

## LA REPRÉSENTATION DE LA CHARGE DE TRAVAIL : CAS DES PILOTES D'AIRBUS A320

**DELOYE BARBARA, LANGA PAUL**

Université de Picardie Jules Verne, Faculté des Sciences Humaines et Sociales, Laboratoire  
ECCHAT/CONTACTS, Chemin du Thil, 80025 Amiens Cedex 1, France.

### Résumé

Dans un souci de fiabilité, les concepteurs de l'AIRBUS A320 ont décidé d'automatiser le plus possible cet avion afin de réduire le risque d'erreurs humaines. Ces automatismes sont une aide pour le pilote dans la mesure où ils sont là pour diminuer sa charge de travail. Certaines tâches réalisées auparavant par les humains sont maintenant effectuées par les automatismes. Mais toute la question est de savoir si les pilotes ressentent cette diminution de la charge de travail. Quelle représentation ont-ils désormais de leur charge de travail? Pour répondre à cette question, nous avons émis l'hypothèse selon laquelle les pilotes pensaient avoir une charge physique de travail moindre mais une charge cognitive plus élevée avec les automatismes.

Les résultats nous ont montré que les phases automatisées sont évoquées comme impliquant une charge cognitive et les phases non automatisées comme impliquant une charge physique. Les phases automatisées sont celles qui sont le plus souvent évoquées contrairement aux phases non automatisées.

**Mots clés :** Représentation, Automatisation, Charge de Travail.

## THE REPRESENTATION OF WORKLOAD: THE CASE OF AIRBUS A320 PILOTS

### Abstract

Considering the anxiety of the reliability, the AIRBUS A320 project managers decided to automate the most possible this plane to decrease the human factor risks. These automatic devices are a help for the pilot because they have to decrease his workload. Some tasks done before by humans are now made by the automatic devices. However, the question is: do the pilots feel this decreasing of workload. What is their representation of workload?

To answer this question, we have made the assumption that pilots think they have less physical workload but cognitive workload when they fly with automatic devices.

The results show that automated flight phases are mentioned as cognitive workload and the non-automated flight phases are mentioned as physical workload. The automated phases are more often mentioned than the non-automated phases.

**Key words:** Representation, Automation, Workload

## AUTOMATISATION ET ÉVOLUTION DE LA CHARGE DE TRAVAIL

L'introduction des automatismes dans les situations de travail répond à des objectifs divers. La demande économique tend le plus souvent à réduire la main d'œuvre. Dans le cas de l'aviation civile, par exemple, on peut constater que la mise en place de certains processus automatiques a permis le pilotage à deux, en supprimant le rôle du mécanicien navigant. Une autre forme de demande concerne la sécurité. On aurait tendance à réfléchir au remplacement de l'opérateur humain par des automatismes dans les situations où sa défaillance pourrait ouvrir à des risques importants. C'est notamment le cas dans les systèmes de transport des masses ou dans la gestion des processus continus à risques (nucléaires, chimie). Mazet et Guillermain (6) notent que cette perspective est pertinente lorsque ces automatismes sont envisagés comme une aide à l'activité : ils peuvent prendre alors en charge les tâches inintéressantes pour l'opérateur et l'aider dans la prise des décisions. On pourrait aussi mentionner l'intérêt de l'automatisation pour les tâches dont la réalisation représente des risques pour l'opérateur humain : conditions de travail difficiles, exposition à des toxiques et autres éléments pouvant constituer des formes d'agression pour sa santé et son intégrité.

Il n'est de ce fait pas surprenant que les travaux sur la fiabilité et sur l'erreur humaine traversent les courants de recherches qui contribuent d'une manière ou d'une autre à la conception des processus automatisés (1, 8).

Au-delà de tous ces objectifs, on ne peut éluder le fait que toute automatisation entraîne des changements dans le processus de travail, dans la manière dont l'activité se réalise. Quel impact ces transformations ont-elles sur la charge de travail ? Contribuent-elles à la réduire ou peuvent-elles l'accroître ? Aborder cette question nécessite de se pencher préalablement sur la notion de charge de travail. Celle-ci semble, en effet, remise en cause par de nombreuses recherches qui s'interrogent sur sa pertinence (5). On notera, toutefois, l'intérêt de nombreux travaux qui, de la physiologie à la psychologie, ont proposé des approches de la charge de travail, dans ces multiples dimensions, physique, cognitive voire psychique (9,10). Mais, la question abordée dans cette communication n'est pas l'évaluation objective de l'évolution de cette charge de travail. Notre intérêt porte plutôt sur la représentation que s'en font les opérateurs. En effet, la manière dont ils vivent l'évolution de leur charge de travail est aussi important à considérer dans l'analyse de leur travail, car, à la suite de Leplat (4) nous soulignerons que la conduite des opérateurs s'appuie sur la représentation qu'ils se construisent des buts à atteindre, des moyens pour atteindre ces buts, des connaissances mémorisées et de l'expérience. Leur propre évaluation de leur situation ne peut donc être neutre dans leurs conduites.

Nous nous sommes ainsi intéressés à la représentation que les opérateurs se font de l'évolution de leur charge de travail, dans une situation ayant connu l'introduction d'automatismes. Cette étude a concerné l'activité de pilotage (2) des appareils de type AIRBUS A320, situation dans laquelle nous avons cherché à comprendre le regard que les pilotes portaient sur les automatismes, du point de vue de l'évolution de leur charge de travail.

### **DÉMARCHE MÉTHODOLOGIQUE**

Une première phase de l'étude a concerné la compréhension de l'activité de pilotage. Celle-ci a consisté à étudier l'activité de pilotage en situation de simulation, de manière à repérer, du point de vue de la conduite, les différentes phases qui la composent. Nous avons recherché les phases dans lesquelles il était fait usage de systèmes automatiques d'aide au pilotage de manière à les distinguer, de celles pour lesquelles la conduite du pilote restait, a priori, traditionnelle.

Dans une deuxième phase, la formalisation de ces phases a servi de base à une enquête lancée auprès de 60 pilotes de la même compagnie aérienne utilisant ce type d'appareil. Il leur était demandé d'indiquer dans un premier temps les phases qui représentaient pour une charge physique importante, et dans un deuxième temps, celles qui représentaient une charge cognitive importante. Enfin de compte, nous leur avons demandé de préciser les phases qui représentaient à la fois une charge physique et cognitive.

A l'issu de cette enquête, l'ensemble des résultats, présentés sous forme de tableau, a été soumis à deux pilotes instructeurs, ayant à la fois l'expérience du pilotage avec et sans automatisme comme l'ensemble de l'échantillon, afin de recueillir leurs commentaires.

### PRÉSENTATION DES RÉSULTATS

L'ensemble des résultats est repris dans le tableau 1 ci-après. Les phases de pilotage sont repris en abscisse : celles qui sont automatisées sont grisées. Les numéros renvoient à la légende qui décline la tâche réalisée. Les sujets questionnés sont repris en ordonné. Les réponses concernant la charge physique sont indiquées par une croix (x), celles relatives à la charge cognitive sont indiquées par un (•). Les petits rectangles désignent les réponses concernant à la fois la charge physique et la charge mentale.

Phases*	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	total				
Sujets																		x	•	□		
1							•				x			•						1	2	0
2		x	x	x	x	x	x•□						x•□	x•□	x		x			10	3	3
3							•							•		x				1	2	0
4		x					•						x	•						2	2	0
5													x							1	0	0
6		•			•		•			x		x	x	x•□		x				4	4	1
7		•											x							1	1	0
8							x•□						x•□			x				3	2	2
9		x				x				x			•	•						3	2	0
10		•			•	x	•			x			•	•		x				3	5	0
11							•						x	x•□						2	2	1
12	•					x	•						x	x•□						3	3	1
13		x	x	x	x	x	x•□						x	•						7	2	1
14	•												x							1	1	0
15		x•□																		1	1	1
16							•							•		x				1	2	0
17		•	•	•	•	•	•		x				•	•	•	x				2	9	0
Total	x	0	5	2	2	2	5	3	0	0	1	3	1	10	4	1	0	7		46		
	•	2	5	1	1	3	1	12	0	0	0	0	0	5	12	1	0	0			43	
	□	0	1	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	2	4	0	0	0				10

Tableau 1 : Représentation des différentes phases d'un vol

x: charge cognitive; •: charge physique; □: charge physique et cognitive

\*: 1: Inspecter l'extérieur; 2: Préparer le cockpit (phase automatisée); 3: Mise en route; 4: L'après mise en route; 5: Taxi; 6: Avant décollage; 7: Décollage; 8: Après décollage; 9: Montée; 10: Croisière; 11: Préparer la descente (phase automatisée); 12: Descente; 13: Approche (phase automatisée); 14: Atterrissage; 15: Après atterrissage; 16: Parking; 17: Imprévu (phase automatisée).

Les phases considérées comme représentant une charge cognitive: 70% des phases non automatisées sont considérées comme représentant une charge cognitive contre 100% des

phases automatisées. Les phases automatisées sont plus souvent considérées comme représentant une charge cognitive. Toutefois, les phases non automatisées représentent également une charge cognitive puisqu'elles sont aussi évoquées. Toutes les phases automatisées sont citées alors que ce n'est pas le cas des phases non automatisées. Le nombre de phases pointées par les pilotes nous donne une idée de la répartition de la charge de travail. Quatorze pilotes citent de une à trois phases comme représentant une charge cognitive de travail. La charge cognitive de travail est concentrée sur trois phases qui sont en majorité des phases automatisées.

Les phases considérées comme représentant une charge physique: 50% des phases automatisées sont considérées comme représentant une charge physique contre 61,5% des phases non automatisées. Les phases non automatisées sont plus souvent considérées comme représentant une charge physique toutefois, les phases automatisées représentent également une charge physique puisqu'elles sont aussi évoquées. Le nombre de phases pointées par les pilotes nous donne une idée de la répartition de la charge de travail. Douze pilotes évoquent de zéro à deux phases comme représentant une charge physique de travail. La charge physique de travail semble donc concentrée sur deux phases qui sont en majorité des phases non automatisées.

Les phases considérées comme représentant une charge physique et cognitive: 50% des phases automatisées sont considérées comme représentant une charge physique et cognitive contre 15,4% des phases non automatisées. Les phases non automatisées sont plus souvent considérées comme représentant une charge physique et cognitive. Toutefois, les phases automatisées représentent également une charge physique et cognitive puisqu'elles sont aussi évoquées. Le nombre de phases pointées par les pilotes nous donne une idée de la répartition de la charge de travail. Sept pilotes évoquent de une à trois phases comme représentant une charge physique et cognitive. La charge physique et cognitive de travail est concentrée sur trois phases qui sont en majorité des phases automatisées. Mais pour plus de 50% des sujets, aucune phase n'est à la fois physique et cognitive, la charge de travail est donc soit physique soit cognitive.

## DISCUSSION

Bien que les résultats obtenus ne fassent pas l'objet d'un traitement statistique, ils présentent un certain intérêt du fait des indications contrastées qu'ils fournissent sur le ressenti des opérateurs.

Avec les automatismes, les pilotes se représentent la charge cognitive comme importante mais ils se représentent la charge physique comme faible.

D'après Düvenci-Langa (3), travailler avec les automatismes nécessite une anticipation des situations plus importante qu'en situation manuelle. Cela se confirme lors des entretiens, puisque les sujets évoquent très souvent l'anticipation. Les imprévus sont évoqués comme étant une charge cognitive. Les automatismes sont difficiles à gérer lorsque la situation n'a pas été anticipée. C'est pourquoi, en cas de problèmes, les pilotes passeront en mode manuel pour diminuer la charge cognitive. Toutefois, toutes les phases qu'elles soient automatisées ou non automatisées n'ont pas été appréhendées de la même façon par tous. Nous pouvons donc nous interroger sur la différenciation entre charge physique et cognitive. Certains auteurs (7, 10) soulignent la nécessité de différencier la charge mentale de la charge physique, celles-ci ne pouvant être abordées de la même façon. On peut se demander s'il ne faut pas plutôt chercher un lien entre charge physique et mentale. De toute façon, il est utile de s'interroger sur le contenu que les sujets ont donné à ces concepts.

Chaque phase implique une charge physique et une charge cognitive. Les sujets répondent l'un ou l'autre ou les deux selon ce qu'ils ressentent et ce qui leur pose le plus de problèmes. Nous pouvons considérer toute tâche comme physique et cognitive puisque avant d'agir, les pilotes doivent analyser la situation et agir en conséquence. N'importe quelle tâche demande une activité intellectuelle. Toutefois on peut observer une prédominance de l'activité intellectuelle ou physique et chaque sujet exprime la prédominance qu'il ressent. C'est justement cette prédominance qui nous éclairera sur la façon dont le sujet se représente sa charge de travail. Cette prédominance est importante car si lors d'une tâche, un raisonnement est complexe, l'opérateur sera très concentré sur cette tâche et ne sera pas attentif à ce qui se passe autour de lui. Il ne verra pas les éventuels dysfonctionnements. C'est pourquoi il est ergonomiquement intéressant de prendre en compte le point de vue des gens sur leur travail ; s'ils ressentent une surcharge de travail liée à un fonctionnement complexe de la machine, ils seront moins disponibles pour d'autres tâches. Pour les soulager dans leur travail, il faudra intervenir sur la machine et rendre son utilisation plus facile.

Cette surcharge pourrait entraîner une fatigue, un désintéressement pour le travail, une baisse de la motivation. Ce qui peut servir d'indice pour évaluer la charge mentale.

## RÉFÉRENCES

- (1) Amalberti, R. (1996). *Briefings: un cours sur les facteurs humains pour les pilotes*. Roissy: Dédale.
- (2) Deloye, B. (2000) La représentation de la charge de travail. Cas des pilotes d'Airbus A 320. Mémoire de maîtrise de psychologie du travail, Upjv.
- (3) Düvenci-Langa, S. (1997). Automatiser: quels changements dans la situation de travail? *Le journal des psychologues*, no. 140, pp. 36-39.
- (4) Leplat, J. (1992). Les représentations fonctionnelles dans le travail. In *L'analyse du travail en psychologie ergonomique, tome 1*, ed. J. Leplat. Octarès édition, Toulouse.
- (5) Leplat, J. & Browaeys, R. (1965) Analyse et mesure de la charge de travail du contrôleur du trafic aérien. *Bulletin du CERP.*, XIV, 69 -79.
- (6) Mazet, C., & Guillermain, H. (1997). Concepts de base. In *Facteurs humains et fiabilité, quelles démarches pratiques?* Dir. R. Amalberti, F. Mosneron-Dupin, pp. 16-19. Octarès édition, Toulouse.
- (7) Montmollin, M. de. (1995). Charge de travail. In *Vocabulaire de l'ergonomie*, ed. M. De Montmollin. Octarès édition, Toulouse
- (8) Reason, J. (1990) L'erreur humaine, collection "Le travail Humain", Puf.
- (9) Spérandio, J.C. (1975) Complément à l'étude de la mémoire opérationnelle : deux expériences sur les contrôleurs de navigation aérienne. *Le Travail Humain*, 38, 41-62
- (10) Welford, A.T. (1977) La charge mentale de travail comme fonction des exigences, de la capacité, de la stratégie et de l'habileté. *Le Travail Humain*, 40, 2, 283-304.