
Vers une prise en compte de l'utilisateur dans la conception de documents en maintenance aéronautique

Herimanana Zafiharimalala — André Tricot

*Laboratoire CLLE-LTC, UMR 5263 CNRS, Université de Toulouse le Mirail, 5 Allées A. Machado, 31058 TOULOUSE CEDEX
Herimanana.Zafiharimalala@univ-tlse2.fr
andre.tricot@toulouse.iufm.fr*

Projet mené en partenariat avec EADS IW

RÉSUMÉ. La maintenance aéronautique est un domaine où le système d'information est un outil de travail incontournable. Malgré cela, les utilisateurs s'en écartent souvent du fait de son inadaptation à leur profil ou encore au contexte réel de leur métier. Ils ressentent un écart entre leurs besoins et les fonctionnalités offertes par le système. Afin de réduire cet écart, nous avons mené une étude exploratoire sur le terrain à travers des observations et des entretiens avec les opérateurs de maintenance. Nous présentons dans cet article le déroulement de l'étude ainsi que les résultats obtenus. Cela nous permet de proposer des pistes pour mieux prendre en compte les utilisateurs dans la conception de ce type de système.

ABSTRACT. In aircraft maintenance, information system is a necessary work tool. However, operators don't use it all the time because of the gap between users'needs and system functionalities. In order to reduce this gap and to take better into account users'needs in the system desing, we led explorative field study through interviews and observations with maintenance operators. In this paper, we present the study procedure and the results.

MOTS-CLÉS : documentation de maintenance aéronautique, tâche de maintenance, opérateurs de maintenance, besoins des utilisateurs, utilisateurs.

KEYWORDS : aircraft maintenance manual, maintenance task, maintenance operators, users'needs, users.

1. Introduction

Un avion est doté d'un système d'information d'une grande complexité. Au sein de ce système d'information, la place de la documentation technique utilisée en maintenance est importante : dans sa version papier cette documentation pèse plusieurs dizaines de kilos (plusieurs centaines de milliers de pages). Cette documentation est en train de subir un changement radical avec le passage du papier au numérique (Barnard & Reiss, 2006). Ce passage est généralement considéré comme un progrès. Cependant très peu d'études sont consacrées à la vérification du fait qu'il s'agit réellement d'un progrès, à la façon dont les utilisateurs prennent en main ces nouveaux dispositifs, à leurs effets sur les traitements cognitifs, ou sur les conditions d'utilisation (voir cependant Ans & Tricot, sous presse, à propos des conséquences de cette évolution pour les pilotes d'avion). L'objectif de cette étude est justement de contribuer à la conception d'une documentation électronique efficace.

Dans le domaine de la maintenance aéronautique, une bonne part des procédures est inscrite dans des documents que l'opérateur doit suivre au cours de son activité. De nombreuses études en psychologie ergonomique, en psychologie de l'aviation ou la simple expérience du terrain montre que les différents utilisateurs, en acquérant de l'expertise, ont de plus en plus de mal à suivre les procédures prescrites. Ceci dans un contexte où le trafic aérien croît de plus en plus et où les contraintes liées à l'exploitation commerciale sans cesse plus fortes imposent une mise en œuvre non seulement sans erreur mais de plus en plus rapidement des opérations de maintenance. Or cette situation entraîne justement une augmentation du risque d'erreurs humaines (CAA, 2002), erreurs qui sont à l'origine de plusieurs accidents qui ont entraîné beaucoup de victimes.

L'erreur humaine est inévitable et ne peut pas être éliminée totalement (CAP 716). La maintenance et l'inspection sont les facteurs majeurs de 12% des accidents d'avions (Hobbs, 2000). Et, selon la FAA (*Federal Aviation Administration*), la documentation est le principal facteur de l'arrivée des événements (incidents) en maintenance. Ces erreurs sont plus spécifiquement liées à certaines parties de l'avion (Hobbs & Kanki, 2008), mais aussi aux problèmes de coordination entre équipes lors de la relève (Parke & Kanki, 2008), aux tâches de vérification plus que que d'intervention (Olstrom & Wilhelmsen, 2008). Les erreurs liées à la documentation font partie des 31 catégories d'erreurs humaines relevées par une étude effectuée par Boeing sur la base de 86 accidents liés à l'erreur de maintenance. Certains accidents ont eu lieu suite par exemple à la non utilisation du manuel ou à un warning verbal non approprié, tandis que d'autres avaient comme origine l'utilisation d'un mauvais manuel ou d'un manuel pauvre (Lattanzio, Patankar & Kanki, 2008). Les facteurs qui contribuent à l'arrivée des erreurs liées à la documentation sont multiples : la défaillance dans la conception des procédures et les erreurs de l'utilisateur notamment en raison de leur inadaptation au contexte de

la tâche de maintenance et à leurs utilisateurs, l'accessibilité des documents, les pratiques organisationnelles. L'étude menée par l'*A 2004 UK Flight Safety Committee* (association de professionnels pour l'amélioration de la sécurité de l'aviation commerciale) a conclu que les premières causes d'incidents de maintenance sont liées à la documentation technique : non suivi des données techniques publiées ou des instructions locales, utilisation de procédure non autorisée ou non référencée dans les données techniques, etc. Le constat actuel est que la documentation technique de maintenance n'est pas utilisée conformément à ce qui est prescrit légalement dans le métier. D'ailleurs, selon Chaparro, Rogers, Hamblin et Chaparro (2004), 64% des techniciens déclarent avoir trouvé leur propre façon d'exécuter la procédure. McDonald, Corrigan, Cromie et Daly (2000) rapportent que 34 % des tâches de maintenance de routine sont effectuées d'une manière autre que celle décrite dans la procédure de maintenance. Van Avermaete et Hakkeling-Mesland (2001) rapportent également que 34 % des techniciens se détournent de la documentation. Selon Hobbs et Williamson (2002), 80% des techniciens de maintenance déclarent s'être écartés des procédures au moins une fois l'année précédente et 10% reconnaissent le faire souvent ou très souvent. Ainsi, face aux problèmes d'une documentation qui n'est pas utilisée systématiquement ou qui, quand elle est utilisée, peut constituer une source d'erreurs humaines, nous nous intéressons aux points de vue des utilisateurs finaux pour comprendre les raisons de cette non utilisation de la documentation et afin de prendre en compte ces informations dans les recommandations pour l'amélioration de sa conception.

La prise en compte des opérateurs de maintenance dans la conception de la documentation technique implique avant tout la connaissance d'informations sur le contexte de leur travail (poste de travail, types de tâches effectuées, contraintes, etc.) et sur l'utilisation même de la documentation technique. Sans ces informations, les problèmes d'inadéquation et d'inadaptation de la documentation risqueront toujours d'apparaître. Pour ce faire, nous avons effectué des études sur le terrain sous forme d'observations et d'entretiens dans des organismes de maintenance aéronautique. Les objectifs ont été de déterminer les raisons de la sous-utilisation de la documentation de maintenance en identifiant les problèmes réels rencontrés par les utilisateurs du manuel de maintenance, déterminer la relation entre les tâches de maintenance et les types d'informations consultées. L'objectif de cet article est de fournir des informations issues d'une étude exploratoire sur le terrain concernant l'utilisation de la documentation par les opérateurs de maintenance dans le contexte réel de leur travail ainsi que les difficultés et les problèmes qu'ils rencontrent avec l'utilisation de la documentation technique existante. Dans un premier temps nous présenterons le déroulement de l'étude. Nous donnerons ensuite les résultats obtenus. Enfin, nous proposerons des pistes de solutions pour une meilleure prise en compte des techniciens de maintenance dans la conception de la documentation technique.

2. Étude de l'utilisation de la documentation technique de maintenance

L'étude sur le terrain est basée sur deux méthodes : observations et entretiens. Les observations effectuées à partir d'une grille préétablie permettent de recueillir des informations sur l'opérateur, sur le contexte de la maintenance aéronautique, sur l'utilisation de la documentation, sur les déplacements de l'opérateur et sur ses comportements. Ces observations ont ensuite été complétées par des entretiens pour recueillir des informations sur les éléments qui ne sont pas observables, tels que les représentations de l'opérateur, ses raisonnements, la justification de ses actions, des éléments explicatifs, notamment sur un comportement de l'opérateur, par exemple à un moment donné de l'observation pourquoi il n'a pas consulté la documentation pour effectuer une étape dans sa tâche. L'étude a été menée sur le lieu de travail des opérateurs de maintenance, dans trois centres de maintenance aéronautique, en France. Treize opérateurs ont participé à l'étude (douze hommes et une femme) âgés de vingt-deux à cinquante ans, constitués d'opérateurs de maintenance, d'un responsable atelier et d'un responsable qualité. Pour recueillir les informations, nous avons utilisé une grille d'observation et un appareil d'enregistrement. Des entretiens préalables avec les responsables (d'atelier, du service qualité, du service documentation) ont permis de recueillir une description théorique de la tâche et une description différente de celle-ci. Comme certaines tâches demandent plus ou moins de temps que d'autres, la durée de chaque observation était très variable (allant d'une dizaine de minutes à une heure). Il a été demandé à l'opérateur d'effectuer la tâche de maintenance qui lui était assignée le jour où se déroulait l'observation selon ses manières habituelles et sans tenir compte de l'observation en cours. Chaque observation a été précédée d'une explication à l'opérateur de l'objectif de l'étude afin de le mettre en confiance et de lui expliquer qu'il ne s'agissait pas d'une évaluation de son travail mais de l'outil de travail. Les communications verbales entre opérateurs et les verbalisations spontanées ont aussi été enregistrées.

3. Résultats de l'étude

3.1. Résultats des observations

3.1.1. Confirmation de la non utilisation de la documentation

L'étude a permis de confirmer que l'opérateur ne se sert pas de la documentation de façon systématique. Il consulte la documentation mais uniquement pour certaines tâches, par exemple dans le cas de la réparation d'une pièce inconnue afin de

prendre connaissance de la procédure à suivre ou à vérifier que les pièces et outillages fournis par le préparateur¹ correspondent à ceux dont l'opérateur a besoin.

3.1.2. Relation tâches de maintenance et tâches d'utilisation de la documentation

A travers l'étude, nous avons pu recueillir davantage d'informations sur l'opérateur dans le contexte de son travail. Ainsi, quand un opérateur a une tâche à exécuter, il ne consacre pas la totalité de son temps de travail uniquement à la tâche technique proprement dite (réparation, remplacement de pièces, etc.) mais est également amené à vérifier s'il dispose de tous les moyens pour exécuter la tâche technique en s'appuyant sur la documentation technique. Cette préparation permet d'éviter les déplacements fréquents entre le poste de travail et le lieu d'approvisionnement. Ces actions correspondent à la tâche de préparation. Il passe ensuite à la phase d'exécution de la tâche technique proprement dite. Au cours de cette phase, il doit consulter la procédure à suivre dans la documentation technique. La tâche de maintenance est fortement liée à la documentation technique.

A partir de ces informations, nous pouvons classer les tâches de maintenance en deux catégories : les tâches de préparation et les tâches de réalisation. Les deux catégories peuvent être à leur tour divisées en deux sous-catégories : la tâche principale, qui est la tâche technique de maintenance et dont les buts sont d'inspecter, réparer, entretenir les équipements de l'avion, et la tâche secondaire qui est la tâche de recherche d'information ou plus largement d'utilisation de la documentation et qui vise à soutenir la tâche technique.

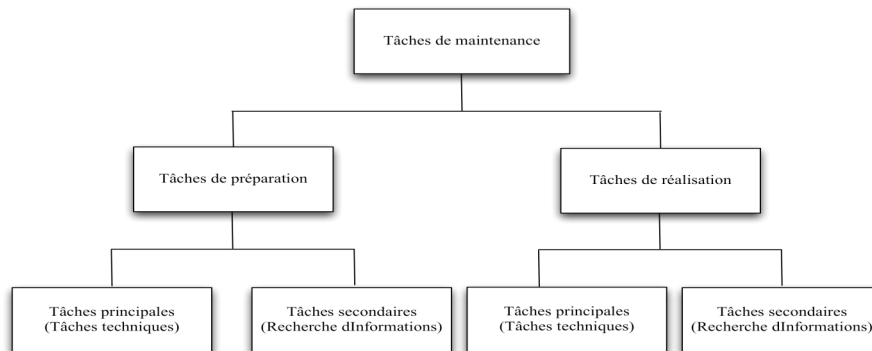


Figure 1. Catégorisation des tâches de maintenance aéronautiques

La tâche principale de préparation est une tâche directement liée à la maintenance (par exemple commande de pièces) ; la tâche secondaire de préparation correspond à la consultation de la documentation pour effectuer la tâche principale

¹ Préparateur : personne qui prépare à partir de la carte de travail (*job card*) les pièces et outillages nécessaires pour exécuter la tâche de maintenance

(par exemple, pour trouver les références des pièces à commander) ; la tâche principale de réalisation correspond à la tâche technique proprement dite et la tâche secondaire de réalisation à la consultation de la documentation pour l'exécution de la tâche technique, par exemple pour consulter la procédure à suivre.

Si nous considérons la tâche secondaire comme une tâche de recherche d'information (RI), c'est parce que l'utilisation de la documentation de maintenance consiste en une interaction entre l'utilisateur qui a un besoin d'information et un document pouvant répondre plus ou moins bien à ce besoin (Mizzaro, 1998).

Tâches techniques de préparation	Tâches secondaires (avec la documentation)
Préparation des pièces, outillage nécessaires	RI sur les outillages, matériels spécifiques, composants, etc.
Vérification de la disponibilité de tout ce qu'il faut	Relecture et vérification de la liste des outillages, composants, etc.
Tâches techniques de réalisation	Tâches secondaires (avec la documentation)
Exécution de la commande du client	Lecture (complète ou opportuniste) de la documentation
Test	Lecture de la procédure complète dans la carte de travail

Tableau 1. *Correspondance tâche principale et tâche secondaire*

3.1.3. *Caractéristiques de la tâche secondaire (la RI)*

La consultation de la documentation peut s'agir d'une tâche immédiate, d'une tâche simultanée ou d'une tâche différée. La RI est une tâche immédiate lorsque l'opérateur consulte la documentation avant l'exécution de la tâche de maintenance. Elle correspond à ce que Richard, Poitrenaud, et Tijus (1990) appellent le « pré-requis » qui est une autre procédure à exécuter pour que la tâche ait lieu. La RI est une tâche simultanée quand l'opérateur consulte la documentation en même temps qu'il exécute la tâche de maintenance. Enfin, la RI est une tâche différée quand la consultation de la documentation a lieu seulement après l'exécution de la tâche de maintenance. Ces différents types de tâches peuvent être mis en correspondance avec les différents motifs d'utilisation de la documentation de maintenance relevés par Barnard, Moal et Tapie (2007). Ainsi, la RI comme tâche immédiate correspond à l'utilisation de la documentation pour prendre globalement connaissance de la procédure ; la RI comme tâche simultanée correspond à l'utilisation de la documentation qui consiste à suivre la procédure étape par étape ; la RI différée correspond à l'utilisation de la documentation à des fins de vérification pour s'assurer que rien n'a été oublié. Elle constitue alors une tâche d'auto-évaluation.

La tâche secondaire peut également s'agir soit d'une tâche procédurale, soit d'une tâche non procédurale. L'utilisation de la documentation est une tâche

procédurale quand l'opérateur s'en sert pour suivre des instructions procédurales qui sont définies par Ganier (2004) comme étant des actions à réaliser pour mener à bien une tâche. Les actions sont pré-planifiées dans les instructions. Dans le cas du manuel de maintenance, les opérateurs observés sur le terrain considèrent que le document ne présente pas toujours des actions pré-planifiées ou ne présente pas la procédure *normale*, c'est-à-dire telle qu'elle est perçue par les opérateurs. L'utilisation de la documentation est une tâche non procédurale quand elle consiste en la consultation d'information spécifique qui va compléter les instructions procédurales pour la réalisation de la tâche de maintenance (par exemple, recherche des valeurs de torque).

3.1.4. Caractéristiques de la tâche principale (la tâche technique de maintenance)

La tâche technique de maintenance peut être une tâche connue ou une tâche nouvelle. C'est une tâche connue quand l'opérateur a déjà eu l'occasion d'exécuter la même tâche et dont il connaît a priori les procédures à suivre et les conditions nécessaires. Parfois, la tâche est une tâche connue par l'opérateur mais c'est le type d'avion sur lequel il est amené à travailler qui ne lui est pas familier. Dans le domaine de la maintenance aéronautique, l'opérateur est souvent confronté à des situations nouvelles (nouvelles tâches, nouveaux types d'avion, modification régulière des procédures, etc.). La documentation joue ainsi le rôle de mémoire externe car il ne dispose pas en permanence dans sa mémoire de toutes les connaissances nécessaires pour effectuer sa tâche (Ganier & Heurley, 2005).

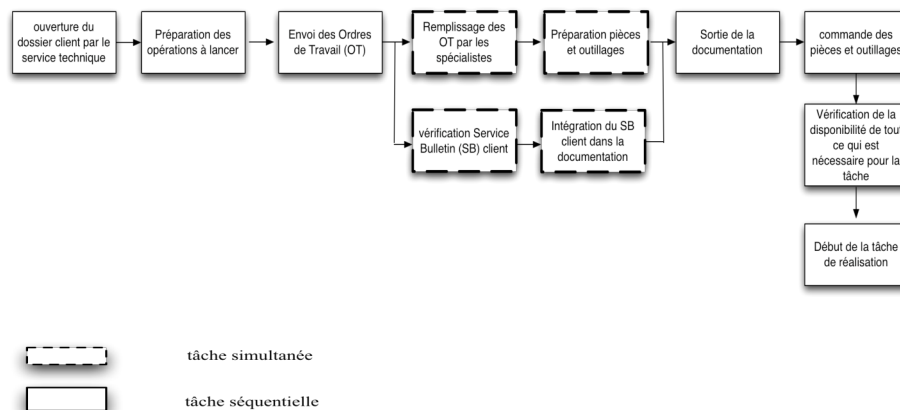


Figure 2. Un exemple de processus d'une tâche de préparation

La tâche technique peut aussi consister en une tâche de vérification, par exemple pour la procédure « test » quand l'opérateur doit vérifier si le remontage est correct et si tout fonctionne bien. D'autre part, certaines tâches techniques sont successives ou séquentielles quand celles-ci se déroulent les unes à la suite des autres, et d'autres

simultanées quand elles sont exécutées en même temps. Le schéma ci-dessus illustre un exemple du processus correspondant à la tâche de préparation.

3.2. Résultats des entretiens

3.2.1. Conséquences de la non prise en compte des opérateurs dans la conception de la documentation

3.2.1.1. Présence d'erreurs dans les procédures

Selon les opérateurs rencontrés sur le terrain, le contenu de la documentation reflète la non prise en compte des utilisateurs lors de sa conception. En effet, certaines procédures ne correspondent pas exactement à ce qui est demandé dans la tâche de maintenance et/ou contiennent des erreurs du fait qu'elles ont été rédigées loin du contexte réel de leur application et de leurs utilisateurs. Ces derniers ont affirmé que le suivi de la procédure décrite dans la documentation les entraîne parfois à commettre des erreurs et rend encore plus difficile la tâche de maintenance. Ceci, alors que la consultation de la documentation vise à éviter les erreurs qui ont aussi des influences sur la performance de l'opérateur (Barnard & al., 2007 ; CAA, 2002 ; Mason, 2001). Ainsi, la non prise en compte des utilisateurs dans la conception de la documentation de maintenance peut avoir des répercussions sur la sûreté et la sécurité.

3.2.1.2. Difficulté de consultation de la documentation

La recherche et le traitement de l'information dans la documentation technique de maintenance sont rendus difficiles car la présentation et la structure ont été définies sans référence au contexte d'utilisation sur le lieu de travail. En effet, les utilisateurs éprouvent des difficultés pour consulter les informations à cause de la mauvaise qualité de la présentation de celles-ci (trop petits caractères, manque de structuration, absence de hiérarchisation, absence de mise en saillance, etc.). De plus, la documentation est caractérisée par des manques d'informations ou, au contraire, un excès d'informations inutiles. Pour exécuter une tâche technique précise, par exemple, l'opérateur se retrouve avec une multitude d'informations dont il n'aura pas besoin pour la tâche. Ainsi, les besoins des utilisateurs pour chaque type de tâche n'ont pas été tenus en compte pour établir la documentation. Les utilisateurs ont affirmé que même après des années d'expérience dans le métier, la documentation ne leur permet pas d'effectuer une recherche d'information facile et rapide.

3.2.2. Besoins formulés par les utilisateurs

Les utilisateurs ont formulé des besoins qui, selon eux, permettraient d'avoir une documentation technique plus efficace. Ces besoins correspondent essentiellement à la manière dont les informations sont présentées. La présentation des informations est l'un des deux facteurs, avec la complexité intrinsèque de l'information, définis par Marcus, Cooper, et Sweller (1996), qui influencent la meilleure compréhension des instructions.

3.2.2.1. Présence de photos

Selon les utilisateurs, les photos leur permettraient d'avoir une documentation plus claire et plus conviviale que de simples schémas comme ceux qui sont présents dans la documentation actuelle. Des informations importantes pour la tâche tel que la localisation des pièces et les branchements sont plus explicites. Les schémas existants peuvent entraîner les opérateurs à des erreurs. D'autre part, leur utilisation demande beaucoup plus d'effort de la part des utilisateurs par rapport à l'utilisation de photos.

3.2.2.2. Des textes concis, clairs et cohérents

Une documentation avec des textes concis et clairs permettrait d'éviter la surcharge liée à la double tâche (consultation de la documentation et tâche de maintenance proprement dite). La documentation doit permettre à l'utilisateur de *lire pour faire*, d'effectuer une lecture *au service de l'action* (Ganier & Heurley, 2005). Et comme la documentation technique de maintenance est rédigée en anglais et que certains opérateurs ont des lacunes dans cette langue, les phrases longues demandent un effort supplémentaire lors de la consultation et la compréhension des procédures. D'autre part, une meilleure cohérence des textes dans la documentation permettrait de trouver facilement les textes voulus, aussi bien pour la documentation papier que pour la documentation électronique. La division en plusieurs paragraphes avec titres, chaque paragraphe correspondant à une étape de la tâche, est plus bénéfique pour l'opérateur en facilitant la localisation des informations.

3.2.2.3. Explication de certains éléments de la procédure

Selon les opérateurs, la mise en avant des *éléments-clés* de la procédure (référence, titres d'une étape de la procédure, etc.), qui correspond à l'utilisation de signaux (Britton, Glynn, Meyer & Penland, 1982 ; Spyridakis & Standal, 1987) ou de Mise en Forme Matérielle (Terrier, Lemercier & Mojahid, 2005), leur permettrait de réduire les coûts temporel et cognitif lors de la consultation et la recherche d'information. En effet, ces signaux doivent servir de guide pour la consultation de la documentation par les utilisateurs. Ils se matérialisent sous forme de propriétés typographiques (mise en gras, en italique, etc.) ou dispositionnelle (saut de ligne, indentation), ou encore de couleur pour distinguer les éléments et informations importants. Ainsi, l'utilisateur pourrait repérer plus facilement les éléments mis en saillance (par exemple, les caractères en gras des titres leur permettent de ne s'intéresser qu'à ces parties pour chercher le paragraphe ou la partie de la procédure voulue). Cela permettrait également à l'opérateur d'effectuer plus facilement son auto-évaluation pour savoir à quelle étape de la procédure il se trouve (Ganier, 2002).

3.2.2.4. Des informations utiles pour les utilisateurs

D'après les utilisateurs, des informations qui sont importantes pour eux, telles que les informations sur les fonctions des systèmes ou pièces à réparer ainsi que leur emplacement dans l'avion, manquent souvent dans la documentation. Bieger et

Glock (1984) ont conclu que la présence à la fois de trois types d'information, à savoir l'information procédurale qui indique comment opérer à chaque étape de l'assemblage, l'information spatiale qui indique l'emplacement des pièces et leur orientation spatiale et l'information contextuelle qui indique la fonction du produit fini permettrait d'avoir un temps d'assemblage significativement plus court et un nombre d'erreurs significativement moins élevé. D'autre part, selon les opérateurs, la documentation actuelle reflète la faible prise en compte du contexte réel de leur métier lors de sa conception dans la mesure où pour les tâches de démontage d'un système par exemple, certaines étapes ne sont pas inscrites dans la procédure car celle-ci a été conçue en considérant le système comme un élément isolé alors qu'en réalité, quand l'opérateur travaille sur l'avion, le système en question peut être relié à d'autres systèmes qu'il faut prendre en compte pendant la tâche. D'autre part, les mises à jour ne sont pas signalées de façon efficace ou sont mentionnées assez tardivement, ce qui les amène souvent à travailler avec une documentation obsolète.

4. Conclusion

Malgré le caractère exploratoire de cette étude, celle-ci a permis de recueillir des informations sur le contexte réel d'utilisation et les utilisateurs finaux de la documentation technique de maintenance, de relever et de comprendre pourquoi elle n'était pas systématiquement utilisée. Actuellement, face à une hétérogénéité d'utilisateurs, des tâches et des conditions de travail, on propose une documentation unique qui ne prend pas en compte de cette variabilité. Dans cette étude, nous avons vu que le type de tâche détermine le type d'informations recherchées et la manière de consulter celles-ci. La prise en compte des utilisateurs peut améliorer la conception sur deux aspects de la documentation : du point de vue de la structure et du point de vue contenu. Du point de vue structure, cela permettra de présenter et disposer les différents types d'informations suivant les besoins des utilisateurs de façon à ce qu'ils y accèdent le plus aisément possible (par exemples, quels types d'informations doivent être mises ensembles ; pour une tâche donnée, quelles sont les informations à mettre en avant, comment les présenter et y accéder ; pour chercher des informations précises, un moteur de recherche suffit-il ou faut-il proposer également une liste avec des liens hypertextuels). Du point de vue du contenu, la prise en compte des utilisateurs permettra de déterminer quels genres d'informations sont les plus utiles et pertinentes pour une tâche donnée et pour un profil d'opérateur donné, afin d'éliminer les problèmes actuels de l'excès ou du manque d'information.

Une conception participative faisant intervenir les opérateurs de maintenance permettrait aux concepteurs d'assurer une meilleure prise en compte des utilisateurs de la documentation. L'écriture des différentes étapes d'une procédure par exemple devrait également prendre en compte les informations issues de l'observation d'un opérateur effectuant réellement la tâche concernée à son poste de travail, et pas uniquement d'informations théoriques issues des constructeurs pour monter ou démonter un système par exemple. Le concepteur pourrait ensuite évaluer la documentation ainsi obtenue en demandant aux utilisateurs de la tester, lors de la

conception d'une nouvelle documentation, ou de remonter au fur et à mesure les problèmes qu'ils rencontrent lors de l'utilisation d'une documentation déjà en service.

Les résultats de cette étude nous ont également permis de dégager une nouvelle façon de comprendre l'utilité de la documentation technique en maintenance aéronautique. En effet, la documentation technique est un outil d'aide à la réalisation de la tâche et à l'apprentissage. Et malgré toutes les lacunes et la défaillance qu'elle présente, c'est un document obligatoire qui présente *une utilité légale* du fait de la traçabilité qu'elle offre : elle constitue une couverture légale et réglementaire pour le constructeur, la compagnie et les centres de maintenance, en cas d'incident ou d'accident d'un avion. La documentation technique de maintenance est incontournable et doit prendre en compte ses utilisateurs pour assurer efficacement toutes ces fonctions (les fonctions liées directement à la tâche de maintenance et la fonction de couverture légale). Ainsi, elle devrait permettre à l'utilisateur une recherche d'information à moindres coûts du point de vue cognitif, physique et temporel.

5. Bibliographie

- Ans, M., Tricot, A. Information seeking in documents by pilots : Assessment of the reliability problems caused by the transition from paper to electronic. *Safety Science*. sous presse
- Barnard, Y., Reiss, R. User-centred innovation of electronic documentation for maintenance. EURISCO International, Toulouse, France, 2006.
- Barnard, Y., Moal, M., Tapie, J., Ergonomie, documentation électronique et maintenance : exemple de l'aéronautique. Forum Maintenance & Transports, mai 2007.
- Bieger, G.R., Glock, M.D., « The Information Content of Picture-Text Instructions », *Journal of Experimental Education*, Vol. 53, 1984
- Britton, B.K., Glynn, S.M., Meyer, B.J., & Penland, M J., « Effects of text structure on use of cognitive capacity during Reading », *Journal of Educational Psychology*, 74, 51-61, 1982.
- CAA, « Human error in aircraft maintenance », *Human factors in aircraft maintenance and inspection*, 2002.
- CAP 716 Aviation Maintenance Human Factors (JAA JAR145) Guidance material to support JAR 145 requirements concerning human factors.
- Cellier, J.-M., « Caractéristiques et fonction des textes procéduraux », In D. Alamargot, P. Terrier, & J.M. Cellier (Eds.), Production, compréhension et usages des écrits techniques au travail (pp.161-180), Toulouse: Octarès, 2005.
- Chaparro, A., Rogers, B., Hamblin C., Chaparro B., A Comparison of Three Evaluative Techniques for Validating Maintenance Documentation. Final Report, 2004.
- Daniellou F., Laville A., Teiger C., « Fictions et réalités du travail ouvrier », *Les cahiers français*, n° spécial, 209, p. 39-45, 1982.

- Ganier, F., « L'analyse des fonctionnements cognitifs : un support à l'amélioration de la conception des documents procéduraux », *Psychologie Française*, 47, 1, p. 53-84, 2002.
- Ganier, F., « Les apports de la psychologie cognitive à la conception d'instructions procédurales ». *InfoDesign – Brazilian Journal of Information Design*. 1, pp. 16-28. Janvier 2004.
- Ganier F., & Heurley L., « La prise en compte de l'utilisateur et de son utilisation des documents procéduraux : une précondition nécessaire à la conception de documents adaptés », D. Alamargot, P. Terrier et J.-M. Cellier (Eds.) : *Production, compréhension et usages des écrits techniques au travail*. Octarès.. Toulouse. pp. 69-85. Janvier 2005.
- Hobbs, A.N., Maintenance 'error', lessons from the BASI survey, *Flight Safety Australia*, 4, , p. 36-37, 2000.
- Hobbs, A.N. & Kanki B.G., « Patterns of error in confidential maintenance incident reports ». *International Journal of Aviation Psychology*, Vol. 18, p. 5-16, 2008.
- Kern, R P. « Modeling users and their use of technical manuals », in T.M. Duffy & R.Waller (Eds.), *Designing Usable Texts* (p. 341-375). Academic Press Inc., 1985.
- Lattanzio, D. Patankar, K., Kanki, B.G., « Procedural error in maintenance: A review of research and methods ». *International Journal of Aviation Psychology*, 18, p. 17-29, 2008.
- Marcus, N., Cooper, M., Sweller, J., « Understanding instructions ». *Journal of Educational Psychology* 88, p. 49-63, 1996.
- McDonald, N., Corrigan, S., Cromie, S., & Daly C., « Safety management systems and safety culture in aircraft maintenance organisations ». *Safety Science*, 34, p. 151-176, 2000.
- Mizzaro, S., « Relevance : The whole history », in T. Bellardo Hahn & M. Buckland (Eds.), *Historical studies in information science* (p. 221-244), Silver Spring, ML: ASIS, 1998.
- Montmoulin, M. (de), *Vocabulaire de l'ergonomie*. Toulouse, Octarès, 1997.
- Ostrom, L.T., Wilhelmsen, C.A. « Developing risk models for aviation maintenance and inspection ». *International Journal of Aviation Psychology*, 18, p. 30-42, 2008.
- Parke, B., Kanki, B.G. « Best practices in shift turnovers: implications for reducing aviation maintenance turnover errors as revealed in ASRS Reports ». *International Journal of Aviation Psychology*, 18, p. 72-85, 2008.
- Richard, J.F., Poitrenaud, S., Tijus, C.A., *An object-oriented semantic description of procedures for evaluation of interfaces*, Proceedings, ECCE-5, Fifth European Conference on cognitive ergonomics, 1990.
- Schrifer, K.A., *Dynamics in document Design*. New York : Wiley, 1997.
- Spyridakis, J.H., Standal, T., « Signals in Expository Prose: Effects on Reading Comprehension ». *Reading Research Quarterly*, 12, p. 285-298, 1987.
- Terrier, P., Lemerrier, C., Mojahid, M., « Mise en forme matérielle du texte et traitement de l'information liée à une instruction spécifique : l'effet de mise en acte avec une tâche d'apprentissage », in D. Alamargot, P. Terrier, J.-M. Cellier (Eds.), op. cit. (p. 123-143).