour éviter les risques de collision entre les aéronefs en minimisant les répercussions sur les durées des vols aériens et les consommations en carburant.

La gestion du trafic aérien est un environnement critique pour la sécurité, s'appuyant sur la performance des personnes pour fournir un service sûr, efficace et performant 24h / 24. Les conséquences potentielles d'une mauvaise performance sont graves, avec des coûts élevés et des pertes de vies potentielles, cette performance est appelée performance humaine.

La concurrence devenant de plus en plus vive entre les différents fournisseurs des services de contrôle aérien, chacun d'entre eux cherche constamment à améliorer les services offerts à la clientèle, et ce, à moindre coût. Dans un tel contexte, le développement de la performance humaine constitue un défi considérable pour les contrôleurs aériens. La conjoncture économique oblige donc les gestionnaires de trafic aérien à revoir leurs pratiques pour améliorer la qualité du service offert à savoir un écoulement sûr et ordonné des vols sous leurs responsabilités.

Si la performance humaine est une question de «potentiel de réalisation», la question qui a modifié la mission et le rôle du manager des ressources humaines devient alors «comment définir ce potentiel de réalisation humain»?

Cet article vise à contribuer à l'amélioration de la sécurité aérienne en se focalisant sur l'étude des facteurs humains et leur impact sur la performance des contrôleurs aériens.

Plus précisément, nous essayons de répondre à la question suivante :

Pouvons-nous mieux comprendre les effets des facteurs humains sur les performances des contrôleurs aériens?

2. LA PERFORMANCE HUMAINE :

La littérature relative à la performance humaine se réfère plus particulièrement à la performance biologique de l'être humain. Dans notre article nous nous intéressons à la notion de facteur humain et à la prise de conscience par l'entreprise de la nécessité et de l'importance de cette ressource qu'est l'homme. En effet, le développement de la performance de l'entreprise ne repose pas uniquement sur l'existence de nombreux salariés, mais aussi sur leur capacité à développer ensemble un autre capital qu'est le capital organisationnel, constitué par les processus opérationnels, les valeurs et la réputation de l'entreprise, les normes comportementales, et l'implication des salariés au projet de l'entreprise (Chamak, et Fromage, 2006). Dans une dimension socioéconomique, comme le disent Bringer et al. (2011), l'accroissement de la performance de l'entreprise passe par le développement de son potentiel humain.

2.1- Définition du concept :

La performance humaine (parfois appelée facteurs humains) traite des personnes exécutant leur travail et peut être considérée comme « le produit des comportements humains et des résultats des activités humaines qui sont associés à l'accomplissement de leurs tâches ». Elle est indispensable partout et à chaque fois que l'être humain est impliqué dans un domaine d'activité et est influencée par plusieurs facteurs dont l'effet se répercute sur la performance de l'organisation en général.

Le cadre de la performance humaine s'articule autour de cinq principes directeurs :

- Les gens sont faillibles et même les meilleurs font des erreurs.
- Les situations d'erreur probable sont prévisibles, gérables et évitables.
- Le comportement individuel est influencé par les processus et les valeurs de l'organisation.
- Les gens atteignent des niveaux de performance élevés, basés en grande partie sur les encouragements et le renforcement reçus des chefs, pairs et subordonnés.
- Les événements peuvent être évités en comprenant les raisons des erreurs et en appliquant les leçons tirées d'événements passés.

La performance humaine suggère une forte motivation, une forte implication et un engagement des employés dans la réalisation de leurs tâches.

2-2- Performance humaine dans le domaine de la gestion du trafic aérien

Les performances humaines (parfois appelées facteurs humains) sont indispensables partout et à chaque fois que l'être humain est impliqué dans l'aviation. Ainsi, il joue un rôle fondamental et vital dans la promotion de l'efficacité et, surtout, de la sécurité dans tous les domaines du secteur de l'aviation.

La majorité des erreurs sont attribuables aux personnes qui peuplent le système de l'aviation. Ils peuvent notamment se produire en relation avec l'interface entre les personnes, les procédures et

équipements complexes mis en place pour faciliter l'accomplissement de leurs tâches de manière sûre et efficace. Les «facteurs humains» auxquels ils sont soumis entraînent parfois des erreurs involontaires de gestion des tâches et de jugement professionnel. Ils peuvent également ne pas livrer leurs compétences pratiques au niveau formé à chaque fois. Le contexte de ces erreurs peut être constitué par de simples défaillances dans le comportement de professionnels bien informés ou par un échec sous-jacent à l'évaluation de l'éventail complet des influences comportementales ou de leurs conséquences potentielles. Les erreurs peuvent parfois être des violations intentionnelles plus ou moins graves et pour des motifs divers. Le cadre organisationnel dans lequel les personnes fonctionnent peut ne pas toujours être propice à la valorisation de leur potentiel et les procédures peuvent être inappropriées ou inefficaces

2.2.1. Pourquoi la performance humaine importe-t-elle?

Diverses sources estiment que la performance humaine joue un rôle clé dans jusqu'à 80 pour cent des événements. Ce pourcentage élevé indique que la performance humaine est un domaine qui mérite d'être pris en compte dans la sécurité aérienne. Lorsque quelque chose ne fonctionne pas comme prévu, il n'est pas inhabituel de découvrir que le problème est lié à des gestes posés par un opérateur de première ligne, de classer la cause comme erreur humaine et de s'arrêter là. Une enquête plus poussée révèle généralement la possibilité que certains aspects du milieu de travail ne correspondent pas à ce qui est nécessaire pour obtenir la performance souhaitée. Il peut s'agir par exemple de la conception en équipement qui prédispose involontairement un contrôleur à agir d'une façon inappropriée ou qui nuit à sa capacité d'accomplir ses tâches conformément à la norme requise ou à la qualité des méthodes de travail. Cet aperçu général de la performance humaine tient compte de la gamme de facteurs qui peuvent à la fois renforcer et réduire la performance humaine dans l'ensemble de l'organisation.

2.2.2. Comment les concepts de performance humaine s'appliquent-ils au contrôleur de la circulation aérienne?

Par rapport à d'autres industries à haut risque, telles que le traitement chimique, l'énergie nucléaire et même l'aviation en général, la gestion du trafic aérien est toujours «centrée sur l'homme». Malgré les progrès technologiques, l'ATM dépend toujours de manière critique des performances quotidiennes du personnel de première ligne hautement qualifié, comme les contrôleurs aériens, les superviseurs et les autres membres du personnel opérationnel.

Avec un fort potentiel d'incidents, Kirwan (2011) pense que la gestion du trafic aérien (ATM) est remarquablement fiable. Toutefois, lorsque les avions ont enfreint les minimums de séparation réglementés normalisés, ce qui signifie qu'il s'agit d'un « incident », l'erreur humaine a été attribuée comme cause primaire ou secondaire dans 75 à 90 % des cas (Mackieh et Cilingir, 1998).

Les contrôleurs aériens gèrent en toute sécurité et efficacement des millions de vols par jour, la croissance du trafic est le principal défi pour maintenir un tel record, car lorsque le trafic aérien augmente, le risque accroît considérablement et une performance humaine efficace rend cela possible. Cette dernière est nécessaire pour rassembler efficacement les personnes, les procédures et les équipements afin de rendre l'entreprise plus efficace et plus sûre.

Contrairement à d'autres industries critiques pour la sécurité, qui ont été largement automatisées ou sont toujours très manuelles, le travail du contrôleur aérien est de nature très cognitive, les activités de gestion du trafic, telles que la prise de décision, la résolution de conflits et la coordination du trafic, reposent sur des processus de gestion des performances humaines, tels que l'analyse visuelle, le maintien de la conscience de la situation et la gestion de la charge mentale de travail. On peut alors schématiser les facteurs déterminants de la performance humaine dans la figure suivante :

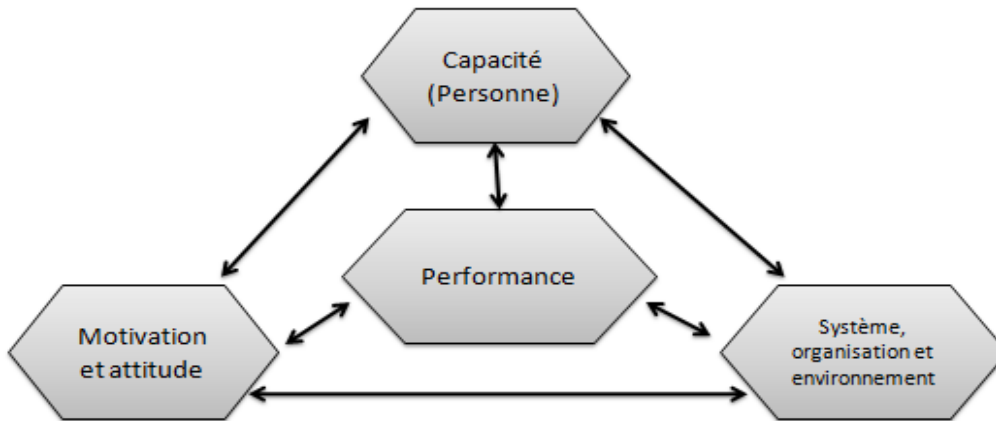


Figure : Les déterminants de la performance au travail.

La performance humaine, dans le contexte de l'ATM, fait référence à assurer la bonne exécution des emplois, des tâches et des activités par le personnel opérationnel, individuellement et collectivement. Cette performance se concentre sur l'optimisation de l'élément humain dans les systèmes de travail complexes tels que la gestion du trafic aérien. La conception et la gestion de la performance humaine implique l'application des connaissances acquises à partir de la recherche et de la pratique des facteurs humains, de la psychologie et du management.

3. REVUE DE LA LITTÉRATURE SUR LA RELATION ENTRE FACTEURS HUMAINS ET LA PERFORMANCE DANS LE CONTROLE DU TRAFIC AÉRIEN :

Ce paragraphe résume la littérature recensée sur neuf facteurs humains (charge de travail, fatigue, stress, attention, vigilance, SA, communication, travail en équipe, confiance) qui sont proposés dans les environnements ATC. On propose de passer en revue chaque facteur ainsi que les résultats de la recherche relative à son association avec la performance du contrôleur.

Il a été reconnu que les constructions des facteurs étaient qualitativement différentes. Issus d'une tendance apparue dans la littérature, les neuf facteurs ont été regroupés en trois catégories comme illustré dans la figure suivante afin de faciliter la présentation des facteurs.

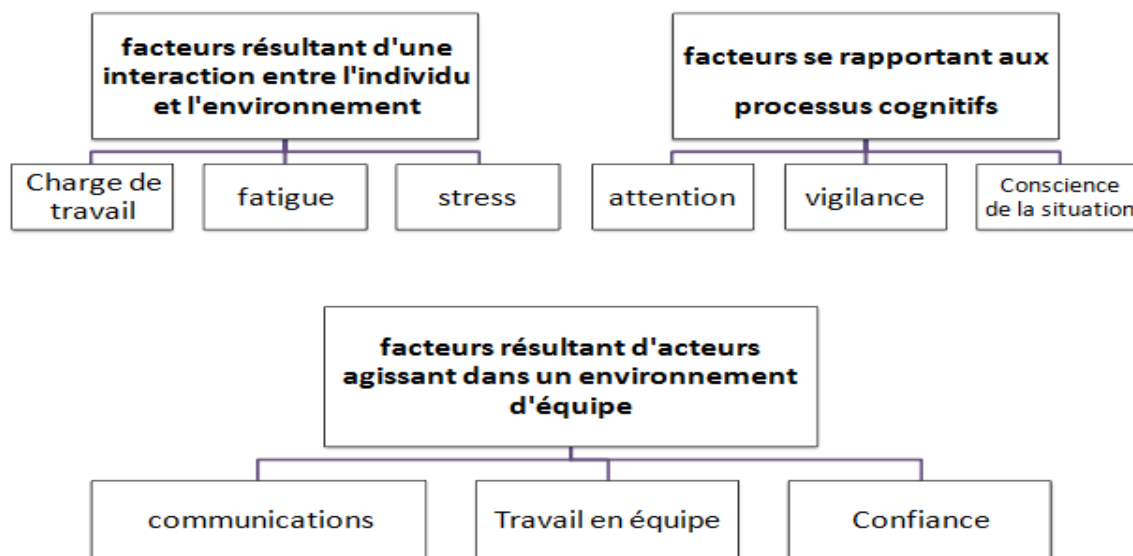


Figure 2.1. Catégorisation des facteurs en fonction des tendances des données identifiées dans la revue de la littérature

3.1- Facteurs résultant d'interactions entre individus et environnement :

3.1.1. Charge de travail :

La charge mentale au travail (appelée aussi « charge mentale au travail ») est une construction à multiples facettes (Athenes, Averty, Puechmorel, Delahaye et Collet, 2002), dominante dans la littérature sur les facteurs humains (à savoir Wickens, Mavor et McGee, 1997).

Une première distinction peut être faite entre la charge physique au travail, associée à l'effort physique exercée par l'homme et la charge mentale au travail, associée aux processus cognitifs et affectifs de l'opérateur humain (Wickens et al. 1997). Comme la tâche d'un contrôleur aérien est principalement cognitif (Bonini, 2005), cet examen ne portera que sur la charge mentale. Bien qu'il n'existe pas de définition universellement acceptée, la charge mentale au travail est généralement

décrite comme une "construction intermédiaire" (Wickens et al. 1997, p. 114) qui est un produit de l'interaction entre les exigences de tâches objectives et les ressources cognitives disponibles chez un individu (Parasuraman, Sheridan & Wickens, 2008; Lamoureux, 1999).

Les théories des ressources expliquent la charge de travail à travers les concepts de capacité d'attention et des ressources cognitives (Wickens 1984; Young & Stanton, 2002). Ces théories supposent que chaque individu dispose de ressources cognitives limitées qui doivent être affectées aux différentes tâches que l'opérateur doit exécuter (Smit et al., 2004; Wickens, 1984; Wickens et al., 1997), cette affectation dépend des tâches à accomplir, plus la tâche est complexe, plus des ressources sont nécessaires (Wickens, 1984).

"La charge de travail est sans doute l'un des problèmes les plus importants liés aux facteurs humains" (Rantanen et Nunes, 2005). La charge de travail extrême peut avoir des conséquences négatives sur les performances du contrôleur aérien et, par conséquent, sur la sécurité.

Des définitions de la charge de travail spécifiques au contrôle aérien ont été élaborées pour la mise en œuvre de la charge de travail sur le terrain. Par exemple, Djokic et al. (2010) ont défini la charge de travail d'un contrôleur comme "le résultat d'une interaction aussi complexe entre la demande de tâches et la façon dont le contrôleur gère activement la situation", qui reconnaît à la fois la charge de la tâches externe et l'importance de la stratégie de contrôle et des stratégies de compensation pour modérer la charge de travail perçue.

Dans le domaine de l'ATC, les facteurs définissant la charge de travail comprennent les exigences environnementales (extrinsèques), telles que les complexités résultant de l'affichage visuel (Athenes et al., 2002; Wickens et al., 1997), et des exigences de tâches (intrinsèques) telles que le nombre d'avions sous contrôle et la complexité de leur configuration (Vogt, Hagemann, & Kastner, 2006). La stratégie de contrôle choisie par les contrôleurs peut augmenter ou réduire la complexité, en influençant à la fois les demandes de tâches et la charge de travail. (Djokic et al., 2010).

Dans le domaine ATM, la charge de travail "est toujours considérée comme l'un des facteurs les plus importants influant sur la performance des opérateurs" (Di Nocera, 2006, p639). Fréquemment, des charges de travail extrêmes, telles que la sous-charge, une charge de travail élevée et la surcharge s'est révélée être associée de manière négative à la performance humaine (Cox-Fuenzalida, 2007; Huttunen et al., 2011; Shaw et Weekley, 1985).

Les enquêtes expérimentales réalisées par Schroeder et Nye (1993) ,Huttunen, (2011), ont également révélé qu'une charge de travail plus importante et une sous-charge, sont en relation directe avec un déclin de performance des contrôleurs aériens

En conclusion, la charge de travail est un facteur dominant d'ordre économique et lié à la sécurité dans le domaine de l'ATM. Tout au long de la littérature, des relations significatives entre une charge de travail extrême (sous-charge, charge de travail faible, charge de travail élevée, surcharge) et une baisse des performances du contrôleur ainsi que des erreurs opérationnelles croissantes ont été signalées à plusieurs reprises.

3.1.2. Fatigue

La fatigue est le terme général utilisé pour décrire la fatigue physique et / ou mentale qui s'étend au-delà de la fatigue normale. La fatigue physique concerne l'incapacité d'exercer une force avec ses muscles au degré auquel on pourrait s'attendre. Il peut s'agir d'une fatigue globale de tout le corps ou se limiter à des groupes musculaires particuliers. La fatigue mentale, qui peut inclure la somnolence, concerne une diminution générale de l'attention et de la capacité à effectuer des tâches complexes, voire assez simples, avec une efficacité habituelle.

La fatigue est quelque chose qui peut survenir dans toutes les professions. Cependant, dans le contrôle de la circulation aérienne (ATC) où un service 24 heures sur 24 est requis et la sécurité doit être maintenue en tout temps, il est essentiel que les contrôleurs aériens comprennent les risques potentiels de fatigue et sachent ce qu'ils peuvent gérer ces risques. La plupart des contrôleurs aériens travaillent par quarts et apprécieront déjà que certains aspects du travail posté peuvent augmenter le risque de fatigue. Leur travail nécessite constamment de bonnes performances humaines. À mesure qu'un contrôleur devient plus fatigué, le risque que ses performances soient altérées augmente et, finalement, la fatigue peut compromettre considérablement sa capacité à effectuer ses tâches en toute sécurité.

La fatigue mentale peut être décrite de manière générale comme "un état de transition entre la vigilance et la somnolence" (Wickens et al., 1997, p. 341). Cela peut être le produit d'exigences cognitives soutenues et d'un effort individuel important (Hockey & Earle, 2006), elle a aussi des implications affectives, psychologiques et physiologiques (Avers & Johnson, 2011).

En se concentrant sur la fatigue mentale, une distinction courante est faite dans la littérature entre la fatigue subjective et la fatigue cognitive ou liée à la performance. La fatigue subjective fait référence à l'expérience personnelle de la fatigue et comprend des sentiments de fatigue, de détresse ou de difficulté à exécuter. Bien qu'une fatigue subjective puisse être ressentie, une réflexion peut ne pas être vue dans la performance. Cependant, la fatigue cognitive peut être perçue par la diminution de performance sur une tâche

Caldwell (2001) suggère qu'il existe trois principales sources de fatigue fréquemment reconnues dans la littérature: les troubles du sommeil, les mécanismes homéostatiques, y compris les rythmes circadiens, et le temps sur les effets de la tâche.

De nombreux ouvrages confirment une relation négative entre la fatigue (ou les facteurs qui la provoquent) et la performance (Wickens et al., 2004; Williamson et al., 2011). La fatigue a été largement signalée comme contribuant négativement à l'augmentation des risques d'incidents et d'accidents (Dorrian et al., 2007; Hetherington, Flin et Mearns, 2006; Hockey et Earle, 2006). Dans le domaine du trafic aérien, bien que la fatigue ait été enregistrée dans les rapports d'incidents, les fréquences sont relativement faibles (Della Rocco, 1999; Edwards et al., 2012).

La définition de la fatigue qui a été choisie pour une utilisation ultérieure est « un état physiologique résultant d'une réduction de performance mentale ou physique suite à un manque de sommeil ou à une veille prolongée, d'une phase circadienne ou d'une charge de travail (activité mentale et / ou physique) pouvant inclure des sentiments de lassitude et des baisses de vigilance ainsi que la capacité d'exécuter des tâches liées à la sécurité » (OACI). Cette définition est utilisée par l'OACI, dans son Document 9966, et est donc pertinente pour le domaine ATC. De plus, la définition reconnaît les éléments de fatigue qui ont été identifiés dans la littérature, y compris la base biologique de la fatigue, l'élément subjectif de la fatigue, ainsi qu'une cause principale de fatigue.

En résumé, une revue de la recherche confirme que les effets de la fatigue, résultant d'un certain nombre de sources, sont présents dans le domaine ATC. Les influences de la fatigue sur les performances ont également été bien documentées. Cependant, la relation entre fatigue et performances est complexe, elle peut être modérée par d'autres influences telles que les exigences et les caractéristiques des tâches ainsi que par des choix de stratégies de motivation et d'effort / basées.

3.1.3. Stress

Dans le contexte de cette revue, le stress peut être décrit comme un état de tension psychophysiologique (Congleton, Jones, Shiflett, McSweeney et Huchingson, 1997) et le produit d'un déséquilibre substantiel (réel ou perçu) entre les exigences environnementales et les ressources individuelles nécessaires pour répondre à ces exigences (Desaulniers, 1997; Matthews, 2002).

Les effets du stress sur un individu peuvent être classés en trois groupes principaux: psychologique (subjectif), physiologique (objectif) et comportemental / émotionnel (Isaac et Ruitenber, 1999). Le stress s'accompagne souvent d'une expérience subjective, et les individus sont généralement en mesure de signaler des changements émotionnels par rapport au facteur de stress, tels qu'un changement d'humeur (c.-à-d. Repetti, 1993). Les effets objectifs du stress comprennent des changements

psychophysiologiques tels que des niveaux d'éveil élevés (Ursin&Oloff, 1993) et des modifications du système nerveux autonome (SNA).

Les facteurs de stress et leurs effets subjectifs et objectifs ont été documentés dans plusieurs domaines critiques pour la sécurité (Leblanc, 2009; Martinussen&Richardson, 2006), y compris le domaine du trafic aérien (Martinussen&Richardson, 2006; Collet, Averty &Dittmar, 2009; Repetti, 1993; Sega et al., 1998).

Une relation entre le stress et la performance a été identifiée à plusieurs reprises dans la littérature (Lazarus, Deese et Osler, 1952; Hockey, 1997; Wetzel et al, 2006). Cette relation peut s'expliquer par l'application de la loi de YerkesDodson (Yerkes&Dodson, 1908). Le stress et le concept connexe de la vigilance, influencé par les facteurs de stress, peuvent varier sur un continuum de élevé à faible selon la situation. La loi de Yerkes-Dodson (Yerkes et Dodson, 1908) suggère qu'il existe une relation en U inversée entre la vigilance / le stress et la performance de la tâche. Un niveau de vigilance optimal est supposé être requis pour la réussite de la tâche, cela diffère entre les individus en fonction de l'expérience, de l'adaptation et des caractéristiques des tâches. **(Figure)**

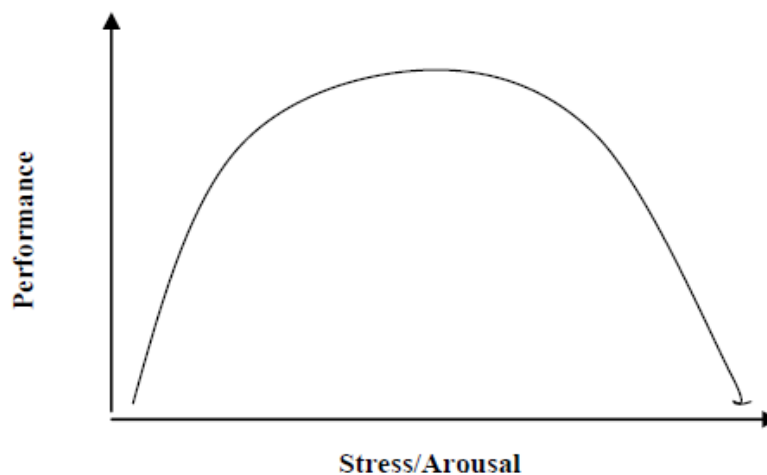


Figure 13: Relation entre stress/vigilance et performance.

La performance augmenterait avec le niveau de vigilance jusqu'à ce que le point optimal soit atteint, en raison de la menace du stress psychologique qui nécessite davantage d'effort cognitif dans la tâche (Wickens et al., 2004). Le stress peut donc faciliter l'exécution des tâches jusqu'à cet optimum, après quoi si l'excitation continue d'augmenter, la surexcitation entraîne une baisse de la performance.

En résumé, le stress peut être déclaré comme le produit de l'interaction entre des demandes externes et la capacité perçue d'un individu à faire face à ces demandes. Il est documenté comme ayant des effets psychophysiologiques (objectifs) et psychologiques (subjectifs) sur un individu, Ces effets

peuvent être positifs aussi bien que négatifs, bien que le plus préoccupant pour les environnements critiques pour la sécurité soit les conséquences négatives de la relation performance-stress. Il a été démontré à maintes reprises que le stress influence négativement les performances dans plusieurs contextes critiques pour la sécurité, y compris l'aviation.

3.2. Les facteurs se rapportant à des processus cognitifs :

3.2.1 Attention

Dans le contexte du système de traitement humain, l'attention est souvent désignée comme la capacité de s'occuper des informations dans l'environnement (Eysenck, 2001). Il s'agit d'un élément essentiel du système de traitement humain; la capture attentionnelle est nécessaire à la perception et à un traitement central plus poussé, aboutissant finalement à une réponse à l'information environnementale (Wickens et al., 2004).

Trois principales formes d'attention ont été identifiées dans la littérature (Brown et Boltz, 2002; Eysenck, 2001):

1. Une attention focalisée, définie comme un mécanisme cognitif qui aide un individu à s'occuper de manière sélective d'une cible spécifique à partir d'une gamme de stimuli (Behrmann et Tipper, 1999)
2. Attention partagée, définie comme la capacité d'une personne à assister à deux stimuli ou plus à la fois (Eysenck, 2001)
3. Une attention soutenue & la vigilance, définie comme «un état de préparation pour détecter et réagir à certains petits changements se produisant à des intervalles de temps aléatoires dans l'environnement» (Mackworth, 1957, pp389-390).

Dans cette partie, l'attention focalisée et l'attention partagée seront décrites, en revanche, l'attention soutenue/vigilance sera examinée dans le paragraphe suivant de cette revue en raison de son rôle spécifique et de son importance dans la tâche de contrôle de la circulation aérienne.

L'attention focalisée ou sélective peut être décrite comme un mécanisme cognitif qui aide un individu à s'occuper de manière sélective d'une cible spécifique à partir d'une gamme de stimuli (Behrmann et Tipper, 1999).

L'attention partagée est une forme d'attention distincte et se réfère à la capacité d'une personne à assister à deux stimuli ou plus à la fois (Eysenck, 2001) et est souvent étudiée à l'aide d'études à double tâche dans lesquelles deux stimuli simultanés sont présentés aux participants, avec l'instruction d'assister et de répondre aux deux intrants (Eysenck, 2001). Des baisses de performances sur les tâches

doubles sont fréquemment signalées (Eysenck, 2001) bien que les résultats soient mitigés, certaines études faisant état du maintien des performances. Des théories de l'attention sur les ressources ont été utilisées pour expliquer ces résultats (Eysenck, 2001). Ces théories supposent qu'il existe une capacité et des ressources limitées disponibles pour le traitement de l'information (Matthews et al., 2001).

En raison de la nature principalement cognitive de la tâche de contrôle du trafic aérien, l'attention sous ses diverses formes est une partie essentielle du traitement de l'information exigé du contrôleur. Dans la littérature sur la performance humaine, il est reconnu qu'une attention sélective est nécessaire pour une performance efficace (Eysenck, 2001). Les contrôleurs doivent assister de manière sélective aux événements externes en utilisant des canaux visuels et auditifs. Par exemple, les contrôleurs doivent rechercher visuellement les conflits, surveiller les bandes d'affichage et également écouter et répondre aux entrées auditives, y compris les demandes des pilotes et les informations des coéquipiers. Les informations provenant de ces canaux doivent d'abord être prises en compte afin d'être disponibles pour un traitement ultérieur (Wickens et al., 1997).

Une attention focalisée peut également maintenir les performances dans des conditions sous-optimales. Rantanen et Nunes (2005) ont étudié l'attention visuelle focalisée des contrôleurs. Les résultats de l'étude suggèrent qu'il existe une préférence hiérarchique pour les informations sur les avions que les contrôleurs choisissent progressivement pour évaluer s'ils sont sur des trajectoires convergentes. Les informations d'altitude ont d'abord été consultées, les informations de cap de l'avion ont ensuite été sélectionnées pour examen. Si de plus amples informations étaient nécessaires, la vitesse de l'avion était alors surveillée.

Une attention partagée est également essentielle pour répondre aux exigences des tâches de contrôle. Plusieurs sources d'informations doivent être traitées simultanément (telles que le balayage visuel et les informations auditives), et les tâches de contrôle sont souvent simultanées (Shorrock, 2007). Cette division de l'attention, en particulier sous des charges de travail élevées ou des tâches complexes, peut augmenter le risque d'erreurs de perception.

En conclusion, l'attention est une construction multidimensionnelle qui a trois formes principales: l'attention focalisée, l'attention divisée et l'attention soutenue / vigilance. Chaque forme d'attention est essentielle pour effectuer des tâches ATC, et les stratégies attentionnelles peuvent maintenir la performance sous des facteurs de stress distincts. Cependant, des pannes d'attention ou des stratégies inadéquates (telles qu'une distribution incorrecte de l'attention) ainsi que des interférences à double tâche peuvent entraîner des erreurs humaines telles que des erreurs de perception et une baisse des performances qui en résulte.

3.2.2. *Vigilance et attention soutenue :*

La vigilance peut être décrite comme «un état de préparation pour détecter et répondre à certains petits changements se produisant à des intervalles de temps aléatoires dans l'environnement» (Mackworth, 1957, pp389-390). Aston-Jones, Rajkowski, Kubiack et Alexinsky (1994) suggèrent que la vigilance est synonyme d'attention soutenue et est parfois utilisée pour désigner l'élément spécifique de détection et de réponse de l'attention soutenue (Matthews et al., 2001; Wickens et al., 1997). L'attention soutenue est un type d'attention spécifique (Matthews et al, 2001) qui fait référence à la capacité de maintenir une attention focalisée sur une cible pendant une période de temps (Smit et al., 2004).

Une vision traditionnelle des tâches de vigilance suggérait que ces tâches étaient sous-stimulantes et que toute baisse de performance était supposée résulter d'une sous-excitation. Une constatation répétée de la recherche sur les tâches de vigilance est une baisse progressive des performances de détection des cibles au fil du temps (Davies et Parasuraman, 1982). La précision de détection des cibles diminue tandis que le temps de réaction aux cibles augmenterait (Wickens et al, 1997). Cette tendance a été qualifiée de «décrément de vigilance».

La théorie des ressources limitées de Wickens (1984) a également été appliquée pour expliquer la diminution de la vigilance. On présume que le maintien de la vigilance épuise les ressources au fil du temps, entraînant la diminution observée (Fisk et Schneider, 1981).

La vigilance est une exigence essentielle de la tâche de contrôle du trafic aérien (Wickens et al., 1997). Les contrôleurs doivent rester vigilants pour les événements qui se produisent dans les modalités auditives et visuelles. Les baisses de vigilance peuvent avoir des conséquences potentiellement graves pour les performances d'ATCO et la sécurité du système. La robuste constatation de diminution de la vigilance a également été enregistrée pendant la tâche de contrôle.

Les données des rapports d'incidents d'aviation confirment également l'importance de la vigilance en ATC et les conséquences d'une baisse de vigilance sur les performances et la sécurité.

Une définition de travail de la vigilance a été choisie pour être «la capacité de prêter une attention continue à un domaine environnemental pendant une période de temps pour détecter des changements particuliers qui sont affectés par la vigilance». Ceci est très similaire à la définition Skybrary liée à l'ATM ("capacité à prêter une attention étroite et continue à un champ de stimulation pendant une période de temps, attentif à toute évolution particulière"),

En conclusion, la vigilance ou l'attention soutenue est un type d'attention spécifique qui est essentiel à la tâche ATC. Les contrôleurs doivent maintenir une vigilance visuelle et auditive afin

d'assurer un vol sûr et rapide des avions. Les baisses de vigilance peuvent entraîner des conséquences négatives sur les performances et la sécurité. Grâce à des analyses de rapports d'incident et à des études de simulation, il a été signalé que des déclin / échecs de Vigilance, tels que des détections manquées ou tardives, se produisent pendant la tâche ATC, entraînant un risque potentiel pour la sécurité (par exemple, Shorrock, 2007).

3.2.3. Conscience de la situation (SA)

Malgré un débat approfondi dans la littérature concernant la définition et la signification de la conscience de la situation (SA) (par exemple Dekker & Hollnagel, 2004; Dekker & Woods, 2002; Parasuraman et al, 2008; Sarter et Woods, 1991), il n'y a pas de définition ou d'une conceptualisation universellement acceptée de l'AS (Salas, Prince, Baker & Shrestha, 1995). La SA est reconnue comme étant à la fois un processus et un produit de ce processus (Dominguez, 1994; Salas et al, 1995).

Endsley (1988) propose que le processus de SA soit "la perception des éléments dans l'environnement dans un volume de temps et d'espace, la compréhension de leur signification et la projection de leur statut dans un avenir proche".

Au sein de l'ATC, les contrôleurs doivent continuellement évaluer les sources d'informations dynamiques pour développer une représentation mentale des aéronefs dans l'espace 3D et des emplacements futurs des aéronefs. Simultanément, d'autres informations pertinentes telles que la vitesse, la destination et la taille sont évaluées et intégrées dans la représentation. Les contrôleurs appellent cela « l'image » (Endsley & Rodgers, 1994). Whitfield (1979) a étudié le concept de « l'image » à l'aide de données verbales provenant de contrôleurs. Les résultats suggèrent que les contrôleurs ont signalé que l'image était une représentation géographique.

La conscience de la situation (SA) est importante pour une performance réussie en ATC (Endsley & Rodgers, 1994). Un vaste corpus de recherches a révélé qu'une SA adéquate soutient une prise de décision correcte (Mogford, 1997) et que la SA a donc été reconnue comme étant nécessaire pour que le contrôleur sélectionne l'action appropriée (Rognin et Blanquart, 2001).

Il est important de noter qu'une perte inadéquate ou complète de SA peut influencer négativement les performances. « Perdre l'image » est un terme familier pour la perte temporaire des contrôleurs de la représentation mentale tridimensionnelle, ce qui rend difficile le contrôle du trafic en toute sécurité.

Les données des analyses des rapports d'incident ont également documenté des associations entre une SA inadéquate et une baisse de performance ou des incidents liés à la performance

En conclusion, il a été démontré à maintes reprises que la conscience de la situation (SA) est essentielle au travail du contrôleur aérien. Une SA adéquate peut soutenir les performances, alors que les études de simulation et les analyses de rapports d'incident ont révélé qu'une insuffisance ou une perte de SA peut entraîner une baisse des performances et des conséquences liées à la sécurité.

3.3. Facteurs résultant d'individus agissant au sein d'un environnement en équipe :

3.3.1. Communications

La communication peut être définie comme le « transfert d'informations significatives d'une personne à une autre » (Hogg & Vaughan, 2002, p568) et implique à la fois la production et la réception des messages, bien que la communication soit indépendante (mais liée) aux concepts de discours et langage (Hogg & Vaughan, 2002; Huttunen et al., 2011). Le modèle de base de la communication nécessite un expéditeur; un message ou une information; un récepteur; et un canal de communication (Hogg & Vaughan, 2002).

La communication liée aux tâches "est le fondement du contrôle aérien" (Huttunen et al., 2011) et est essentielle pour l'accomplissement de la tâche de contrôleur. Des communications ont lieu entre plusieurs professionnels de l'aviation travaillant sous la forme d'une équipe répartie (Rognin & Blanquart, 2001). Les communications verbales et les signes para-verbaux (voir Huttunen et al., 2011) sont les principaux moyens de communication entre les contrôleurs et les pilotes d'avion pour émettre des instructions et fournir des informations (Wickens et al., 1997). De plus, les communications entre les contrôleurs des secteurs adjacents sont essentielles à la tâche ATC afin de coordonner les mouvements des avions entre les secteurs. Pour faciliter une communication sûre et efficace entre divers professionnels de l'aviation, les communications liées aux tâches sont réglementées par un ensemble de normes de communication établies. "La nécessité d'une communication claire et sans ambiguïté entre les pilotes et le contrôle de la circulation aérienne (ATC) est vitale pour aider à l'exploitation sûre et rapide des aéronefs (EUROCONTROL, guide de référence de la phraséologie de l'OACI, p2). L'anglais est utilisé comme langue normalisée. Une phraséologie normalisée est utilisée dans toutes les communications et qui a été conçue pour une clarté maximale et pour protéger contre l'ambiguïté.

Les résultats de la recherche ont indiqué que la réglementation et la normalisation de la communication favorisent des communications efficaces (Kanki et al., 1991; McKinney et al., 2004; Rognin et Blanquart, 2001). Les communications peuvent influencer les performances à la fois positivement et négativement. Une communication efficace aide les individus à développer une prise de conscience partagée de la situation ou du système, favorise le travail en équipe et se traduit donc par un maintien ou une augmentation des performances (Rognin & Blanquart, 2001; Kanki et al., 1991).

Le facteur de communication influence non seulement la performance globale, mais l'erreur de communication peut donc être classée comme une mesure de la performance. Les analyses des rapports d'incident ont signalé une association entre les erreurs de communication en tant que contributeur aux incidents liés aux performances et la baisse des performances (Isaac et Ruitenber, 1999; Rantanen, McCarley et Xu, 2009)

En conclusion, les communications sont essentielles au sein de l'ATC et dans le domaine de l'aviation au sens large. Des formes de communication distinctes, y compris les fonctions verbales et para-verbales, écrites et non verbales, sont essentielles pour la circulation sûre et efficace du trafic, grâce à la communication entre les contrôleurs et les pilotes ainsi qu'entre les équipes de contrôleurs. Les erreurs de communication ont été associées à une baisse des performances et à des incidents de la sécurité. Des programmes de formation sont en place pour les professionnels de l'aviation afin de les sensibiliser aux problèmes de communication et aux conséquences potentielles des erreurs de communication.

3.3.2. Travail en équipe

Le travail en équipe est communément appelé les méthodes de travail organisées et collectives entre un groupe établi de personnes (Bailey & Thompson, 2000; Erdem&Ozen, 2003; Rasmussen &Jeppesen, 2006). Le concept connexe d'une équipe peut être décrit comme un ensemble distinct de deux personnes ou plus qui interagissent de manière dynamique, interdépendante et adaptative vers un but / objet / mission commun et valorisé (Salas, et al., 1995, p4).

Le développement de la théorie du travail en équipe s'est concentré sur la compréhension des variables affectant l'efficacité du travail en équipe, telles que les propriétés des tâches et l'environnement de travail (Morey et al., 2002). La coordination est également reconnue comme une « caractéristique centrale d'un travail en équipe efficace » pour des tâches conjointes telles que le contrôle du trafic aérien (Svensson& Andersson, 2006, p1227).

Le travail en équipe est un élément essentiel de l'ATC et "le travail du contrôleur individuel dépend beaucoup du travail en équipe, qui se reflète dans la communication et la coordination avec d'autres membres du personnel d'exploitation tels que les équipages de conduite" (Woldring, 1999,)

Le travail en équipe s'est révélé à plusieurs reprises influencer les performances humaines dans la littérature (Erdem&Ozen, 2003; Glaser et al., 1999; Rasmussen &Jeppesen, 2006). Plus précisément dans le domaine ATC, Malakis, Kontogiannis et Kirwan (2010b) suggèrent que "le travail en équipe semble être associé aux performances du contrôle de la circulation aérienne" (p628) et fournissent

plusieurs exemples de problèmes de travail en équipe qui ont été impliqués dans plusieurs accidents d'aviation de haut niveau (Malakis et al., 2010b).

Les analyses des rapports d'incident prennent également en charge une corrélation entre le travail en équipe et les performances. Un travail en équipe adéquat et efficace est donc essentiel pour maintenir et soutenir les performances dans un contexte ATC. Wickens et al (1997) suggèrent que les résultats de la littérature concernant l'association entre le travail en équipe et la performance sont solides, et impliquent que le travail en équipe est un élément essentiel dans le contrôle sûr et efficace du trafic aérien.

En résumé, le travail en équipe "est susceptible d'être un élément essentiel dans le domaine ATC dans un avenir prévisible" (Wickens et al, 1997, p150). Le travail en équipe s'est révélé à plusieurs reprises influencer la performance humaine qui peut être améliorée avec un travail en équipe efficace. À l'inverse, un travail en équipe inadéquat a été associé à des baisses de performances et à des erreurs humaines.

3.3.3. Confiance

La confiance est une construction multidimensionnelle (Costa et al, 2001). Plusieurs taxonomies de confiance existent dans la littérature (Erdem et Ozen, 2003; Kiffin Peterson & Cordery, 2003). Cependant, il n'existe pas de définition universellement acceptée ni même de taxonomie de la confiance (Bonini, 2005). Ce qui est largement cité dans la littérature fait la différence entre la confiance dispositionnelle et la confiance situationnelle (Kiffin-Peterson & Cordery, 2003). La confiance dispositionnelle fait référence à la propension d'un individu à faire confiance, fondée à la fois sur ses prédispositions à la confiance et sur les influences environnementales subséquentes. La confiance situationnelle est spécifique au contexte, résultant de la perception de la fiabilité d'un individu (ou des machines) (pour un examen complet, voir Kiffin-Peterson et Cordery, 2003).

Une deuxième distinction est faite entre la confiance interpersonnelle et la confiance dans la technologie. La confiance interpersonnelle peut être largement décrite comme la volonté d'être vulnérable «à une autre partie sur la base de la conviction que cette dernière est compétente, ouverte, concernée et fiable» (Mishra, 1996, p265). Il faut faire la différence entre la confiance cognitive, définie comme une croyance logique qu'un individu est digne de confiance, et la confiance affective, définie comme le produit d'une émotion ou d'un sentiment qu'un individu est digne de confiance (Erdem et Ozen, 2003).

Dans le domaine du trafic aérien, la confiance interpersonnelle et la confiance dans la technologie sont essentielles au bon fonctionnement du système (Bonini, Jackson & McDonald, 2001). Les ATCO

ont été enregistrés pour considérer la confiance "comme importante dans leur travail en termes de leurs relations avec les collègues, les pilotes et la direction, ainsi qu'en ce qui concerne leur attitude envers la technologie" (Bonini, 2001, p450). Spécifique au contexte ATC, la confiance a donc été définie comme la croyance en la capacité des autres et dans le système (Bonini et al., 2001).

La confiance dans la technologie est essentielle pour la performance du système en ATC (Bonini, 2001). Dans ce contexte, la confiance se réfère à la confiance dans l'équipement et la fiabilité des informations.

La confiance (interpersonnelle et la confiance dans la technologie) a souvent été signalée comme influençant la performance humaine (Bonini, 2005, p13; Costa et al., 2001). Plus précisément, la décision de faire confiance à un individu ou à un système, et la pertinence de cette décision dans le contexte donné, influence l'influence qui en résulte sur la performance.

Muir et Moray (1996) ont étudié la perception qu'ont les opérateurs de la confiance dans la technologie et les performances de l'opérateur lorsqu'ils utilisent le système. Une forte corrélation négative a été signalée entre la confiance dans la machine et la surveillance. Muir et Moray (1996) ont conclu que la confiance excessive avait influencé la stratégie de contrôle choisie par l'opérateur, ce qui minimisait la surveillance

En résumé, la confiance influence les interactions avec les collègues et l'utilisation des technologies (Bonini, 2005). Les opérateurs connaissent une période de calibrage de la confiance lorsqu'ils interagissent avec un collègue ou une technologie inconnue (c'est-à-dire apprendre quand il convient de faire confiance ou de ne pas faire confiance). Un étalonnage incorrect peut créer des décalages entre la confiance et la compétence, entraînant des influences négatives potentielles sur les effets sur les performances

4. CONCLUSION

La littérature présentée permet alors de tirer une conclusion importante concernant la performance humaine dans le domaine de gestion du trafic aérien.. L'examen, tant des résultats exposés que de ceux qui ont été obtenus ailleurs, prouve queLa fiabilité de l'homme dans les opérations de gestion de la circulation aérienne (ATM) est encore très élevée par rapport à ce qu'elle est dans d'autres secteurs. Toutefois, la plupart des incidents sont imputables à des erreurs humaines (généralement des contrôleurs et/ou des pilotes) et non à des défaillances de matériel ou de logiciel, et les niveaux et la complexité de la circulation aérienne mettent les contrôleurs sous pression dans les systèmes actuels. Des efforts doivent donc être faits pour gérer les erreurs humaines dès la phase de conception, avant qu'elles ne provoquent des incidents dans les systèmes opérationnels. Ainsi, l'élément humain

constitue la vraie richesse d'une organisation dont il est important d'appréhender le niveau de performance afin de développer un avantage compétitif.

Le présent article résume la recherche couvrant plusieurs décennies sur un ensemble spécifique de neuf facteurs humains (charge de travail, fatigue, stress, attention, vigilance, SA, communications, travail en équipe, confiance) et leur association avec la performance humaine, des travaux ultérieurs s'avèrent nécessaires afin de développer un modèle de la performance qui tient compte des différentes dimensions et qui peut être adopté dans la mesure de l'efficacité de l'élément humain dans un domaine à très haut risque tel que la gestion de la sécurité aérienne.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Bailey, L. L. & Thompson, R. C. (2000). The effects of performance feedback on air traffic control team coordination: A simulation study. final report, No. A218283. Civil Aeromedical Institute. Oklahoma City: Oklahoma.
- [2] Behrmann, M., & Tipper, S. P. (1999). Attention accesses multiple reference frames: evidence from visual neglect. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 25(1), 83-101.
- [3] Cardosi, KM & Murphy, ED (1995) Facteurs humains dans la conception et l'évaluation des systèmes de contrôle de la circulation aérienne. Cambridge, MA: John
- [4] Chang, Y. & Yeh, C. (2010). Human performance interfaces in air traffic control. *Applied Ergonomics*, 41, 123-129.
- [5] Costa, A. C., Roe, R. A., Taillieu, T., (2001). Trust within teams: The relation with performance effectiveness. *European Journal of Work and Organizational Psychology*, 10(3), 225-244.
- [6] Dekker, S. W. A. & Hollnagel, E. (2004). Human factors and folk models. *Cognition, Technology, and Work*, 6, 79-86.
- [7] Edwards, T., Sharples, S., Wilson, J. R., and Kirwan, B. (2012). Factor interaction influences on human performance in air traffic control: The need for a multifactorial model. *Work: A Journal of Prevention, Assessment and Rehabilitation*, 41(1), 159-166.
- [8] Hackman, J. R., & Oldham, G. R. (1976). Motivation through the design of work: Test of a theory. *Organizational Behavior and Human Performance*, 16, 250-279.
- [9] Hancock, P. A. & Warm, J. S. (1989). A dynamic model of stress and sustained attention. *Human Factors*, 31(5), 519-537.
- [10] Hopkin, v. D. (1995) Facteurs humains dans le contrôle du trafic aérien. Londres: Taylor & Francis
- [11] Hawkins, F. (1997) Facteurs humains en vol. Aldershot, Royaume-Uni: Ashgate.

- [12] J. Campbell, J. P. (1990). Modeling the performance prediction problem in industrial and organizational psychology. Palo Alto: Consulting Psychologists Press.
- [13] Jamal, M. (2016). Job Stress and Job Performance Relationship in Challenge-Hindrance Model of Stress: An Empirical Examination in the Middle East , Pakistan Journal of Commerce and Social Sciences, 10(3), 404-418
- [14] Isaac, A. & Ruitenburt, B. (1999) Contrôle du trafic aérien: les facteurs de performance humaine. Aldershot, Royaume-Uni: Ashgate.
- [15] Leonard, M., Graham, S., & Bonacum, D. (2004). The human factor: the critical importance of effective teamwork and communication In providing safe care. *Quality and Safety In Health Care*, 13(1), 185- 190.
- [16] Warm, J. S. (1984). An Introduction to vigilance. *Sustained attention In human performance*, 1 14.
- [17] Wickens, C. D., Mabor, A. S., & McGee, J. P. (1997). *Flight to the Future: Human Factors in Air Traffic Control*. Washington D.C.: National Academy Press.