



Analyser les risques en maintenance aéronautique, un projet complexe de conception

Camille Murie, Flore Barcellini, Willy Buchmann, Lucie Cuvelier, Fabien Bernard, Raphaël Paquin

► To cite this version:

Camille Murie, Flore Barcellini, Willy Buchmann, Lucie Cuvelier, Fabien Bernard, et al.. Analyser les risques en maintenance aéronautique, un projet complexe de conception. 55ème congrès de la SELF, Jan 2021, Paris (visio), France. hal-03186748

HAL Id: hal-03186748

<https://hal-cnam.archives-ouvertes.fr/hal-03186748>

Submitted on 31 Mar 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Analyser les risques en maintenance aéronautique, un projet complexe de conception

Camille Murie¹⁻³, Flore Barcellini¹, Willy Buchmann¹, Lucie Cuvelier², Fabien Bernard³, Raphaël Paquin³

¹ CRTD, CNAM Paris, 41 rue Gay Lussac, 75005, Paris

camille.murie@lecnam.net, willy.buchmann@lecnam.net, flore.barcellini@lecnam.net

² C3U-Paragraphe, Université Paris 8, 2 rue de la Liberté, 93526, Saint-Denis

lucie.cuvelier@univ-paris8.fr

³ Airbus Helicopters, Aéroport International Marseille Provence, 13700, Marignane

fabien.bernard@airbus.com, raphael.paquin@airbus.com

Résumé. Afin de sécuriser la maintenance des hélicoptères, le Bureau d'Etude (BE) de maintenance d'Airbus Helicopters s'est engagé dans le développement d'une démarche d'identification et d'évaluation du risque d'erreurs en maintenance. Cette communication cherche à comprendre comment cette démarche a été conçue, comment elle évolue et quels en sont les usages au sein du BE Maintenance. Nous avons identifié que cette démarche est le fruit d'une conception distribuée d'un système d'artefacts parmi de nombreux concepteurs/usagers ne partageant pas tous les mêmes objectifs et appartenant à des mondes professionnels différents. Nous nous demanderons alors dans quelle dynamique collective s'inscrit construction de cette démarche.

Mots-clés : Conception, Sécurité, Ergonomie, FOH, Maintenance aéronautique.

Analysing risks in aeronautical maintenance, a complex design project

Abstract. In order to make helicopter maintenance safer, the Airbus Helicopters maintenance design office has undertaken to develop an approach to identify and assess the risk of maintenance errors. This communication seeks to understand how this approach is designed, how it is evolving and what are its uses within the Maintenance Engineering Department. We have identified that this approach is the result of a distributed design of a system of artefacts within many designers/users who do not all share the same objectives. We will investigate in what collective dynamic is the construction of this approach.

Keywords: Design, Safety, Ergonomics, HOF, Aeronautical Maintenance.

*Ce texte original a été produit dans le cadre du congrès de la Société d'Ergonomie de Langue Française qui s'est tenu à Paris, les 16, 17 et 18 septembre 2020. Il est permis d'en faire une copie papier ou digitale pour un usage pédagogique ou universitaire, en citant la source exacte du document, qui est la suivante :

Murie, C., Barcellini, F., Buchmann, W., Cuvelier, L., Bernard, F., Paquin, R. (2020). Analyser les risques en maintenance aéronautique, un projet complexe de conception. Actes du 55ème Congrès de la SELF, L'activité et ses frontières. Penser et agir sur les transformations de nos sociétés. Paris, 16, 17 et 18 septembre 2020

Aucun usage commercial ne peut en être fait sans l'accord des éditeurs ou archiveurs électroniques. Permission to make digital or hard copies of all or part of this work for personal or classroom use is granted without fee provided that copies are not made or distributed for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and the full citation on the first page.

INTRODUCTION

Cette communication s'inscrit dans un travail de thèse en ergonomie qui vise à comprendre les modalités de conception et d'usages de dispositifs méthodologiques visant à assurer la fiabilité des opérations de maintenance d'hélicoptères. Elle présente un travail de recherche mené au sein de l'équipe maintenabilité et du pôle facteur humain en maintenabilité d'Airbus Helicopters - constructeur d'hélicoptères civils, parapublics ou militaires.

Origine de la recherche

Selon Airbus Helicopters 6 à 10% des accidents et des incidents d'hélicoptères auraient une cause liée à une défaillance de maintenance. Dans la littérature aéronautique les défaillances de maintenance sont considérées comme étant la deuxième cause d'accident mortel derrière les erreurs de pilotage représentant entre 12% et 15% des accidents majeurs d'avions selon les auteurs (Tsagkas, Nathanael, & Marmaras, 2014; Shanmugam & Paul Robert, 2015). En avril 2016, un accident majeur impliquant une erreur de maintenance a initié une volonté d'amélioration de la conception de la maintenance par les constructeurs d'hélicoptères. Cette volonté s'est concrétisée par un appel à projet lancé par l'association de sûreté pour l'industrie du transport offshore par hélicoptères (HeliOffshore). En 2017, le Bureau d'Etude (BE) Maintenance d'Airbus Helicopters a répondu à cet appel à projet en concevant sa propre méthode d'identification et d'évaluation du risque d'erreur, la démarche Human Hazard Analysis (HHA) (cf. infra). En 2018, cherchant à améliorer cette méthode, le service de maintenabilité contacte l'équipe d'ergonomie du Centre de Recherche sur le Travail et le Développement du Cnam et le laboratoire Paragraphe de l'Université Paris 8.

La démarche « HHA » d'identification et d'évaluation du risque d'erreurs

La démarche Human Hazard Analysis a été développée par le Bureau d'étude Maintenance qui participe avec d'autres bureaux d'étude à la conception de l'hélicoptère, d'outillages et de procédures de maintenance de celui-ci. En 2019, date de début de cette recherche il est composé notamment (Figure 1)¹ :

- D'un pôle Facteur Humains, deux ingénieurs Spécialistes Facteurs Humains (SFH) et de la première auteure de cette communication, doctorante ergonome ;
- D'une équipe maintenabilité, six System Design Responsible (SDR), ingénieurs en maintenabilité ;

¹ D'autres personnes font partie d'autres équipes au sein du BE Maintenance mais nous ne présenterons ici que les acteurs nécessaires à la compréhension de cette communication ¹

- D'un team facilitateur, expert en maintenabilité, dont la mission est d'être un support pour les SDR et les SFH ;
- D'un expert en maintenance ayant une fonction de référent dans son domaine auprès de plusieurs équipes du BE Maintenance ;
- De quatre architectes de maintenance qui assurent la cohérence et de la fiabilité de la maintenance de façon transverse à toutes les équipes du bureau d'étude de maintenance ;
- De deux managers chargés de la gestion des équipes.

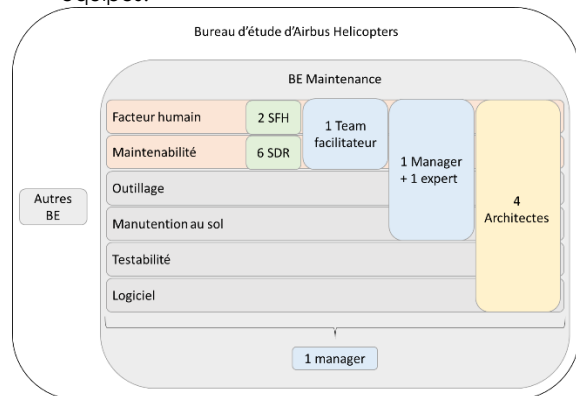


Figure 1 : Les acteurs du BE Maintenance ayant contribué à la conception de HHA

Ces acteurs ont contribué à la conception de la démarche Human Hazard Analysis qui est constituée de 4 étapes :

1) Le choix des tâches dites sensibles (les tâches pour lesquelles une « défaillance » entrainerait un accident ou un incident en vol) par des ingénieurs d'un autre bureau d'étude.

2) L'enquête client : Un groupe de travail composé du team facilitateur, de l'expert en maintenance et de mécaniciens clients (membres de l'association HeliOffshore) et d'Airbus évalue le risque « d'erreur humaine » pour chaque tâche identifiée à l'étape 1. Ils attribuent un score de 1 (pas de risque) à 5 (risque élevé) à différents critères : la fréquence de la tâche, l'accessibilité, les ressources de temps et de main d'œuvre, la documentation (carte de travail) et l'utilisation d'outils spéciaux.

3) L'analyse Facteurs Humains : Les Spécialistes Facteurs Humains procèdent à une analyse des tâches considérées comme les plus sensibles par l'enquête client de l'étape 2. Cette analyse s'appuie sur des simulations réalisées avec des mécaniciens d'Airbus, selon différentes modalités (selon le niveau de complexité des tâches et les ressources disponibles) :

- Une lecture commentée des procédures prescrites (appelées dans ce cas « cartes de travail »), en salle ou devant hélicoptère
- La réalisation de la tâche en réalité virtuelle ou sur hélicoptère

Les SFH rédigent ensuite un rapport d'analyse qui s'appuie sur l'outil interne HEMEA, Human Error Mode and Effect Analysis. Ce rapport recense, pour chaque tâche analysée : le détail de l'erreur possible, un score de sensibilité aux facteurs humains, les

recommandations des SFH faisant office de barrières aux risques et le score potentiel de sensibilité aux facteurs humains si ces barrières étaient mises en place. Le « score de sensibilité aux facteurs humains », est le produit de la probabilité d'occurrence de l'erreur et des conséquences de l'erreur et qui donne un score de 1 à 5.

4) La relecture collective des rapports FH : Les rapports FH sont ensuite relus en interne du BE de maintenance par un manager et un architecte pour d'éventuelles corrections ou modifications avant validation et communication aux acteurs de la conception concernés.

Parmi les objectifs de cette recherche-action, il s'agit de proposer des modifications de la démarche HHA, c'est-à-dire de contribuer à sa conception. Ceci implique dans un premier temps de mieux comprendre comment cette démarche a été conçue, comment elle évolue et quels en sont les usages au sein du BE Maintenance. Pour cela, nous nous appuyons sur l'approche instrumentale et les travaux en ergonomie de la conception.

CADRE THEORIQUE

Le dispositif HHA vu comme un système d'artefacts ?

Ici l'objet de conception du service de maintenabilité est une méthode d'analyse des risques en maintenance que ces concepteurs considèrent comme un outil, et que nous proposons de voir au travers de l'approche instrumentale. Dans cette approche, on considère que les artefacts sont les médiateurs de l'action et de l'activité finalisée des opérateurs, ici les membres du bureau d'étude maintenance (Rabardel, 1995). Pour comprendre comment opère cette médiation il faut distinguer l'instrument de l'artefact. En effet, l'instrument est composé de l'artefact, objet technique, matériel ou symbolique et de schèmes d'utilisation associés, construits par le sujet ou de schèmes sociaux d'utilisation que le sujet s'approprie (Folcher & Rabardel, 2004). Une des composantes de cette genèse instrumentale est l'instrumentalisation. L'instrumentalisation est caractérisée par « l'émergence et l'évolution des fonctions de l'artefacts » (Bourmaud, 2013). Cependant, un instrument/artefact n'est jamais isolé et les opérateurs mobilisent le plus souvent un ensemble d'instruments/artefacts liés et organisés entre eux ce qui définit un système d'instrument/artefacts. Nous considérerons donc ici la démarche HHA comme un système d'instruments/artefacts.

Le dispositif HHA vu comme le résultat d'un processus de conception distribuée ?

Les travaux en sciences de la conception mettent en avant le caractère distribué de la conception (p.ex. Darses et Falzon, 1996) : dans le temps, dans l'espace ou dans diverses organisations, et parmi divers protagonistes porteurs de buts et de perspectives qui leurs sont propres. Ces perspectives se traduisent dans une dimension modulaire de la conception liée

aux divers artefacts ou systèmes d'artefact conçus, chaque artefact pouvant être pris en charge par un protagoniste différent de la conception. De ce fait, les processus de conception revêtent souvent un caractère « conflictuel ». Concevoir nécessite alors négociations et arbitrages entre ces différentes perspectives et buts. Les artefacts conçus sont ainsi le résultat de ces différents arbitrages en lien avec l'intention de conception initiale (Bucciarelli, 1988). Ce processus de conception se poursuit dans l'usage de l'artefact par les usagers qui peuvent développer de nouveaux usages qui peuvent eux-mêmes être repris par les concepteurs (Bourmaud & Rétaux, 2002). Comprendre un processus de conception nécessite donc : de caractériser les perspectives et les buts des différents protagonistes ; leurs rôles par rapport à cet artefact et d'identifier les points de conflits potentiels ; de caractériser l'intention de conception initiale et les évolutions de l'artefact conçu, en lien notamment avec l'évolution de ses fonctions liées à l'usage.

Au vu de ces éléments de la littérature et des enjeux de la demande qui nous est formulée, nous proposons de nous intéresser aux deux questions suivantes : Quelles sont les caractéristiques du processus de conception de la démarche HHA et ses fonctions ? Quelles sont les évolutions de ses fonctions et de ses usages ?

METHODOLOGIE

Comprendre l'intention initiale et les évolutions de la démarche et identifier les concepteurs

Nous avons mené deux entretiens semi directifs : un entretien collectif avec deux des trois concepteurs initiaux de la démarche et un entretien avec un spécialiste facteur humain, utilisateur de cette démarche. Les évolutions des formes de rapport ont été utilisées comme support de discussion. Le but de ces entretiens était de saisir les intentions des interviewés au lancement de la démarche et d'identifier les évolutions éventuelles de cette démarche au fil des années. Ces entretiens ont été retranscrits puis codés pour caractériser le processus d'instrumentalisation par l'identification des fonctions associées à la méthode HHA et leurs évolutions.

Par ailleurs, nous nous sommes particulièrement intéressés à l'étape 3 de la démarche, portée par les SFH. Nous avons réalisé des observations ouvertes non participatives de l'activité des SFH du service liée à l'utilisation de la démarche HHA (réunion de préparation, simulation, rédaction des rapports, réunion de suivi des analyses). L'objectif de cette première phase exploratoire était de comprendre l'activité des SFH en lien avec la démarche, ce qui nous a permis de comprendre l'artefact « démarche HHA », d'identifier les acteurs impliqués dans la création et dans quelle vision de la sécurité la démarche HHA se situait.

Comprendre l'usage de la démarche HHA

Une technique inspirée des protocoles verbaux concomitante à la tâche (Ericsson & Simon, 1998) a été utilisée à 4 reprises :

- Avec une SFH sous-traitante au cours de la rédaction d'un rapport dans sa version 2019 (1h30 d'observation).
- Avec un SHF (docteur ingénieur ergonomiste) au cours de la rédaction d'un rapport dans sa version 2020 (1h46 d'observation).
- Avec le responsable d'équipe maintenabilité, au cours de la relecture d'un rapport (1h d'observation).
- Avec un architecte en maintenance, au cours d'une relecture de rapport (1h d'observation)

L'objectif était d'avoir accès aux buts des SFH durant l'écriture du rapport et observer l'usage de l'artefact « rapport ». La consigne donnée était la suivante : « Lors de la rédaction de ce rapport dites-moi tout ce qui vous vient à l'esprit ». Ces verbalisations ont été enregistrées puis retranscrites. Les retranscriptions des verbalisations ont été codées afin d'identifier les buts et les fonctions associés au rapport.

RESULTATS

Une conception distribuée d'un système d'artefact

Une première analyse nous permet de préciser les différentes fonctions des protagonistes dans la conception de la démarche HHA. La conception et l'usage de ce système d'artefact a été distribuée dans plusieurs groupes. La conception de la démarche HHA a été initiée par le team facilitateur et l'expert. Ils ont adapté une méthode d'identification et d'évaluation du risque d'erreur, Human Hazard Analysis (HHA) originellement développée pour Airbus avion (Lawrence & Gill, 2007). Ils ont pris comme donnée d'entrée les tâches de maintenance dites sensibles commandées à d'autres BE pour concevoir et réaliser eux même l'enquête client. Cette enquête client fournit au SFH la liste des tâches de maintenance à simuler, les SFH sont donc des usagers de l'artefact enquête client. Les SFH ont ensuite construit l'artefact « simulation des tâches » et conduisent eux-mêmes ces simulations. La conception du premier rapport d'analyse a impliqué le team facilitateur, les SFH, les architectes et les managers. Ces concepteurs utilisent le rapport pour communiquer avec les acteurs de la conception de l'hélicoptère concerné. Le tableau ci-dessous (tableau 1) synthétise le rôle de chacun des acteurs dans la conception et l'usage du système d'artefact avec C = Concepteurs et U = Usagers. Les acteurs de la démarche peuvent être concepteur et/ou usagers des artefacts en fonction du contexte.

Tableau 1: Rôle des différents acteurs dans la conception et l'usage du système d'artefacts

	Choix des tâches sensibles	Artefact Enquête client	Artefact Simulation	Artefact Rapport
SDR autres BE	C			
Expert	U	C+U		
Team Facilitateur	U	C+U		C+U
SFH		U	C+U	C+U
Architectes				C+U
Managers				C+U
SDR maintenabilité + Acteurs de la conception concernés				U

Des attributions de fonctions multiples et évolutives du système d'artefact

Ici nous cherchons à mettre en évidence les fonctions qu'attribuent les concepteurs et les usagers de la démarche aux différents artefacts et leurs évolutions sur les années 2018, 2019 et 2020. S'il y a un ajout ou une suppression de fonction attribuée aux artefacts après 2018 nous l'indiquerons par les symboles - (suppression) et + (ajout). S'il n'y a pas d'indication, les fonctions de 2018 sont considérées comme toujours opératives pour 2019 et 2020.

Tableau 2 : Attributions et évolution des fonctions de l'artefact enquête client

Expert+ Team Facilitateur (C+U)	<p>Fonctions 2018 : Identifier les tâches sensibles au Facteur Humain Prioriser des tâches pour la simulation Recueillir le feedback client Être visible auprès des clients</p> <p>Fonctions 2019 : + Favoriser l'apprentissage mutuel SDR/mécaniciens + Analyser qualitativement des tâches les plus sensibles</p>
SFHs (U)	<p>Fonction 2018 : Fournir les données d'entrée pour la simulation</p> <p>Fonction 2019-2020 : + Supporter l'analyse des risques</p>

Tableau 3 : Attributions et évolution des fonctions de l'artefact simulation

SFH (C+U)	<p>Fonctions 2018 Identifier les risques d'erreur Identifier les risques pour l'OP Identifier les variabilités interindividuelles</p> <p>Fonctions 2019-2020 - Identifier les variabilités interindividuelles</p>
-----------	---

Tableau 4 : Attributions et évolution des fonctions de l'artefact rapport

Team Facilitateur + Managers (C+U)	Fonctions 2018-2020 : Suivre les indicateurs de performance Communiquer auprès d'Airbus et de ses clients Prescrire aux acteurs de la conception
SFH (C+U)	Fonctions 2018 : Communiquer sur la démarche Être un support d'analyse des risques Mettre en avant l'activité des OP Être un support de débat pour trouver les solutions Fonctions 2019 : - Communiquer sur la démarche Fonctions 2020 : - Mettre en avant l'activité des OP
Architectes (C+U)	Fonctions 2019-2020 Être source de prescription des risques à prendre en compte Être un support pour argumenter auprès des acteurs de la conception
SDR maintenabilité + acteurs de la conception (U)	Fonctions 2018-2020 Être un support de débat pour trouver ou rejeter les solutions Être un support de prescription

La conception de la démarche HHA débutée en 2017 continue d'évoluer jusqu'en 2020 avec l'arrivée progressive des SFH, des managers et des architectes.

Les concepteurs de l'artefact enquête client ont donné à l'artefact des fonctions d'usage à destination des SFH qu'ils pensaient être les fonctions « prioriser les tâches » et « recueil de feedback » (voir tableau 2). Cependant les SFH ont fait usage de la fonction « Identifier les tâches sensibles au Facteur Humain » et non « prioriser les tâches » car elle n'était pas opérationnelle au vu des contraintes de leur activité. Les SFH n'ont également pas utilisé le feedback client en 2018 qu'ils jugeaient trop pauvre. Les concepteurs de l'artefact enquête client ont alors étendu les fonctions de l'artefact pour eux même et pour les SFH. Ils ont ajouté une fonction d'analyse qualitative des tâches jugées comme les plus sensibles pour fournir plus de données qualitatives aux SFH. Les SFH ont pu les utiliser au travers des commentaires clients recueillis.

Pour les artefacts simulation et rapport nous observons une réduction des fonctions données par les SFH entre 2018 et 2020. L'année 2018 a été considérée par les concepteurs et utilisateurs de la démarche comme une année d'expérimentation car dans un contexte de réalisation d'une thèse par le SFH. Par exemple, en 2018 les SFH associaient à l'artefact simulation la fonction « identification des variabilités interindividuelles » en comparant des simulations de mêmes tâches réalisées par différents opérateurs (voir tableau 3). En 2019 et 2020 les managers ont dû intégrer à la démarche des contraintes budgétaires et temporelles. Les SFH n'ont alors observé qu'un opérateur par tâche et ont dû supprimer la fonction « identification des variabilités interindividuelles » de l'artefact simulation. L'artefact rapport avait en 2018 pour les SFH une fonction de mise en avant de l'activité des opérateurs pour réaliser la tâche en sécurité et non exclusivement l'identification des erreurs potentielles. Ils utilisaient la case « détail de l'erreur » comme un espace pour

indiquer les « bonnes pratiques » observées lors des simulations. L'entrée d'autres acteurs dans la conception du rapport en 2019 (cf. infra) apportant de nouvelles contraintes et de nouveaux objectifs a amené la suppression de cette fonction.

Divergence d'objectifs dans la conception

Dans cette partie nous présenterons les divergences d'objectifs des différents concepteurs et usagers du système d'artefact expliquant les évolutions des fonctions attribuées au système d'artefact.

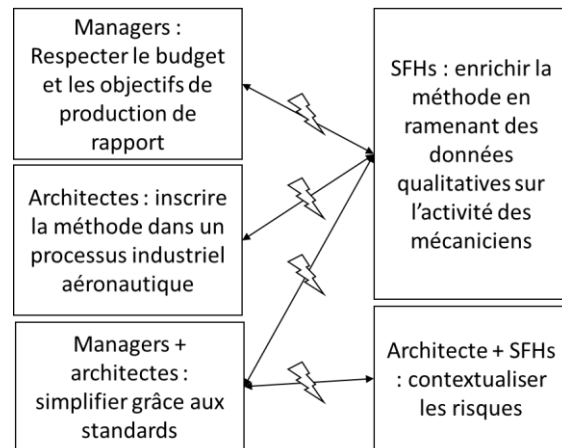


Figure 2 : Divergences d'objectifs des protagonistes

A partir de 2019, les managers de maintenabilité ont ajouté l'objectif « d'industrialiser la méthode » à la démarche. Le temps d'analyse par les SFH des tâches a alors été réduit par rapport à 2018. Les architectes ont souhaité inscrire la démarche dans le processus plus général de conception de l'entreprise. Pour les rapports de 2020 les architectes ont demandé que l'identification des risques se base sur une liste de risques standards avec des solutions et des scores automatiquement associés. Leur objectif était ici de rendre « plus lisible l'analyse » des rapports pour leurs destinataires et d'aider les SFH à identifier et rédiger plus rapidement les risques d'erreurs et atteindre les objectifs de rendu des rapports. Les SFH doivent donc en 2020 choisir dans une liste de risques tous ceux qui correspondent au mieux à la situation. Ceci est en contradiction avec l'objectif des SFH de mettre en avant l'impact qu'a le contexte et l'activité du mécanicien sur les risques. Paradoxalement le manque de contexte donné aux différents risques standards est regretté par un des architectes. De plus selon lui, ce n'est pas l'exhaustivité des risques et leur standardisation qui doit primer mais la possibilité effective de changement dans la conception des procédures de maintenance et de l'hélicoptère des risques avec un score élevé.

DISCUSSION

Deux approches de la fiabilité par deux mondes professionnels différents

A ce niveau de résultat nous pouvons distinguer un but commun à tous les protagonistes qui est

d'améliorer la fiabilité de la maintenance d'hélicoptère. Cependant les objectifs intermédiaires de certains groupes et les fonctions qu'ils donnent à la méthode HHA nous montre à voir deux mondes professionnels différents, le monde des SFH et le monde des architectes. Nous empruntons ce concept de monde à Béguin (2007) qu'il définit comme « *un ensemble d'arrière-plans conceptuels, axiologiques et praxiques qui forment système avec les objets de l'action* ». Le monde des SFH est tourné vers l'identification et la compréhension des risques d'erreur. Ils cherchent une certaine exhaustivité dans l'identification des risques en étudiant l'activité de l'opérateur, opérateur qui fait des erreurs mais peut aussi être une source de sécurité. Le monde des architectes est tourné vers le degré d'urgence à éliminer et réduire ces risques et aux coûts que cela impliquerait pour l'entreprise. Ils sont eux-mêmes engagés dans la conception plus large de l'hélicoptère et veulent donc inscrire la démarche HHA dans les processus de management de la sécurité existant dans l'entreprise afin de la rendre plus opérationnelle dans leur activité propre.

Articulation des divergences d'objectif

Selon Béguin (2007) le travail de conception implique un travail d'articulation des mondes professionnels différents pour créer un monde commun qui situe les positions relatives de chacun sans qu'un monde s'impose sur l'autre. Nous pouvons nous demander ici si la divergence des objectifs de chacun a été le socle de la construction de la démarche ou au contraire si certains objectifs se sont imposés sur les autres. En effet les objectifs des architectes et des SFH ne sont pas contradictoires en soit. L'intégration de la démarche HHA au processus global de la conception dans l'entreprise peut s'articuler avec une étude fine des risques d'erreurs dans leur contexte. A l'instrumentalisation du système d'artefact développé par les SFH en 2018 viendrait s'ajouter celle des architectes en 2019 et 2020. L'évolution de la forme des rapports semble privilégier aujourd'hui le processus d'instrumentalisation des architectes mettant en avant l'insertion dans le processus global de conception de l'entreprise. On pourrait alors considérer que les SFH ont alors accommodé leurs schèmes d'utilisation du système d'artefacts qu'ils avaient développé en 2018.

CONCLUSION

La démarche HHA a impliqué une conception distribuée d'un système d'artefacts par de nombreux concepteurs/usagers ne partageant pas tous les mêmes objectifs intermédiaires mais visant un but commun, fiabiliser la maintenance. Par cette première étude nous avons pu identifier une partie des positions relatives de deux mondes professionnels participant à la conception et aux usages de la démarche HHA, celui des SFH et celui des architectes. D'autres acteurs et d'autres mondes professionnels sont impliqués dans cette que nous n'avons pas encore caractérisés. C'est le cas des

managers en maintenabilité mais aussi des utilisateurs finaux du rapport, les SDR en maintenabilité et les autres acteurs de la conception. De plus la méthodologie employée ne visait pas l'accès des lieux de négociation et ni d'approfondir le processus de conception de la démarche HHA en lui-même. La suite de la recherche de thèse s'intéressera donc à approfondir les résultats présentés et à les élargir pour faire face aux limites identifiées. Notre ambition est de nous inscrire ainsi dans une recherche-intervention qui contribuera à la conception de la démarche HHA vue comme un système d'artefacts soutenant le développement d'un monde commun visant la fiabilité de la maintenance.

BIBLIOGRAPHIE

- Barcellini, F. (2015). Développer des interventions capacitanes en conduite du changement. Comprendre le travail collectif de conception, agir sur la conception collective du travail (Doctoral dissertation).
- Béguin, P. (2007). Innovation et cadre sociocognitif des interactions concepteurs-opérateurs: une approche développementale. *Le travail humain*, 70(4), 369-390.
- Bourmaud, G. (2013). De l'analyse des usages à la conception des artefacts : Le développement des instruments. *Ergonomie constructive*, 161-173.
- Bourmaud, G., & Rétaux, X. (2002, November). Rapports entre conception institutionnelle et conception dans l'usage. In *Proceedings of the 14th Conference on l'Interaction Homme-Machine* (pp. 137-144).
- Bucciarelli, L. L. (1988). An ethnographic perspective on engineering design. *Design studies*, 9(3), 159-168.
- Ericsson, K. A., & Simon, H. A. (1998). How to study thinking in everyday life: Contrasting think-aloud protocols with descriptions and explanations of thinking. *Mind, Culture, and Activity*, 5(3), 178-186.
- Falzon, F., & Darses, F. (1996). La conception collective : une approche de l'ergonomie cognitive. *Coopération et conception*, 123-135.
- Folcher, V., & Rabardel, P. (2004). Hommes, artefacts, activités: perspective instrumentale. *Ergonomie*, 251-268.
- Lawrence, P., & Gill, S. (2007). Human hazard analysis: A prototype method for human hazard analysis developed for the large commercial aircraft industry. *Disaster Prevention and Management: An International Journal*, 16(5), 718-739.
- Shanmugam, A., & Paul Robert, T. (2015). Ranking of aircraft maintenance organization based on human factor performance. *Computers & Industrial Engineering*, 88, 410-416.
- Tsagkas, V., Nathanael, D., & Marmaras, N. (2014). A pragmatic mapping of factors behind deviating acts in aircraft maintenance. *Reliability Engineering & System Safety*, 130, 106-114.
- Rabardel, P. (1995). *Les hommes et les technologies; approche cognitive des instruments contemporains*.