



THÈSE

En vue de l'obtention du

DOCTORAT DE L'UNIVERSITÉ DE TOULOUSE

Délivré par **l'Institut Supérieur de l'Aéronautique et de l'Espace**
Spécialité : Intelligence artificielle

Présentée et soutenue par **Jean-Philippe RAMU**
le 16 juillet 2008

Efficienc e d'une documentation opérationnelle contextuelle sur la performance des pilotes de transport aérien

JURY

M. Patrick Brézillon, président du jury
M. Guy Boy, co-directeur de thèse
M. Guy Gouardères, co-directeur de thèse
M. Erik Hollnagel, rapporteur
M. Patrick Millot, rapporteur
M. Francis Payeur

École doctorale : **Mathématique, informatique, et télécommunications**

Unité de recherche : **EURISCO International Toulouse**

Co-directeurs de thèse : **M. Guy Boy – M. Guy Gouardères**

RÉSUMÉ

La documentation a rencontré des changements radicaux au cours de cette dernière décennie. Un pas important a été franchi avec l'avènement de la documentation en format électronique. La documentation opérationnelle aéronautique est elle aussi de plus en plus disponible en format électronique, et offre de nouvelles opportunités d'utilité et des défis d'utilisabilité. Nous nous attachons à étudier comment cette documentation peut être développée pour répondre à cette évolution.

Grâce à une modélisation cognitive de la tâche de recherche d'information, nous catégorisons puis discutons les activités documentaires des pilotes telles que : support de performance, aide à la préparation ou entraînement. Dans ces différentes activités, l'interactivité entre le pilote et la documentation présuppose une notion de pertinence de l'information choisie. Nous utilisons la notion de contexte comme référentiel de pertinence. Notre modélisation du contexte est composée de trois catégories de descripteurs sémantiques, qui sont : les tâches, les conditions et les ressources. L'articulation de ces trois catégories de contexte définit l'ensemble des situations décrites dans la documentation aéronautique.

La thèse met en application les propositions de notre modélisation en utilisant une approche centrée utilisateur. D'abord, un questionnaire sur l'utilisation de la documentation illustre les besoins des pilotes. Ensuite, deux cycles de conceptions/évaluations d'un prototype de documentation contextuelle permettent de spécifier une méthode de contextualisation de la documentation, ainsi que de proposer des interactions susceptibles de supporter les catégories d'activités documentaires des pilotes.

Mots-clés : Documentation opérationnelle, opérations aériennes, documentation électronique embarquée, apprentissage par ordinateur, recherche d'information

ABSTRACT

Documentation has encountered radical changes in the last ten years. An important step has been made with the shift from paper to electronic format. Aeronautical operational documentation is incrementally available in electronic format, and offers new utility opportunities as well as usability challenges. We are interested in studying how aeronautical operational documentation can be developed in order to follow this evolution.

Using a cognitive model of the information retrieval task, we categorise the documentation activities of the air transport pilots. This categorisation enables to discuss documentation activities such as: performance support, preparation help or training. In those different activities, interaction between the pilot and the documentation consultation tool requires more investigation on the relevance of selected information. In this thesis, the notion of context was chosen as an attributes of information relevance. Our context model is composed of three categories of semantic descriptors: the tasks, the conditions and the resources. The articulation of those three categories define the collection of situations described in the aeronautical operational documentation.

The thesis is strongly based on a user-centered approach supported by our cognitive model. First, a questionnaire on the use of operational documentation illustrates the needs of the pilots. Then, two cycles of design/evaluation of a contextual operational documentation prototype enable the derivation of a contextualisation method, as well as interaction design solutions enabling to support the documentation activities of the pilots.

Keywords : Operational documentation, flight operations, electronic flight bags, computer based training, information search

REMERCIEMENTS

J'aime l'aviation. Peut-être que c'est dans ses contrastes qu'elle me fascine. À la fois hostile et maîtrisée, surnaturelle et artificielle, planifiée et anxieuse de l'imprévu. Toujours différente et pourtant répétitive. L'aviation a ceci de remarquable qu'elle peut passionner tant des adultes que des enfants.

Je remercie mes parents pour m'avoir toujours soutenu au long de mes formations, pour m'avoir encouragé sans me juger. Pour avoir offert sans égoïsme un cadre de vie propice à l'épanouissement.

Je remercie à la fois la structure et les gens d'EURISCO. La structure pour avoir permis l'accomplissement d'un travail à la fois proche de l'industrie et protégé de ses contraintes. Environnement rare et que je regretterai. Les gens, pour leurs différences. En particulier : Yvonne pour son attention, Marie pour sa disponibilité, Matthias pour son dynamisme, Cheikh pour son organisation, Helen pour son élégance, Lucas pour son amitié, Jérôme pour son esprit critique, et Guy pour m'avoir soutenu dans la réalisation d'un projet de doctorat.

Je remercie le jury de thèse, et tout particulièrement mes directeurs : Guy Boy et Guy Gouardères, pour avoir apporté un regard critique et constructif à mon travail. Personnellement, je remercie Francis pour son exemple en matière de dévouement et de modestie.

Également, je remercie tous les utilisateurs de documentation aéronautique qui ont à travers les différents outils de l'étude pris de leur temps, et apporté un peu de leur expertise.

Finalement, je remercie ma femme, Agnieszka, pour son soutien sans cesse renouvelé.

GLOSSAIRE

AFM : Aircraft Flight Manual	MAD* : Méthode Analytique de
AIP : Aeronautical Information Publication	Description des tâches utilisateur orientée spécification d'interface
API : Application Programming Interfaces	MCDU : Multi Control Display Unit
APU : Auxiliary Power Unit	MEL : Minimum Equipment List
ATA : Air Transportation Association	METAR: Meteorology for airport
ATIS : Automatic Terminal Information Service	METP : Multi-Engines Turbo-Prop (Multi moteurs à turbines)
ATPL : Air Transport Pilot Licence	MMEL : Master Minimum Equipment List
AUTO : Artefact, User, Task and Organisational environment	ND: Navigation Display
BJ : Business Jet	N-MDA : Noyau du Modèle de Description de l'Activité
CBT : Computer Based Training	NOTAM: Notes for airmen
CRM : Crew Resource Management	OACI : Organisation de l'Aviation Civile Internationale
CTT : Concur Task Trees	OM : Operation Manuals
DU : Documentary Unit	OWL : Ontology Web Language
DO : Documentary Object	PdF : Printable digital Format
ECAM: Electronic Centralised Aircraft Monitoring	PFD: Primary Flight Display
EFB : Electronic Flight Bag	PIB: Pre-flight Information Bulletins
EST : Évaluation Sélection Traitement	QRH : Quick Reference Handbook
FCOM : Flight Crew Operation Manual	SA : Situation Awareness
GOMS : Goals, Operators, Methods and Selection rules	SIGMET: Significant weather chart
GPS : Global Positioning System	SOP : Standard Operating Procedures
GPWS : Ground Proximity Warning System	SPEED : Suivi des Procédures Écrites dans des Environnements Dynamiques
GTA : Groupware Task Analysis	SQL : Structured Query Language
HTML : Hyper-Text Mark-up Language	SRAR : Situation Recognition/Analytical Reasoning
IHM : Interaction Humain-Machine	TAF: Terminal Airport Forecast
JAR : Joint Airworthiness Requirements	TCAS : Traffic Collision Avoidance System
K-InCA : Knowledge Intelligent Conversional Agent	TKS : Task Knowledge Structure
LOFT : Line Operation Flight Training	UAN : User Action Notation
LPC : Less Paper Cockpit	UML : Unified Modeling Language
	VFE : Vitesse maximale avec les volets hypersustentateurs sortis

TABLE DES MATIÈRES

1	INTRODUCTION.....	11
1.1	Utilisation de la documentation opérationnelle dans l'aviation	11
1.2	Production de documentation opérationnelle dans l'aviation	12
1.2.1	Production de documentation opérationnelle par les constructeurs d'avions	12
1.2.2	Production de documentation opérationnelle par les autorités nationales	13
1.2.3	Production de documentation opérationnelle par les instances météorologiques	13
1.2.4	Production de documentation opérationnelle par les opérateurs.....	14
1.3	Vers la génération numérique	15
1.3.1	Documentation opérationnelle électronique dans les opérations aéronautiques	17
1.3.2	Documentation opérationnelle électronique dans la formation aéronautique	19
1.4	Perspectives.....	20
2	EXPOSÉ DU PROBLÈME.....	24
2.1	Pertinence de la documentation opérationnelle dans l'aviation	24
2.2	Utilisation de la documentation opérationnelle dans l'aviation	25
2.2.1	Le cas de la documentation opérationnelle statique lors des opérations.....	25
2.2.2	Le cas de la documentation opérationnelle statique lors de la formation	27
2.3	De la documentation opérationnelle statique à la documentation opérationnelle contextuelle	29
2.4	Revue de questions.....	30
3	ÉTAT DE L'ART.....	34
3.1	Introduction	34
3.2	Modélisation du domaine	34
3.2.1	Définitions du terme « ontologie ».....	34
3.2.2	Définitions du terme « contexte »	35
3.2.3	Analyse de tâche.....	36
3.3	Recherche d'information dans l'aviation	40
3.3.1	Tâche de recherche d'information : modèle théorique.....	41
3.3.2	Modèle théorique de la tâche de recherche d'information intégré dans l'environnement aéronautique.....	44
3.4	Représentation mentale du domaine.....	49
3.4.1	Catégories d'actions documentaires pour la recherche d'information.....	50
3.4.2	Représentation des situations appliquées à la documentation opérationnelle aéronautique	54
3.5	Conclusions	54
4	ÉTUDE UTILISATEURS.....	60
4.1	Introduction	60
4.2	Questionnaire	61
4.3	Profil des sujets	61
4.3.1	Éducation.....	61
4.3.2	Expérience de vol	62
4.3.3	Expérience antérieure des sujets avec de la documentation opérationnelle électronique	63
4.4	Résultats du questionnaire.....	65
4.4.1	Importance de la documentation opérationnelle	66

4.4.2	Caractère exhaustif de la documentation opérationnelle.....	67
4.4.3	Motivations pour rechercher dans la documentation opérationnelle	68
4.4.4	Difficultés à rechercher dans la documentation opérationnelle	70
4.4.5	Nouvelles fonctionnalités disponibles avec la documentation opérationnelle électronique	71
4.5	Conclusions	72
5	CONTEXTUALISATION DE LA DOCUMENTATION OPÉRATIONNELLE	75
5.1	Introduction	75
5.1.1	Indexation automatique	76
5.1.2	Indexation avec poids des indexes	77
5.1.3	Distance sémantique.....	77
5.2	Description de la méthode de contextualisation.....	78
5.2.1	Exemple de l'instrument anémométrique : une analogie	78
5.2.2	Besoin d'information pour la documentation opérationnelle.....	80
5.2.3	Catégories de descripteurs pour le contexte opérationnel	80
5.2.4	Ontologie des contextes opérationnels	83
5.3	Description du processus de contextualisation.....	96
5.3.1	Définir les titres	97
5.3.2	Définir les racines fonctionnelles	98
5.3.3	Définir les phases	98
5.3.4	Itérer l'objet documentaire	99
5.3.5	Identifier le DO comme prescriptif ou descriptif	99
5.3.6	Itérer l'ontologie des scénarios.....	100
5.3.7	Itérer l'ontologie des ressources.....	108
5.3.8	Indexer les DO avec les branches d'opérations.....	111
5.3.9	Indexer les DO avec les branches de ressources	114
5.3.10	Inférer des DO pertinents pour chaque branche d'opérations.....	116
5.4	Conclusions	118
6	PROTOTYPAGE ET ÉVALUATIONS.....	122
6.1	Introduction	122
6.1.1	Développement des prototypes	124
6.1.2	Organisation des évaluations.....	126
6.2	Étude du premier prototype.....	126
6.2.1	Méthode.....	126
6.2.2	Analyse des résultats	131
6.3	Étude du deuxième prototype.....	140
6.3.1	Méthode.....	140
6.3.2	Analyse des résultats	151
6.4	Conclusions	157
7	CONCLUSIONS.....	163
7.1	Synthèse	163
7.2	Perspectives.....	166
	REFERENCES.....	166
	ANNEXE I : Portail de navigation pour la documentation opérationnelle aéronautique.....	176
	ANNEXE II : Résultat brut du questionnaire.....	179

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Produits principaux de documentation opérationnelle dans l'aéronautique	14
Figure 2 : Solutions de consultation de la documentation opérationnelle à bord de l'avion pour le Boeing 777 (gauche) et l'Airbus A380 (droite)	18
Figure 3 : Modèles statique, automatisé, interactif et contextuel de la documentation	21
Figure 4 : Pyramide AUTO (extrait de Boy, 1998a).....	36
Figure 5 : Processus de base du modèle EST articulé par les processus de gestion cognitive	43
Figure 6 : Modèle théorique de la tâche de recherche d'information	43
Figure 7 : Extrait du modèle SPEED (adapté de de Brito, 2000).....	45
Figure 8 : Système de coopération humain-machine vertical (adapté de Millot, 2003)	46
Figure 9 : Le cas de l'interaction avec la documentation opérationnelle papier.....	48
Figure 10 : Modèle théorique de la tâche de recherche d'information dans un environnement opérationnel.....	49
Figure 11 : Modèle de coopération humain-machine avec la documentation opérationnelle contextuelle	53
Figure 12 : Répartition des pays d'origine des sujets.....	62
Figure 13 : Avions volés par les sujets et type d'opération	63
Figure 14 : Opinion générale des sujets sur la documentation opérationnelle existante.....	65
Figure 15 : Caractère exhaustif de la documentation opérationnelle	67
Figure 16 : Besoin des sujets de rafraîchir leurs mémoire	68
Figure 17 : Manières de rechercher dans la documentation opérationnelle	69
Figure 18 : Adéquation entre l'information disponible et l'information trouvée.....	71
Figure 19 : Proposition d'interactivité pour la documentation opérationnelle électronique.....	72
Figure 20 : Exemple de l'analogie entre la documentation opérationnelle automatisée et l'anémomètre.....	79
Figure 21 : Processus de base de l'articulation des situations problèmes et des choses dans le monde	84
Figure 22 : Comparaison entre la méthode des cas d'utilisation et l'ontologie des scénarios	85
Figure 23 : Ontologie des scénarios	87
Figure 24 : Exemple de branches d'opérations	88
Figure 25 : Exemple de l'ontologie des scénarios.....	90
Figure 26 : Décomposition partielle du vocabulaire propre au système APU	91
Figure 27 : Exemple de WordNet pour le concept du système de carburant	92
Figure 28 : Ontologie des ressources	93
Figure 29 : Critères 2 sous la forme d'un arbre de décision.....	94
Figure 30 : Exemple de l'ontologie des ressources.....	95
Figure 31 : Articulation entre les branches d'opérations et les branches de ressources	96
Figure 32 : Vue générale du processus de contextualisation	97
Figure 33 : Identifier le DO comme prescriptif ou descriptif	99
Figure 34 : Itérer l'ontologie des scénarios	101
Figure 35 : Exemple de SOP pour la phase d'approche (extrait du FCOM, 1996).....	103
Figure 36 : Exemple de SOP pour la phase de pré-vol (extrait du FCOM, 1996)	105
Figure 37 : Résultat lors de l'itération d'un arbre des opérations	108
Figure 38 : Itérer l'ontologie des ressources	109

Figure 39 : Résultat lors de l'itération d'un arbre des ressources	111
Figure 40 : Exemple abstrait concernant l'indexation de DO avec des branches d'opérations ...	112
Figure 41 : Indexer les DO avec les branches d'opérations	113
Figure 42 : Indexer les DO avec les branches de ressources	114
Figure 43 : Exemple d'un descripteur de ressource choisi pour représenter un objet documentaire	116
Figure 44 : Processus d'inférence pour la relation entre les branches d'opérations et les DO	118
Figure 45 : Exemple du démonstrateur initial	123
Figure 46 : Fonctionnalités de base pour la navigation dans la documentation électronique	124
Figure 47 : Vue globale de l'architecture du second prototype	125
Figure 48 : Banc d'essai pour les évaluations des prototypes	126
Figure 49 : Diagramme de séquence pour l'utilisation du premier prototype	128
Figure 50 : Exemple de l'interface du premier prototype	129
Figure 51 : Interface du deuxième prototype	142
Figure 52 : Diagramme de séquence pour l'étape (1) d'analyse de la situation	144
Figure 53 : Exemple d'interface pour l'étape (1) d'analyse de la situation	144
Figure 54 : Diagramme de séquence pour les étapes (2) et (4) de sélection des informations pertinentes	146
Figure 55 : Exemple d'interface pour les étapes (2) et (4) de sélection des informations pertinentes	147
Figure 56 : Diagramme de séquence pour l'étape (3) d'analyse des conséquences	148
Figure 57 : Exemple d'interface pour l'étape (3) d'analyse des conséquences	148
Figure 58 : Résultats pour la mesure de l'adéquation à la tâche	152
Figure 59 : Outil de consultation de la documentation opérationnelle électronique LPC	153
Figure 60 : Recherche d'information sur le TCAS (gauche) et sur le système carburant (droite)	154
Figure 61 : Résultats pur la mesure de l'apprenabilité.....	155
Figure 62 : Résultats pur la mesure de la satisfaction	157
Figure 63 : Démonstrateur de génération de scénarios pour proposer une navigation éducative	158
Figure 64 : Navigation dans la documentation opérationnelle contextuelle sur la base de scénarios générés.....	159
Figure 65 : Utilisation du contenu prescriptif en tant que lien hypertexte pour le choix de la requête	160

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Exemples d'informations proposées sur un <i>Primary Flight Display</i> (PFD).....	16
Tableau 2 : Exemples d'informations proposées sur un <i>Navigation Display</i> (ND).....	16
Tableau 3 : Exemples d'informations proposées sur un <i>Electronic Centralised Aircraft Monitoring</i> (ECAM)	17
Tableau 4 : Gabarit d'un cas d'utilisation	39
Tableau 5 : Processus de gestion cognitive et processus de base du modèle EST (extrait de Rouet & Tricot, 1998).....	42
Tableau 6 : Latence entre une requête représentant une situation particulière et une situation similaire réelle	51
Tableau 7 : Accumulation des modes d'actions documentaires.....	52
Tableau 8 : Méthodes permettant la participation des utilisateurs (ISO/TR 16982, 2002).....	60
Tableau 9 : Compétences techniques des sujets.....	62
Tableau 10 : Répartition de l'expérience de vol des sujets	63
Tableau 11 : Expérience des sujets avec de la documentation opérationnelle électronique existante.....	63
Tableau 12 : Opinion des sujets quant à l'augmentation de l'utilisation de la documentation opérationnelle électronique	64
Tableau 13 : Fréquence d'utilisation de la documentation opérationnelle en opération.....	66
Tableau 14 : Fréquence d'utilisation de la documentation opérationnelle en instruction.....	66
Tableau 15 : Motivations à rechercher dans la documentation opérationnelle	68
Tableau 16 : Attitude des sujets adoptée en cas de situations anormales ou d'urgences	69
Tableau 17 : Difficultés rencontrées par les sujets dans une situation nouvelle	70
Tableau 18 : Difficultés à rechercher dans la documentation opérationnelle	70
Tableau 19 : Questions de conception pour la documentation opérationnelle contextuelle	79
Tableau 20 : Profil des sujets pour la première campagne d'évaluations	127
Tableau 21 : Expérience de vol pour les sujets de la deuxième campagne d'évaluations	140
Tableau 22 : Profil des sujets pour la deuxième campagne d'évaluations.....	141
Tableau 23 : Critères de mesure de l'utilisabilité du deuxième prototype.....	149
Tableau 24 : Mesure de l'efficacité relative	152
Tableau 25 : Mesure de l'apprenabilité pour les trois exercices ensemble	155

CHAPITRE I : INTRODUCTION

« Cependant, le courrier de Patagonie abordait l'orage, et [il] renonçait à le contourner. Il l'estimait trop étendu, car la ligne d'éclairs s'enfonçait vers l'intérieur du pays et révélait des forteresses de nuages. Il tenterait de passer par-dessous, et, si l'affaire se présentait mal, se résoudrait au demi-tour.

Il lut son altitude : mille sept cents mètres. Il pesa des paumes sur les commandes pour commencer à la réduire. Le moteur vibra très fort et l'avion trembla. [Il] corrigea, au jugé, l'angle de descente, puis, sur sa carte, vérifia la hauteur des collines : cinq cents mètres. Pour se conserver une marge, il naviguait vers sept cents. [...], il griffonna pour le radio :

« J'ignore si je pourrai passer. Sachez-moi s'il fait toujours beau en arrière. »

La réponse le consterna : « Commodoro signale : Retour impossible. Tempête. » [...]

« Demandez le temps de San Antonio...

- San Antonio a répondu :
« Vent Ouest se lève et tempête à l'Ouest. Ciel trois quarts couvert. » [...]
Ferez-vous demi-tour ? Quels sont vos projets ?
- Foutez-moi la paix. Demandez le temps de Bahia Blanca...
- Bahia Blanca a répondu :
« Prévoyons avant vingt minutes violent orage Ouest sur Bahia Blanca. »
- Demandez le temps de Trelew...
- Trelew a répondu :
« Ouragan trente mètres seconde Ouest et rafales de pluie. »
- Communiquez à Buenos Aires :
« Sommes bouchés de tous les côtés, tempête se développe sur mille kilomètres, ne voyons plus rien. Que devons nous faire ? » »

»

Antoine de Saint-Exupéry, Vol de Nuit, 1931

1 INTRODUCTION

1.1 *Utilisation de la documentation opérationnelle dans l'aviation*

Les manuels techniques ont un large spectre d'utilisateurs, tels que les auteurs, le personnel de planification, les instructeurs ou le personnel navigant. Chaque catégorie d'utilisateurs peut avoir des besoins spécifiques. Dans cette étude de l'utilisation de la documentation opérationnelle dans le domaine aéronautique, nous allons concentrer notre attention sur l'usage que peut en faire un pilote de transport aérien et débattre de l'impact des besoins spécifiques des pilotes sur les autres utilisateurs tels que les auteurs de la documentation ou les instructeurs.

Dans le domaine de l'aviation, l'Organisation de l'Aviation Civile Internationale (OACI) donne la définition suivante pour un manuel opérationnel à l'intention du pilote de ligne : *manuel où sont indiqués toutes les procédures, instructions et indications pour le personnel navigant nécessaires à l'exécution de leurs tâches* (JAR-OPS 1, 2007). Dans toute cette étude, nous définirons le terme « documentation opérationnelle » comme incluant la totalité du contenu de tels manuels. Il est reconnu qu'une erreur ou un manque d'information dans la documentation opérationnelle peut avoir un impact sur la performance, et parfois même un impact sur la sécurité. C'est pourquoi les organisations produisent et diffusent la documentation opérationnelle et des bulletins de révisions périodiquement. Une fois que la documentation opérationnelle a été diffusée, c'est au pilote de ligne de connaître et/ou d'appliquer l'information publiée.

En tant que source d'information, la documentation opérationnelle est un moyen de renforcer chez le pilote sa conscience de la situation, qui peut être définie comme la perception des éléments dans l'environnement contenu dans un volume d'espace et de temps, la compréhension de leurs significations, et la projection de leurs états dans un proche futur (Endsley, 1988). La documentation opérationnelle renforce la perception des éléments dans l'environnement en fournissant des informations mises à jour. Elle renforce la compréhension de ces éléments en fournissant des explications détaillées. Et elle facilite la projection de leur état dans un proche futur en fournissant des informations rendant possibles la préparation et l'anticipation.

Le domaine de l'aviation est complexe, dynamique et dans certains cas critique au niveau de la sécurité. Par ailleurs, la quantité d'information de la documentation opérationnelle produite est considérable, couvre un vaste champ de sujets, et peut changer dans le temps. Pour ces multiples raisons, les pilotes doivent acquérir et rafraîchir leurs connaissances de manière récurrente, ce qu'ils font soit grâce à des activités de formation, soit grâce aux activités opérationnelles elles-mêmes. Dans les activités de formation, différents outils et simulateurs permettent aux pilotes d'acquérir, d'entraîner et de tester des compétences spécifiques. Dans les activités opérationnelles, ils/elles utilisent les infrastructures du domaine afin d'accomplir une mission (par exemple un vol de Genève à Toulouse). Ce faisant, chaque pilote peut acquérir et entraîner les compétences directement liées à ses missions.

D'un point de vue apprentissage organisationnel, l'utilisation de la documentation opérationnelle est une opportunité pour obtenir un retour d'expérience et doit pouvoir aider l'organisation à compléter et/ou améliorer sa production.

La gestion de la documentation opérationnelle doit prendre en considération tous les processus susmentionnés. Elle doit être un moyen pour le pilote d'itérer ses compétences individuelles. Elle doit également l'assister dans son environnement de formation et d'opération ainsi que dans la préparation de tâches et dans les tâches en temps réel. Enfin, elle doit être un moyen d'obtenir un retour d'expérience pour l'organisation aéronautique. Tous ces processus utilisent d'une certaine manière une partie de la documentation opérationnelle produite.

1.2 Production de documentation opérationnelle dans l'aviation

De nombreuses organisations produisent de la documentation opérationnelle. Le constructeur fournit des informations sur l'utilisation et le fonctionnement de ses avions. Les autorités nationales fournissent des informations sur les infrastructures de navigation et aéroportuaires ainsi que l'organisation de leurs espaces aériens. Des instances spécialisées fournissent les bulletins météorologiques. Les opérateurs (par exemple les compagnies aériennes) rassemblent toutes les informations existantes et adaptent le contenu en fonction de leurs usages propres.

En ce qui concerne le contenu et la structure de la documentation opérationnelle, les organisations internationales spécialisées proposent des recommandations et les autorités nationales leur donnent valeur juridique. Par exemple, les organisations pour l'aviation développent des exigences de navigabilité applicables dans les domaines de la construction, de la maintenance, et des opérations des avions, ainsi que pour la validation des licences du personnel navigant. Plus particulièrement, les JAR définissent des exigences de haut niveau pour les manuels opérationnels dans les JAR-OPS 1, sous la partie P (JAR-OPS 1, 2007).¹

1.2.1 Production de documentation opérationnelle par les constructeurs d'avions

Les constructeurs d'avions fournissent une documentation opérationnelle concernant le fonctionnement et l'utilisation de leurs appareils. Par exemple, les principaux manuels que le constructeur Airbus produit sont le manuel de vol de l'avion (AFM)², le manuel de vol pour le personnel navigant (FCOM)³, le vade-mecum (QRH)⁴ et la liste des équipements minimums pour entreprendre une opération (MMEL)⁵. Chacun de ces produits de documentation opérationnelle est destiné à répondre à des besoins spécifiques.

¹ Joint Airworthiness Requirements (JAR)

² Aircraft Flight Manual (AFM)

³ Flight Crew Operation Manual (FCOM)

⁴ Quick Reference Handbook (QRH)

⁵ Master Minimum Equipment List (MMEL)

En particulier, l'AFM est un manuel qui regroupe des informations nécessaires pour opérer de manière sûre un appareil donné. Les informations contenues dans l'AFM sont surtout destinées aux autorités de certification. Cependant, l'utilisation de l'information par les autorités de certification n'a pas les mêmes contraintes que son utilisation par les pilotes. C'est pourquoi Airbus fournit le FCOM, qui est un manuel plus complet que l'AFM et destiné pour un usage direct par les pilotes, comme support pour leurs opérations quotidiennes.

Le FCOM peut être utilisé en vol ou au sol. Comme le FCOM en format papier est relativement volumineux (environ 1000 pages recto verso en format A5), un outil plus pratique a été développé, le QRH. Le QRH est principalement une version condensée des procédures, des limitations et des tableaux de performance.

Le rôle de l'AFM, du FCOM et de la QRH est de décrire les opérations normales et anormales d'un avion. En plus de ces outils, la MMEL est une annexe dont le rôle est de décrire les dégradations techniques acceptables ou non pour entreprendre une opération, et sous quelles conditions. La MMEL est destinée aussi bien à l'usage des pilotes que des autorités de certification.

1.2.2 Production de documentation opérationnelle par les autorités nationales

Les autorités nationales produisent une documentation opérationnelle principalement sous la forme d'un dossier de publication aéronautique (AIP)⁶, qui comporte des mises à jour et des suppléments. Par exemple en France, le service d'information aéronautique fournit en ligne les publications de l'AIP ainsi que des services spécifiques pour la préparation d'un vol.⁷

L'AIP est généralement divisé en trois parties : (1) les informations générales sur les régulations et services nationaux ; (2) les informations et cartes pour la partie en-route des vols ; (3) les informations et cartes concernant les infrastructures aéroportuaires. En plus de l'AIP, les autorités nationales publient des notes pour les pilotes (NOTAM)⁸ et des bulletins d'information pré-vol (PIB)⁹. Ces documents sont destinés à renseigner sur les changements temporaires comme les infrastructures hors-service ou des obstacles particuliers ayant un impact sur les opérations aériennes.

1.2.3 Production de documentation opérationnelle par les instances météorologiques

Chaque état ou région fournit des informations météorologiques pour l'aéronautique. Ces informations sont coordonnées de sorte à donner aux pilotes un aperçu global et synthétisé de la situation et des prévisions météorologiques. Le service météorologique inclut des informations

⁶ Aeronautical Information Publication (AIP)

⁷ <http://www.sia.aviation-civile.gouv.fr> [consulté le 28 janvier 2008]

⁸ Notes for airmen (NOTAM)

⁹ Pre-flight Information Bulletins (PIB)

sur la situation générale, des informations sur les phénomènes particuliers ayant un impact sur les opérations aériennes, et des informations ciblées pour les routes de navigation publiées et les aéroports.

Ces produits sont à disposition sous forme de cartes météorologiques (SIGMET et carte des vents)¹⁰, d'observation météorologique locale (METAR)¹¹, et de prévision météorologique locale (TAF)¹². Par exemple, en France, Météo France fournit les informations météorologiques aéronautiques en ligne.¹³

1.2.4 Production de documentation opérationnelle par les opérateurs

Les opérateurs assemblent la documentation opérationnelle existante et customisent son contenu et sa forme en fonction de leurs pratiques et réglementations particulières. Par exemple, l'opérateur reprend la MMEL du constructeur et adapte le contenu de manière à produire sa propre liste des équipements minimums (MEL)¹⁴. La MEL donne les restrictions auxquelles l'opérateur accepte qu'un de ses pilotes entreprenne une opération aérienne en cas de dégradation technique particulière. Comme les autorités de certification valident la MMEL du constructeur, la MEL de l'opérateur ne peut en aucun cas être plus permissive. La figure 1 ci-dessous schématise les différents produits de documentation opérationnelle et leurs relations.

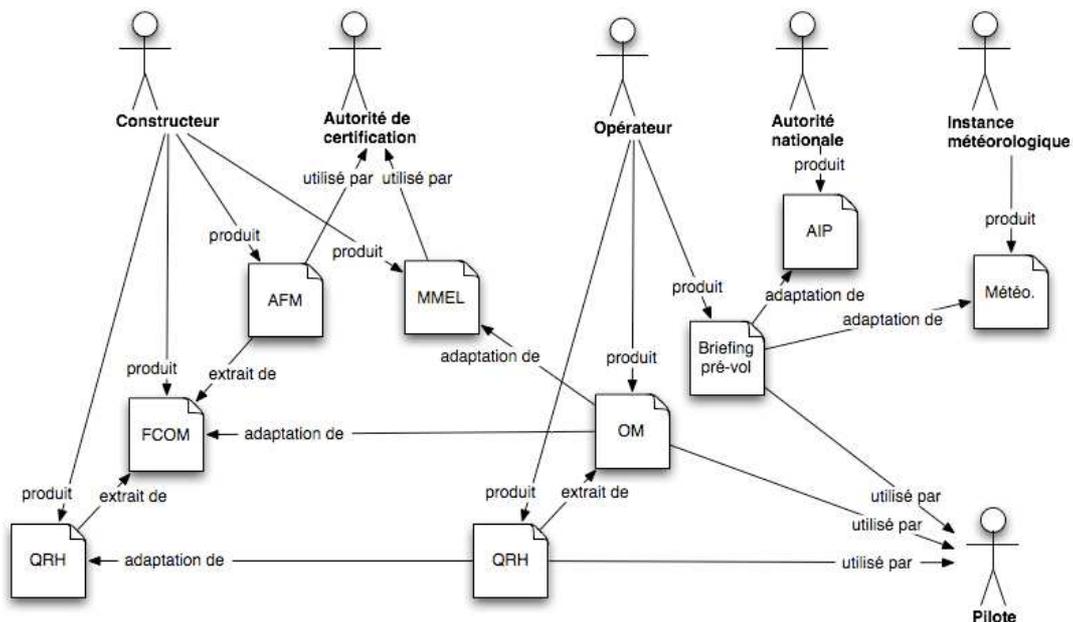


Figure 1 : Produits principaux de documentation opérationnelle dans l'aéronautique

¹⁰ Significant weather chart (SIGMET)

¹¹ Meteorology for Airports (METAR)

¹² Terminal Airport Forecast (TAF)

¹³ <http://www.sia.aviation-civile.gouv.fr> [consulté le 28 janvier 2008]

¹⁴ Minimum Equipment List (MEL)

Après avoir assemblé et adapté les différents produits de documentation opérationnelle en vigueur, les produits principaux que délivrent les opérateurs sont les manuels d'opération (OM)¹⁵ et dans certains cas le briefing pré-vol. Le briefing pré-vol est un dossier facilitant la préparation d'un vol particulier et regroupe les informations météorologiques actuelles et prévues ainsi que les informations sur la navigation et les aéroports. D'un point de vue législatif, l'opérateur est responsable de fournir toute la documentation opérationnelle nécessaire à ses pilotes.

1.3 Vers la génération numérique

Dans le passé, la documentation opérationnelle était disponible sous forme de manuels en papier et de documents que l'organisation plaçait dans des endroits spécifiques. Aujourd'hui, la tendance est à la numérisation des sources de documentation opérationnelle (Barrera Esquinas & Durstewitz, 2002 ; Anstey, 2004).

La transition du papier vers le numérique va permettre l'intégration des sources documentaires et ce sera à l'outil de consultation de filtrer le contenu pertinent en fonction de l'usage particulier (Shamo, 2000 ; Chandra, 2002). En 1994 une classification des différences amenées par le passage du papier vers le numérique des manuels de documentation de maintenance dans le domaine militaire naval a déjà été proposée (Jorgensen, 1994 ; Setchi & White, 2003). Six classes hiérarchiques y sont décrites, chacune d'elle ayant un degré de fonctionnalité augmenté par rapport à la précédente. Cette classification commence par une simple scanographie des pages et images utilisées pour les archives ou pour des écrans numériques. Elle se termine par la description d'un système d'informations intégré qui propose des programmes informatiques donnant des informations guidant l'utilisateur dans l'accès aux données, formulant des diagnostics ou proposant des procédures d'apprentissage par ordinateur (CBT)¹⁶. Cette classification est principalement orientée par les paliers de technologie disponible, mais donne une bonne image des évolutions possibles pour la documentation opérationnelle électronique et son outil de consultation associé.

Outre la documentation opérationnelle, le domaine aéronautique a déjà fait l'expérience d'une transition d'une partie de ses sources d'information vers le numérique. A l'origine, les instruments informationnels des cockpits d'avions étaient disponibles sous forme de cadrans et d'aiguilles. Chacun des éléments informationnels était pertinent pour la gestion du vol et indiquait l'état de la valeur représentée. Dans ce contexte, la documentation opérationnelle sous format papier était considérée comme la somme de toutes les autres informations disponibles permettant aux pilotes d'anticiper la navigation aérienne et de comprendre les systèmes de l'avion.

La transition des instruments informationnels classiques vers le numérique a produit ce qu'on appelle la génération des cockpits numériques (*glass cockpit*), qui est devenue la norme pour la plupart des avions commerciaux aujourd'hui. Les informations qui étaient par le passé présentées sur différents cadrans sont maintenant intégrées, reformatées et présentées sur des écrans. Cette

¹⁵ Operation Manuals (OM)

¹⁶ Computer Based Training (CBT)

intégration ne s'est pas limitée aux informations précitées. L'espace de visualisation disponible et les possibilités du numérique ont permis de regrouper des informations corrélées et d'ajouter de nouvelles informations. Une partie de l'information ajoutée est de l'information qui était précédemment disponible à travers la documentation opérationnelle ; une partie est de l'information inédite rendue réalisable grâce aux propriétés du numérique.

Afin d'illustrer ce qui précède, les tableaux ci-dessous décrivent les principaux agencements des écrans d'un cockpit numérique (Harris, 2004 ; FCOM, 1996 ; CBT, 1998). Nous divisons l'information disponible sur ces écrans en fonction de leur origine avant la venue du cockpit numérique. Le tableau 1 discute la visualisation principale pour le suivi du vol (PFD)¹⁷, le tableau 2 discute la visualisation principale pour le suivi de la navigation (ND)¹⁸, et le tableau 3 discute la visualisation de la gestion centralisée des pannes (exemple de l'ECAM sur Airbus A320)¹⁹.

Tableau 1 : Exemples d'informations proposées sur un *Primary Flight Display* (PFD)

Provenance de l'information avant le cockpit numérique :		Exemple d'un PFD	
	Documentation opérationnelle	Produite grâce aux propriétés numériques	
	Pendant l'approche, l'élévation de la piste d'atterrissage	Contrainte d'altitude attendue selon le niveau d'automatisation de l'avion	
	Vitesse de référence au décollage en fonction de certaines conditions	Flèche de tendance pour la vitesse montrant la vitesse attendue anticipée de dix secondes	

Tableau 2 : Exemples d'informations proposées sur un *Navigation Display* (ND)

Provenance de l'information avant le cockpit numérique :		Exemple d'un ND	
	Documentation opérationnelle	Produite grâce aux propriétés numériques	
	Adéquation avec les cartes de navigation pour visualiser la position relative de l'avion	Calcul direct de la position grâce au système GPS ²⁰	
	Visualisation du terrain environnant	Route attendue selon le niveau d'automatisation de l'avion	

¹⁷ Primary Flight Display (PFD)

¹⁸ Navigation Display (ND)

¹⁹ Electronic Centralised Aircraft Monitoring (ECAM)

²⁰ Global Positioning System (GPS)

Tableau 3 : Exemples d'informations proposées sur un *Electronic Centralised Aircraft Monitoring (ECAM)*

Provenance de l'information avant le cockpit numérique :			Exemple d'un ECAM
Cockpit	Documentation opérationnelle	Produite grâce aux propriétés numériques	
	Procédures anormales en fonction de pannes détectées	Procédures formatées en fonction de l'état détecté de l'avion	
	Résumé de l'état de l'avion en termes de systèmes inopérants et restrictions opérationnelles	Pas d'information	

Avec la transition de la documentation opérationnelle vers la génération numérique, toutes les informations à la disposition des pilotes auront la possibilité d'être regroupées et filtrées. Le développement de documentation opérationnelle au format électronique permet de nouvelles fonctionnalités comme des modules de calculs de performances, des cartes dynamiques, des représentations diverses de la situation (par exemple météorologique). La documentation opérationnelle électronique pourra être connectée à des senseurs tout comme l'instrumentation l'est (au sens des instruments informationnels). Dans le secteur de l'aviation générale, des outils électroniques couplés au système GPS remplacent pratiquement déjà les cartes de navigation en papier. Son utilisation devient similaire à l'utilisation du ND dans l'aviation commerciale.

La numérisation de la documentation opérationnelle peut être vue comme une extension de la philosophie du cockpit numérique, abolissant la traditionnelle distinction entre l'instrumentation et les manuels de documentation. Alors que la documentation opérationnelle était uniquement disponible sur format papier, seuls les utilisateurs décidaient de son utilisation. Maintenant que celle-ci devient disponible de manière dynamique et interactive, il est peut-être possible de développer un outil de consultation de la documentation électronique qui propose la bonne quantité d'information, au bon moment, intégrée avec les autres sources d'information, pour son utilisation lors de la formation ou directement en opération.

1.3.1 Documentation opérationnelle électronique dans les opérations aéronautiques

La documentation opérationnelle utilisée lors des opérations aéronautiques fait partie des outils de support à la performance à la disposition des pilotes. Un système de support à la performance peut être décrit comme un logiciel permettant d'augmenter la performance de l'utilisateur en (Gery, 1991) :

- Réduisant la complexité ou le nombre d'opérations nécessaires à l'accomplissement d'une tâche ;
- Fournissant à l'utilisateur l'information dont il a besoin pour accomplir cette tâche ;
- Fournissant un système d'aide à la décision qui permet à l'utilisateur d'identifier les actions pertinentes en fonction des conditions particulières du moment.

La réduction du nombre d'opérations pour l'accomplissement d'une tâche est un aspect du support à la performance qui fait appel au paradigme de l'automatisation de l'artefact. Ce n'est pas le rôle de la documentation opérationnelle d'automatiser certaines des actions de l'utilisateur. C'est le rôle de l'automatisation de l'artefact en lui-même. Nous renvoyons les lecteurs intéressés par l'automatisation d'artefact à consulter par exemple : Bainbridge (1987), Wiener (1988), ou plus récemment : Amalberti (2003). La documentation opérationnelle ne fait pas de choix à la place de l'utilisateur, mais permet à l'utilisateur de faire des choix. Le jour où le pilote n'aura plus à faire de choix, la documentation opérationnelle en tant qu'outil de support à la performance ne sera plus nécessaire. Néanmoins, l'aspect tactique des opérations aériennes dues à l'automatisation de l'avion a certainement un impact sur les besoins informationnels (contenu et usage) fournis par la documentation opérationnelle.

S'agissant des besoins informationnels, la documentation opérationnelle électronique doit pouvoir fournir facilement les informations dont un utilisateur a besoin pour accomplir une tâche. Par ailleurs, elle doit proposer un système d'aide à la décision permettant d'identifier les actions appropriées pour des conditions particulières. Pour ce faire, il y a une tendance à intégrer l'outil de consultation dans l'environnement opérationnel des pilotes (Shamo, 2000). Par exemple, la philosophie d'Airbus visant à diminuer la quantité de documentation papier propose de consulter la documentation opérationnelle sur des ordinateurs portables. Certaines compagnies aériennes ont opté pour cette possibilité. Le constructeur d'avions Boeing propose également une solution de consultation de documentation opérationnelle électronique (Anstey, 2004). Tant pour Airbus que pour Boeing, l'intégration d'un outil de consultation de la documentation opérationnelle électronique à l'intérieur même du cockpit est devenue au cours de ces dernières années un critère de compétitivité (voir la figure 2).



Figure 2 : Solutions de consultation de la documentation opérationnelle à bord de l'avion pour le Boeing 777 (gauche) et l'Airbus A380 (droite)

En marge des constructeurs majeurs d'avions, des organisations spécialisées fournissent des solutions globales pour la consultation de documentation opérationnelle électronique (Yeh & Chandra, 2007). Par exemple, Jeppesen fournit non seulement une solution pour la consultation de documentation et cartes de navigation, mais également quelques nouvelles fonctionnalités comme des applications de vidéosurveillance ou des cartes de roulage au sol animées.²¹

²¹ www.jeppesen.com [consulté le 28 janvier 2008]

Les services de consultation de la documentation opérationnelle fournis par l'industrie vont au-delà de la simple numérisation de manuels. Ces services tendent vers la définition la plus évoluée de Jorgensen (1994) : un système d'information intégré qui propose des programmes informatiques donnant des informations guidant l'utilisateur dans l'accès aux données, formulant des diagnostics ou, comme discuté dans la prochaine section, proposant des CBT. La mise à disposition d'outils de consultation de la documentation opérationnelle ainsi que de nouveaux services forcent les autorités à adapter leurs réglementations afin de répondre à ces avancées technologiques (Ballough, 2007).

1.3.2 Documentation opérationnelle électronique dans la formation aéronautique

La documentation opérationnelle en instruction peut être utilisée comme une source de savoir déclaratif. Ce faisant, le pilote peut apprendre sur les systèmes ou l'organisation, vérifier ce qu'il/elle aurait oublié ou réviser des particularités. La documentation opérationnelle peut également être utilisée en phase de préparation ou de débriefing afin d'aider le pilote à analyser ce qui pourrait arriver ou ce qui aurait pu arriver.

Par ailleurs, la documentation opérationnelle est utilisée en tant que référence par les organismes responsables de l'instruction afin de développer des outils de formation spécifiques comme les CBT. L'utilisation de CBT est souvent liée à une articulation de l'information sous forme de scénario. Par exemple, le CBT de l'Airbus A340 utilisé pour l'introduction des systèmes avions aux pilotes nouvellement formés sur cette machine propose des scénarios normaux et anormaux en tant que syllabus d'instruction (CBT, 1998). De manière similaire, des outils de formation comme des simulateurs partiels permettent la manipulation de sous-systèmes complexes afin d'augmenter la compréhension de son fonctionnement par l'élève. Afin de rationaliser le curriculum des pilotes de transport aérien, ces outils de formation à caractère électronique se multiplient (Varney, 2007).

La technologie de réalité virtuelle permet la réalisation de ce genre d'outils. Les systèmes de réalité virtuelle sont des simulations interactives en deux ou trois dimensions qui par la manipulation instruisent les élèves sur les procédures du domaine et qui fournissent en retour des animations multimodales aussi conformes que possible à la réalité. À côté des applications de simulateurs partiels ou intégraux, la technologie de la réalité virtuelle est également appliquée au développement de manuels techniques. Par exemple, dans le domaine de la maintenance, Parallel Graphics et Lattice 3D produisent et distribuent des manuels virtuels ainsi que des outils de développements pour les auteurs.²² L'application de nouvelles technologies dans le cadre de la production de documentation opérationnelle renforce la perspective d'utilisation de la documentation opérationnelle, non seulement comme système de support à la performance, mais également en tant qu'outil CBT (Barnard et al., 2002).

La mise en mouvement d'un contenu pédagogique peut également se faire au niveau sémantique. Par exemple, l'utilisation d'agents logiciels permet l'initiation d'un dialogue entre l'outil de documentation et son utilisateur (Bradshaw, 1997). Certains prototypes d'agents logiciels ont été

²² <http://www.parallelgraphics.com> et <http://www.lattice3d.com> [consulté le 28 janvier 2008]

réalisés dans des systèmes de gestion de connaissance (K-InCA)²³. Le système observe les actions de l'utilisateur, et, quand cela est approprié, fait des suggestions, apporte des concepts et propose des activités. Le rôle de tels systèmes peut être de permettre l'utilisateur de se recentrer sur les objectifs de l'interaction. Cela a par exemple été fait afin d'aider les élèves pilotes à concentrer leur attention sur les objectifs de leur formation (Minko et al., 2004). Un autre rôle de tels agents peut être de soutenir l'adoption de pratiques de partage de connaissances au sein d'une organisation (Angehrn et al., 2001).

1.4 Perspectives

Avec l'introduction de la documentation opérationnelle électronique, la documentation opérationnelle ne se limitera plus au support statique utilisé à la discrétion de son utilisateur (comme c'est le cas par exemple pour la documentation papier). Grâce à la numérisation des sources documentaires, l'interaction avec la documentation opérationnelle va prendre des formes différentes. L'interaction naît par le biais de la communication. Communiquer est essentiellement obtenir une compréhension commune. Chaque agent de l'interaction coopère avec les autres afin d'être compris et de comprendre. Communication et coopération sont complémentaires et surviennent alternativement, la coopération étant nécessaire à une communication efficace (Hoc, 2003).

La figure 3 propose quatre modèles d'interactions possibles entre la documentation et son utilisateur. Nous distinguons dans ces modèles la structure de la documentation opérationnelle où surviennent les actes de coopération, et le contenu communiquant l'information des sources documentaires. Au niveau coopératif, les indices informationnels proviennent de la structure de la documentation alors qu'au niveau communicatif, ces indices proviennent de son contenu. Mise à part des interactions périphériques comme le défilement de page, toute interaction avec la documentation opérationnelle se tiendra en premier lieu au niveau structurel, parce que c'est à ce niveau que les étapes d'interaction vont évoluer (Novick & Ward, 2003).

La distinction entre les modèles d'interaction proposés est faite en fonction de qui initie l'interaction, et si les indices informationnels de la structure et/ou du contenu sont utilisés. Avec l'avènement de la documentation opérationnelle électronique, toutes ces interactions vont évoluer :

- **Documentation opérationnelle statique :** Le système de documentation répond à la requête de l'utilisateur en proposant directement le contenu des sources documentaires ;
- **Documentation opérationnelle automatisée :** Le système de documentation répond à un stimuli de l'environnement issu d'un état détecté en proposant directement le contenu des sources documentaires ;
- **Documentation opérationnelle interactive :** Le système de documentation répond à la requête de l'utilisateur en proposant d'autres sujets de requête inférés ;
- **Documentation opérationnelle contextuelle :** Le modèle de documentation contextuelle offre un mélange de documentation statique, automatisée et/ou interactive de manière alternée ou simultanée.

²³ Knowledge Intelligent Conversational Agent (K-InCA)

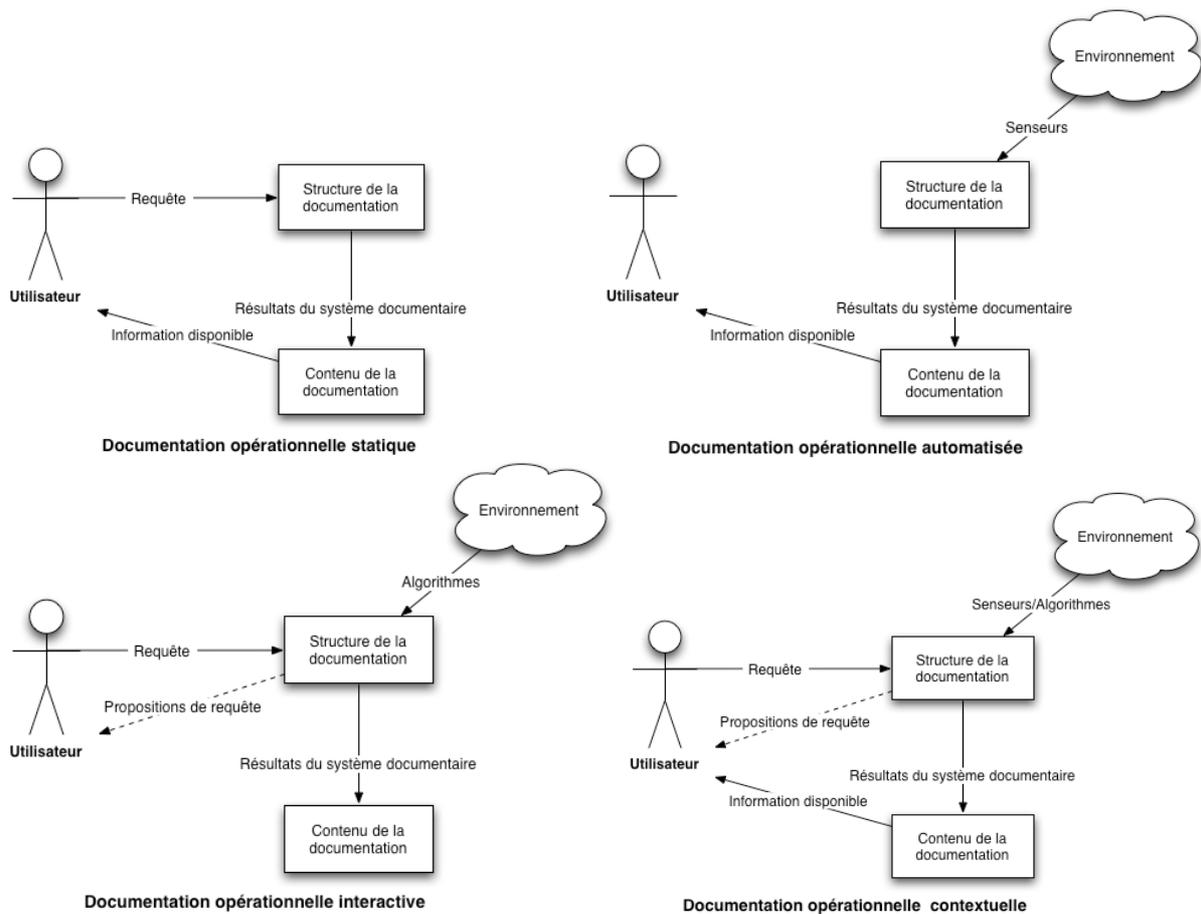


Figure 3 : Modèles statique, automatisé, interactif et contextuel de la documentation

La documentation opérationnelle contextuelle doit pouvoir aider le pilote à trouver la bonne information (juste, complète et en quantité raisonnable) au bon moment. Elle doit servir en tant que support à la performance lors de l'exécution de tâches, soit dans l'environnement opérationnel, soit dans son environnement de formation. L'accent est porté sur la possibilité d'effectuer des tâches de manière plus efficace, mais ne doit pas négliger la possibilité d'apprendre sur le métier et l'organisation. L'expérience des uns doit faire l'objet d'un retour d'expérience pour permettre à d'autres d'en profiter. Un outil de support à la performance n'est pas uniquement un outil électronique à la discrétion d'un utilisateur, mais un système connecté à la gestion de connaissance de tout son environnement organisationnel (Barnard, 2004).

La documentation opérationnelle a toujours été utilisée en tant que publication de référence et cet usage va perdurer. Les nouvelles technologies de l'information vont permettre la consultation en continu de la documentation opérationnelle donnant des possibilités d'augmenter l'impact de la documentation sur les processus d'apprentissage. La disponibilité d'outils portatifs et les capacités de réseau à distance vont permettre la prise en compte de grandes quantités diversifiées d'information, ainsi que son intégration dans l'environnement de travail de l'utilisateur. Dans un avenir proche, la connaissance aéronautique va être disponible de manière dynamique, partout et n'importe quand.

La migration de la documentation opérationnelle d'un statut de référence vers un statut de support à la performance n'est pas triviale. L'environnement opérationnel dans l'aéronautique, spécialement dans un cockpit d'avion, est déjà encombré d'informations. Le rôle d'un nouvel outil de support à la performance devra être identifié par rapport à l'environnement existant. Son développement devra aller au-delà du contenu de la documentation ; les propriétés pour la bonne utilisation du contenu devront être spécifiées. Les changements impacteront à la fois les modes de formation et d'opération des pilotes, ainsi que le savoir-faire et la culture des organisations de production de la documentation opérationnelle.

CHAPITRE II : EXPOSÉ DU PROBLÈME

« Voyez-vous, [...] dans la vie il n'y a pas de solutions. Il y a des forces en marche : il faut les créer et les solutions suivent. »

Antoine de Saint-Exupéry, *Vol de Nuit*, 1931

2 EXPOSÉ DU PROBLÈME

2.1 Pertinence de la documentation opérationnelle dans l'aviation

Les avions transportent des passagers à travers le monde d'un aéroport à un autre, de températures hivernales de -15°C vers des températures estivales de $+35^{\circ}\text{C}$, depuis des régions polaires vers des régions tropicales, rencontrant des conditions variées et utilisant diverses technologies pour répondre à des situations prévues et imprévues. Au cours de leur carrière, les pilotes accumulent de l'expérience. Ils/Elles testent leurs habiletés en simulateurs, appliquent les pratiques standard lors d'opérations quotidiennes, répondent aux contraintes des instances de contrôles aériens et récupèrent des situations de pannes ou de dysfonctionnements. La documentation opérationnelle est rédigée de manière à donner des informations riches permettant de faire face à la complexité du domaine et de prescrire les activités du pilote. Par exemple, l'OM décrit les systèmes de l'avion, procure un panel de procédures normales, spéciales et anormales, liste les limitations de l'avion et donne des lignes directrices pour le calcul de ces performances minimales et optimales. Le caractère exhaustif de la documentation opérationnelle est difficilement définissable. Pour son contenu minimal, les autorités publient des recommandations. Les organisations produisant de la documentation opérationnelle tirent parti de ces recommandations, ainsi que de leurs propres expériences, pour aboutir à un produit à la fois utilisable et d'un coût acceptable. La documentation opérationnelle d'aujourd'hui bénéficie d'un historique riche, et cela semble garantir que son contenu réponde aux besoins et aux attentes des pilotes.

Une étude prenant le FCOM en exemple a proposé une catégorisation des besoins informationnels des pilotes (Blomberg et al., 2000). Cette catégorisation est divisée en trois niveaux hiérarchisés. Le premier niveau décrit les informations relatives à l'utilisation sûre de l'avion, fournissant des informations concises sur ce que le pilote devrait faire. Le deuxième niveau explique les raisons des actions décrites sous le premier niveau, la philosophie d'utilisation et des informations additionnelles sur les opérations pas directement liées à des questions de sécurité. Finalement, le troisième niveau donne des informations détaillées sur le fonctionnement de l'avion. L'objectif applicatif de ce principe de niveaux d'informations est, grâce à la numérisation, de filtrer le contenu du FCOM jugé surchargé dans sa version papier.

Chaque proposition technologique a le potentiel d'améliorer l'outil de documentation opérationnelle. Pour cela, les études dans le domaine des facteurs humains donnent des lignes directrices. Par exemple, certaines lignes directrices donnent des principes à respecter pour la présentation des textes et graphiques, tout comme pour minimiser les perturbations de lecture ou mauvaises interprétations (Degani & Wiener, 1991 ; Hawkins, 1993 ; et plus récemment Holder & McKenzie, 2004). Hormis la présentation de l'information, d'autres études adressent l'utilisation de la documentation opérationnelle. C'est le cas de Brito (2000) qui décrit le rôle de la documentation opérationnelle dans l'aide à l'utilisation des procédures pour les pilotes.

Cette étude conclut sur la nécessité de donner les moyens aux pilotes de comprendre les procédures avant, pendant et après leurs exécutions.

De plus, une étude sur les utilisations futures de la documentation opérationnelle électronique argumente que les pilotes ont besoin de l'information contenue dans la documentation opérationnelle même si la forme traditionnelle des manuels va tendre à disparaître (Barnard et al., 2004). Ils/Elles ont besoin de cette information lors de préparation ou de débriefing pour analyser ce qu'il peut se passer ou ce qu'il s'est passé ; ils/elles en ont besoin comme outil de support à la performance lors de tâches courantes ; ils/elles en ont besoin comme aide à la décision pour choisir ou optimiser les options ; finalement ils/elles ont besoin de cette information comme éclaircissement ou simplement comme référence.

2.2 Utilisation de la documentation opérationnelle dans l'aviation

Pendant l'utilisation de la documentation opérationnelle par les pilotes, et dans la manipulation d'un artefact en général, l'utilisateur interagit avec le système à travers l'image qu'il/elle se fait de ce système (Norman, 1988). Cette image peut être ou non en accord avec la réalité du moment. L'interaction donne des indices à l'utilisateur pour ajuster son image à la réalité. La documentation opérationnelle peut aider le pilote à ajuster l'image qu'il/elle se fait de la réalité avec ce qu'elle est. Malheureusement, même la meilleure documentation opérationnelle qui soit peut ne pas être suffisante pour permettre l'utilisation convenable d'un artefact conçu de manière contre-intuitive. Pour le développement d'artefacts 'intuitifs', nous laissons le lecteur intéressé se référer à, par exemple, Boy (1997, 2002) ou Degani (2004). Notre intérêt n'est pas dans le développement direct de systèmes aéronautiques intuitifs qui, entre autres choses, ont le potentiel de réduire le besoin en documentation opérationnelle. Comme mentionné précédemment, le domaine aéronautique a déjà un riche héritage d'informations contenues dans la documentation. Nous sommes ainsi intéressés dans le développement d'un artefact de documentation opérationnelle électronique qui contient déjà l'information nécessaire, et comment cette information peut aider le pilote à obtenir une image en accord avec la réalité des systèmes avions, et, de plus, de son environnement de travail.

2.2.1 Le cas de la documentation opérationnelle statique lors des opérations

Afin d'introduire le problème que nous adressons à travers notre étude, nous allons tout d'abord discuter l'utilisation d'un artefact de documentation opérationnelle répondant à la définition de documentation statique (voir le chapitre 1, §1.4, figure 3). Puisque seul un acteur humain peut initier l'interaction (pas de possibilité d'automatisation), et que le chemin pour accéder à une source documentaire est souvent unique (interactivité limitée), une documentation opérationnelle papier correspond à peu de chose près à un système de documentation statique. Notons que la

documentation opérationnelle papier (ou sous format Pdf)²⁴ est encore largement utilisée dans l'environnement aéronautique d'aujourd'hui.

Un des premiers besoins pour la documentation opérationnelle papier est d'être à jour. L'utilisation de la documentation opérationnelle doit permettre au pilote de se faire une image correcte de la situation présente et à venir. Par exemple, il est obligatoire pour le pilote d'avoir en sa possession les dernières révisions de sa documentation ; il est obligatoire de s'assurer que les conditions météorologiques sont acceptables pour le vol prévu ; il est obligatoire de vérifier que les conditions minimums de performances sont remplies. Pour toutes les situations planifiées, il y a de l'espace et du temps à disposition pour consulter la documentation opérationnelle si nécessaire. Par exemple dans la phase de préparation pré-vol, l'accès à la documentation est facilité et c'est de la responsabilité du pilote de consulter et d'utiliser la documentation de manière adéquate.

Le domaine aéronautique bénéficie d'un environnement dynamique. Si l'environnement de travail change, seul l'acteur organisationnel produisant la documentation relatant le changement peut en modifier son contenu. Dans ce cas, les organisations distribuent des révisions, notes et bulletins. Par exemple, des bulletins techniques donnent des révisions sur l'état d'un avion particulier ; les contrôleurs aériens, sur demande des pilotes, donnent les dernières informations sur les conditions météorologiques d'un lieu.

Pour les situations où l'environnement de travail peut changer rapidement, de manière imprévue et potentiellement critique du point de vue de la sécurité, l'organisation aéronautique publie des procédures de récupération, et l'utilisation inattendue de documentation opérationnelle statique est reléguée à un rôle secondaire. C'est typiquement le cas pour les situations critiques détectables. En ce qui concerne la gestion des pannes de l'avion, les constructeurs d'avions commerciaux modernes ont développés des systèmes de contrôles et d'aide au diagnostic pour permettre de rétablir une situation acceptable. Lorsque c'est l'organisation et non l'avion qui subit une défaillance, des procédures appropriées sont également publiées. C'est de la responsabilité du pilote d'être préparé à de telles éventualités. Par exemple, si une aide à la navigation au sol faillit durant une approche aux instruments avant l'atterrissage, il est demandé aux pilotes d'effectuer une procédure de remise de gaz suivie d'une procédure d'approche manquée publiée. Cette procédure doit être connue avant le commencement de l'approche proprement dite.

Pour les situations ne pouvant pas être détectées de manière automatisées, la documentation opérationnelle statique joue un rôle primordial. Ces situations sont celles pour lesquelles aucun capteur ne peut de manière unique déterminer la cause de la défaillance. Des exemples de situations difficilement détectables sont des cas de fumées ou de fuites de carburant. Pour ces situations, l'accès à la documentation opérationnelle statique conjointement avec l'expertise du pilote et/ou un autre acteur de l'organisation sont les seules sources d'informations.

Une autre catégorie de situations qui ne peuvent pas être détectées est simplement lorsque le pilote aimerait trouver de manière autonome une information particulière dans la documentation opérationnelle. Des études ont montré la difficulté éprouvée par les pilotes à trouver aisément une

²⁴ Printable digital Format (Pdf)

information non usuelle dans la documentation opérationnelle (de Brito, 2000; Holder & Mc Kenzy, 2004). Il est peu vraisemblable qu'un système de documentation statique (ou papier) puisse significativement améliorer ce problème. Néanmoins, l'une des possibilités est d'instruire les pilotes sur leur outil documentaire. Cette instruction doit pouvoir se faire dans l'environnement de formation aéronautique.

2.2.2 Le cas de la documentation opérationnelle statique lors de la formation

L'instruction des pilotes leur permet d'acquérir et de maintenir un niveau de compétences suffisant pour leurs activités professionnelles. Il existe en aéronautique trois catégories principales de formation. La première catégorie est la formation ab-initio pour élève pilote. L'instruction ab-initio permet aux futurs pilotes d'acquérir les aptitudes de base jusqu'à l'obtention de leur licence en tant que pilote commercial. Les tout nouveaux pilotes commerciaux n'obtiendront leur licence de transport aérien (ATPL)²⁵ qu'une fois intégrés au sein d'un opérateur de transport aérien et après avoir pu justifier d'une expérience suffisante. Dans un cockpit à deux, qui est la norme pour les opérations aériennes commerciales aujourd'hui, le jeune pilote commercial va d'abord acquérir de l'expérience en tant que premier-officier, avant de pouvoir prétendre après quelques années au rôle de capitaine et par là devenir responsable des opérations de son avion. En aviation, le cockpit à deux n'est pas seulement un moyen de permettre une répartition des tâches et un contrôle mutuel, mais permet aussi au pilote commercial d'acquérir des connaissances et de l'expérience à travers des années de pratique supervisée. La seconde catégorie de formation est le cours de transition permettant à un pilote de passer d'un type d'avion à un autre. Les cours de transition se concentrent sur l'obtention des aptitudes pratiques nécessaires à la conduite de l'avion transité, et dépendent de l'expérience précédente de l'élève pilote. La troisième catégorie est la formation récurrente qui est la base de la preuve d'expérience (un minimum de pratique dans un laps de temps défini) et ponctuée d'examens réguliers en simulateurs ou vols de contrôle. En marge de la preuve de compétences, la formation récurrente (par exemple en simulateur) permet également d'entraîner des situations à haut risque et de faible probabilité d'occurrence, comme les situations de panne moteur ou la décompression rapide de la cabine en vol. Ces situations nécessitent des compétences spécifiques qui normalement (et heureusement) ne peuvent être acquises dans l'environnement opérationnel. Concernant la formation récurrente, les autorités nationales publient des recommandations minimales, et les opérateurs ont la responsabilité de gérer et de contrôler les qualifications de leurs équipages.

Afin de traiter le problème de coordination de l'équipage et l'utilisation adéquate des ressources du cockpit d'avion, il existe une tendance des organisations de formation à entraîner les pilotes dans des conditions similaires aux conditions de leur environnement opérationnel. En accord avec cette tendance, l'OACI recommande des curriculums appelés LOFT, simulant des scénarios spécifiques.²⁶ La philosophie LOFT est d'utiliser des simulateurs d'immersion pour effectuer des scénarios détaillés nécessitant l'application de principes de gestion des ressources de l'équipage

²⁵ Air Transport Pilot Licence (ATPL)

²⁶ Line Operation Flight Training (LOFT)

(CRM)²⁷. L'utilisation de la documentation opérationnelle statique dans de tels scénarios est similaire à son utilisation en opération, cependant avec certains biais. Par exemple, la documentation opérationnelle fournie lors de tels exercices correspond à la configuration du simulateur, mais n'est pas customisée selon les usages propres à l'opérateur de l'élève pilote (s'agissant à la fois du contenu et de la structure). La conséquence est que les élèves ne peuvent pas toujours se fier à la connaissance qu'ils ont de leur documentation pour répondre aux besoins de l'exercice. Il a souvent été observé en session de simulateur que l'instructeur aiguille l'élève vers l'information de la documentation opérationnelle quand celle-ci est nécessaire (de Brito, 2000; Ramu & Barnard, 2005).

La question est de savoir quand est-ce que l'environnement de formation enseigne l'utilisation de la documentation opérationnelle statique ? La formation théorique ab-initio enseigne les responsabilités liées à l'utilisation adéquate de la documentation. Les cours de transition et la formation récurrente utilisent et transmettent avant tout le contenu de la documentation, souvent avec des outils spécifiques comme des CBT et simulateurs. Les opérateurs aériens appliquent leur propre politique. Par exemple, certains opérateurs délivrent un dossier pré-vol avant chaque mission, afin que leurs pilotes trouvent et utilisent aisément les informations nécessaires. Inversement, dans l'aviation générale ce genre de facilité n'existe pas et c'est de la responsabilité du pilote de se procurer les informations aux endroits adéquats.

L'environnement de formation, tout comme l'environnement opérationnel, est organisé de telle sorte que la documentation opérationnelle statique est disponible sous des formes adaptées et à des endroits pratiques, lorsque son besoin est attendu. Par contre, cette philosophie conduit à quelques inconvénients liés à l'endroit d'où le même type de documentation est utilisé. Le cas des sessions LOFT précédemment cité en est un exemple (biais lié à la customisation de la documentation). L'information météorologique en est un autre. Si un pilote veut se préparer de manière autonome pour un vol, il/elle utilisera aujourd'hui internet pour accéder la veille aux prévisions météorologiques. Ensuite, il/elle se verra fournir un dossier de préparation pré-vol avec les dernières informations météorologiques. Finalement, il/elle devra utiliser une fréquence radio spécifique pour obtenir la situation actuelle avant le décollage (ATIS)²⁸. Pour le même type d'information (dans ce dernier exemple les conditions météorologiques), le pilote doit utiliser trois différentes philosophies d'accès.

La distribution et la customisation de la documentation opérationnelle statique dans les différentes organisations du transport aérien ne permettent pas à une organisation de formation d'enseigner directement l'outil documentaire. L'utilisation de la documentation opérationnelle statique et la connaissance que le pilote en a est un mélange d'expérience pratique et d'initiative personnelle. Pour tous les besoins en information attendus, le domaine fournit de manière aisée l'information nécessaire, bien que de manière diverse. Mais que se passe-t-il lorsque l'organisation ne peut pas anticiper le besoin en information ? Alors seulement la façon dont le pilote accède à l'information, et quand il/elle le fait, peut influencer l'utilisation de la documentation opérationnelle en tant qu'aide, ou perturbation.

²⁷ Crew Resource Management (CRM)

²⁸ Automatic Terminal Information Service (ATIS)

2.3 De la documentation opérationnelle statique à la documentation opérationnelle contextuelle

Comme mentionné précédemment dans le chapitre 1, §1.4, la documentation opérationnelle est un outil de communication. C'est un outil pour communiquer la connaissance du domaine de l'organisation aéronautique vers le pilote (support en information); c'est un outil pour communiquer la connaissance du domaine à soi-même (autodidacte); c'est un outil pour communiquer la connaissance du domaine à ses collègues ('capitaine – premier officier', 'équipage du cockpit – équipage de cabine' ou 'instructeur – élève'); et c'est un outil pour communiquer du pilote vers l'organisation (retour d'expérience). Nous avons également introduit la possibilité qu'offre un outil de consultation de la documentation opérationnelle électronique de transmettre des indices informationnels à la fois au niveau de la structure (coopération) et au niveau du contenu (communication proprement dite). Cette évolution a le potentiel d'amener des nouvelles possibilités dans les interactions avec la documentation opérationnelle, et en particulier de développer un système de documentation opérationnelle contextuelle.

Au moins trois propriétés peuvent avoir une influence sur comment et quand la documentation opérationnelle électronique est utilisée. L'accès à tous les types de documentation opérationnelle peut être disponible à travers une seule interface. Cela peut être fait à n'importe quel moment. Et le choix de l'information sélectionnée peut être le résultat d'un processus préalablement déterminé. Dans notre étude, nous ne considérons pas le cas d'une documentation opérationnelle inaccessible due à une défaillance de l'outil de consultation ou une incompatibilité physique. Pour des considérations facteurs humains relatives à ces problèmes, se référer à Chandra et al. (2003). Nous nous intéressons à comment et quand la documentation opérationnelle électronique peut être automatisée et/ou devenir interactive. Chandra et al. (2003) proposent des lignes directrices sur certains de ces aspects également. Par exemple, elles préconisent que les opérateurs aériens édictent des politiques, procédures et formations décrivant l'utilisation de l'outil de consultation de la documentation opérationnelle intégrée dans l'environnement de travail. Concernant la sélection d'information, il est recommandé de proposer une philosophie cohérente d'accès à l'information entre les différents types de documentation opérationnelle. Concernant l'aide à la décision, elles ne proposent pas de recommandations, mais notent que :

« Integrating the Electronic Flight Bag (EFB) with other flight deck systems could allow the electronic documentation application to customise its information based upon current flight conditions. Doing so can help to reduce crew workload by reducing the amount of information the crew has to consider. An unintended consequence can be complacency, in which the crew relies on the decision aid to select information for review without sufficient crew involvement. »²⁹ (p. 92)

Alors que la documentation opérationnelle statique était accessible seulement à l'initiative du pilote, la documentation opérationnelle automatisée peut fournir de l'information sélectionnée par

²⁹ « Intégrer l'outil de consultation de la documentation opérationnelle électronique avec les autres systèmes du cockpit peut permettre de customiser les informations en fonction des conditions effectives de vol. Cette possibilité peut aider à diminuer la charge de travail de l'équipage en diminuant la quantité d'information à considérer. Une conséquence non voulue peut être la suffisance, qui survient lorsque l'équipage se limite au choix du système d'aide pour la sélection d'information sans suffisamment s'y engager »

des critères prédéfinis, utilisant des indices détectés dans l'environnement. La définition de la documentation opérationnelle automatisée est similaire à la définition que le domaine a de l'instrumentation.

Par contre, même si il est techniquement possible de présenter toutes les sources d'information du domaine à travers n'importe quel écran de consultation, le besoin d'utiliser les informations supplémentaires contenues dans la documentation opérationnelle ne va pas disparaître. Nous pouvons présumer que les situations détectées ne vont jamais permettre de prendre en considération toutes les combinaisons de situations possibles et anticiper chaque besoin des pilotes. L'utilisation d'une documentation opérationnelle statique va migrer vers une utilisation combinée de documentation automatisée et interactive. Cette documentation opérationnelle contextuelle va influencer les usages du domaine et les opérateurs devront ajuster leurs politiques, procédures et formations pour prendre en considération ce nouvel outil. Afin d'aborder le problème de l'accès à l'information non usuelle et en accord avec la recommandation de cohérence de Chandra et al. (2003) sur la sélection d'information hétérogène, nous envisageons un environnement de travail pour les pilotes où l'utilisation consciente de la documentation opérationnelle électronique dans des situations fréquentes facilite l'utilisation occasionnelle de cette documentation dans des situations exceptionnelles.

Prenant avantage des propriétés nouvelles de la documentation opérationnelle électronique, l'objectif de l'étude est premièrement de proposer une méthodologie pour le développement d'une documentation opérationnelle contextuelle. L'un des rôles attendus de cette documentation contextuelle étant de faciliter son utilisation dans des situations nouvelles, voire exceptionnelles.

2.4 Revue de questions

Afin d'étudier comment la documentation opérationnelle contextuelle peut être développée, et discuter comment et quand elle doit être utilisée, nous avons structuré notre travail de recherche autour des questions suivantes. Chaque chapitre à venir de la thèse tente de répondre à l'une des questions :

Chapitre 3 : Comment la documentation opérationnelle contextuelle peut assister le pilote dans ses différentes activités ?

Pour répondre à cette question, nous dressons en premier lieu un état de l'art de la modélisation dans le domaine de l'aéronautique. La modélisation est nécessaire pour le développement de produits qui doivent être utilisés par une large population d'acteurs, et interprétés à la fois par des personnes et par des systèmes. En particulier, la modélisation est nécessaire pour le développement de documentation opérationnelle contextuelle.

D'un point de vue utilisateur, nous proposons un modèle théorique décrivant la tâche de recherche d'information pour une documentation opérationnelle contextuelle. Nous intégrons ensuite ce modèle en prenant en considération le caractère dynamique du domaine aéronautique, et définissons un ensemble d'activités documentaires. Chaque catégorie d'activité documentaire

est discutée séparément afin de proposer comment la documentation opérationnelle contextuelle peut assister le pilote.

Chapitre 4 : Quels sont les problèmes que les pilotes rencontrent dans l'utilisation de la documentation opérationnelle ?

Afin de mieux comprendre certains des problèmes liés à l'utilisation de la documentation opérationnelle par les pilotes, un questionnaire a été distribué à quarante-trois pilotes de transport commercial. Les réponses ont été analysées statistiquement. De plus, nous avons comparé les résultats des capitaines et des premiers-officiers, qui sont les deux groupes de sujets caractéristiques d'un équipage d'avion commercial.

L'étude montre que la documentation opérationnelle ne peut pas être simplement apprise et utilisée, mais doit être périodiquement révisée tout au long de la carrière d'un pilote. Une critique majeure des pilotes sur l'utilisation de la documentation opérationnelle est la difficulté de recherche de l'information. Cette difficulté est partiellement attribuée à la dispersion de l'information à travers l'outil documentaire.

Chapitre 5 : Comment la documentation opérationnelle contextuelle peut-elle être développée ?

Étant entendu que les spécifications de développement d'un artefact ne peut être dissociées de la compréhension de son utilisation, la réponse à cette question ne peut être faite sans la confrontation des solutions proposées à la question du chapitre 6. En conséquence, la méthodologie décrite sous le chapitre 5 a été itérée durant deux cycles de réalisations et évaluations d'un démonstrateur de documentation opérationnelle contextuelle. Les résultats des deux cycles de réalisations et évaluations sont transcrits dans le chapitre 6. Le Chapitre 5 décrit la version itérée d'un processus de contextualisation. Ce processus est notre proposition pour le développement d'une documentation opérationnelle contextuelle.

En premier lieu, le chapitre 5 discute de quelques méthodes et techniques utilisées dans le domaine de la recherche d'information concernant l'indexation de la documentation. Ensuite, les catégories d'indexes (nommés descripteurs de contexte) que nous utilisons sont formellement définis. Finalement, le processus de contextualisation est détaillé et décrit (1) l'extraction des descripteurs de contexte, (2) la construction d'une ontologie des contextes, et (3) la corrélation de l'ontologie des contextes avec des sources d'information pertinentes de la documentation opérationnelle.

Chapitre 6 : Quel genre d'interactions peut-on attendre de la documentation opérationnelle contextuelle ?

Dans le chapitre 6, deux cycles de réalisations et évaluations d'un démonstrateur de documentation opérationnelle contextuelle sont décrits. La première évaluation a été faite avec quatre pilotes de transport aérien. Cette évaluation, formative, a permis d'itérer à la fois les fonctions du démonstrateur et les propriétés de la modélisation du processus de contextualisation mentionné ci-dessus.

La deuxième évaluation a été faite avec treize pilotes de transport aérien effectuant l'expérience dans les mêmes conditions (même protocole et même version de démonstrateur). L'évaluation rapporte sur les résultats statistiques à un questionnaire d'utilisabilité.

Encouragé par le bon niveau de satisfaction des sujets dans l'évaluation du deuxième prototype de démonstrateur, le chapitre 6 conclut sur une vision de l'utilisation de la documentation opérationnelle contextuelle en aéronautique.

Et finalement :

Chapitre 7 : Est-il possible de faciliter l'utilisation de la documentation opérationnelle en la contextualisant dans les différentes activités des pilotes de transport aérien ?
--

La thèse conclut sur une synthèse des réalisations de l'étude. Basées sur les propositions et observations de l'étude, des perspectives quand aux possibilités de la documentation opérationnelle contextuelle sont proposées.

CHAPITRE III : ÉTAT DE L'ART

« Que de temps perdu ! Il y a quelque chose qui prime tout cela. Ce qui est vivant bouscule tout pour vivre et crée, pour vivre, ses propres lois. C'est irrésistible. » [...] « C'est l'expérience qui dégagera les lois, répondait-il, la connaissance des lois ne précède jamais l'expérience. »

Antoine de Saint-Exupéry, Vol de Nuit, 1931

3 ÉTAT DE L'ART

3.1 Introduction

Le domaine aéronautique peut être caractérisé par un environnement physique dynamique et un environnement organisationnel distribué où la complexité impose une collaboration adaptative du système humain-machine. Dans un système humain-machine, il est admis que l'humain porte la responsabilité finale pour la performance satisfaisante du système composite. Afin de traiter le problème de l'organisation et de la distribution d'information pour assister l'humain dans un tel environnement, il est nécessaire de planifier et de réduire la part d'improvisation. Par exemple, tous les acteurs du système de transport aérien dépensent une énergie considérable à développer un scénario, le raffiner, et finalement l'exécuter dans un environnement de perturbations externes (Koelman, 2000).

La documentation opérationnelle est le moyen à travers lequel les organisations rapportent leurs choix et observations aux pilotes. En principe, chaque source documentaire porte un sens sémantique différent. La documentation contextuelle est un moyen pour effectuer des inférences provenant de la sémantique du contenu de la documentation, afin d'interagir avec l'agent humain. D'une part, la modélisation du domaine permet de représenter la sémantique de la documentation d'une manière explicite et interprétable d'un point de vue de la machine. D'autre part, l'objectif de la recherche d'information est de proposer un ensemble de documentations pertinentes pour une certaine requête.

Dans la section 3.2, le sujet de la modélisation du domaine est discutée et quelques méthodes pour extraire la sémantique du domaine sont introduites. La section 3.3 présente un modèle théorique de la tâche de recherche d'information permettant d'illustrer les principales fonctionnalités nécessaires à un système pour une tâche donnée. Enfin, dans la section 3.4, nous discutons quels paramètres du domaine aéronautique nous avons l'intention d'extraire afin de satisfaire les fonctionnalités d'un système de recherche d'information pour les pilotes de transport aérien.

3.2 Modélisation du domaine

Afin de comprendre un domaine et de construire de la documentation contextuelle qui agit dans ce domaine, nous avons besoin d'une conceptualisation du domaine. Selon Gruber (1993), une conceptualisation est une abstraction simplifiée du monde que l'on représente pour une certaine raison. La représentation d'une conceptualisation est connue sous le nom d'ontologie.

3.2.1 Définitions du terme « ontologie »

Borst (1997) définit l'ontologie comme étant une spécification formelle d'une conceptualisation partagée. Afin de populariser cette définition, Uschold & Jasper (1999) décrivent qu'une

ontologie peut prendre une variété de formes, mais qu'elle inclura nécessairement un vocabulaire des termes et une certaine spécification de leur sens. Cela inclut leurs définitions et une indication sur comment ces concepts sont reliés ; cet ensemble impose une structure au domaine et contraint les interprétations possibles des termes.

Plusieurs éléments constituent une ontologie : (1) les concepts représentés par des termes de plusieurs mots ; (2) les relations entre ces concepts ; (3) les fonctions qui sont des relations particulières grâce auxquelles un concept peut être dérivé d'autres concepts connexes ; (4) des axiomes qui sont des relations représentant des faits toujours vrais pour un concept ou une famille de concepts ; et (5) les instances qui représentent les éléments des concepts. L'ingénierie des ontologies est l'ensemble des activités qui concernent le processus de développement de l'ontologie, le cycle de vie de l'ontologie, les méthodes et méthodologies pour le développement d'ontologies, et les outils et langages qui permettent de les réaliser (Gómez-Pérez et al., 2004).

Parce qu'une ontologie a pour objectif de contraindre les interprétations possibles des concepts, ces spécifications dépendent de l'objectif pour lequel l'ontologie est développée. Dans notre étude, la spécification d'une ontologie répond au besoin d'introduire des fonctionnalités permettant la contextualisation de la documentation. Alors que l'ontologie décrit le vocabulaire et la structure de la conceptualisation d'un domaine, les définitions pour le contexte décrivent l'utilisation de la conceptualisation en tant que moyen d'interaction.

3.2.2 Définitions du terme « contexte »

La notion de contexte est souvent considérée comme utile, mais sa définition reste vague. Selon Dey (2001), le contexte est n'importe quelle information utilisée pour caractériser la situation d'une entité, où l'entité est une personne, un endroit ou un objet considéré pertinent pour l'interaction entre l'utilisateur et l'application, incluant l'utilisateur et l'application eux-mêmes. En revanche, en ce qui concerne les théories de coopération, cette définition est restreinte à la collection d'informations caractérisant un plan en réponse à une situation donnée (Hoc, 2003).

Concernant les théories d'aide à la décision, Brézillon & Pomerol (2001) définissent la notion de graphe contextuel comme un moyen pour éliciter les actions et événements d'une représentation de contexte. Ce faisant, ils proposent une structure pour l'information de contexte. Leur objectif principal est de décrire, avec un maximum de parcimonie, le contexte dans lequel une décision doit être prise. Ils notent que l'explicitation et le partage de connaissances sur le contexte est un processus clé dans la mise en évidence, la compréhension et la résolution de problèmes complexes.

Dans une révision récente des définitions existantes pour le contexte, Bazire & Brézillon (2005) concluent que :

« The context acts like a set of constraints that influences the behaviour of a system (a user or a computer) embedded in a given task »³⁰ (p. 38)

³⁰ « Le contexte agit comme un ensemble de contraintes qui influencent le comportement d'un système (un utilisateur ou un ordinateur) réalisant une tâche donnée. »

C'est cette dernière définition consensuelle à laquelle nous nous référerons quand nous utiliserons la notion de contexte dans le développement de la documentation opérationnelle contextuelle. Cette définition impose la notion de tâche comme une notion nécessaire et préliminaire à toute application contextuelle.

3.2.3 Analyse de tâche

Par définition, une tâche est une paire 'but, procédure' où le but est l'état souhaité du système et la procédure les opérations à exécuter pour obtenir le but fixé. Un modèle de tâche doit montrer comment les tâches sont organisées et contraintes. Lorsque le modèle est représenté par des relations hiérarchisées de tâches et sous-tâches (ce qui est souvent le cas), alors une opération est une tâche en elle-même. On peut dire que le moyen pour obtenir le but est un but en lui-même. Dans une telle représentation hiérarchique, on distingue les opérations des actions, les actions étant des opérations d'une tâche feuille de la représentation.

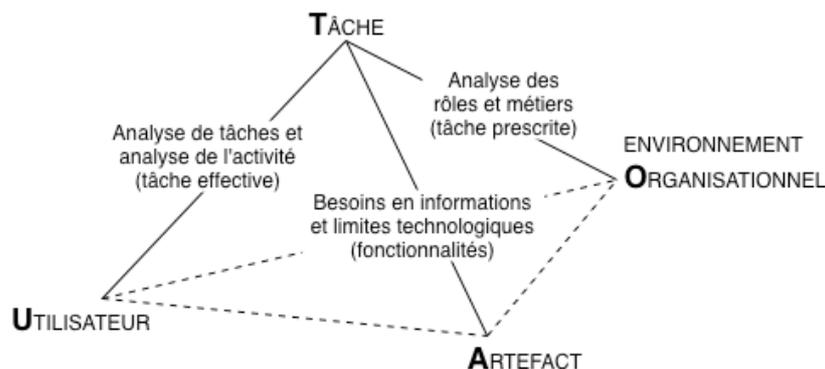


Figure 4 : Pyramide AUTO (extrait de Boy, 1998a)

Si l'on utilise la métaphore de la pyramide AUTO³¹ de Boy (1998a), et si l'on considère la vue de la tâche sur les autres dimensions, on peut mettre en évidence trois types de représentations de tâches débattues dans la littérature (voir la figure 4) :

- **Représentation de tâche d'un point de vue de l'utilisateur :** Ces représentations de tâche viennent des modèles d'analyse de tâches dans le domaine des sciences cognitives, proposant des techniques de représentation de tâche bien adaptées pour la récolte des besoins utilisateurs. GOMS³², TKS³³ ou UAN³⁴ sont de cette catégorie. La littérature parle de tâche effective ou à un niveau plus fin : activité ou comportement de l'utilisateur ;
- **Représentation de tâche d'un point de vue de l'environnement organisationnel :** Ces représentations de tâche proposent des procédures industrielles pour prescrire le travail et le rôle des acteurs dans une organisation. En tant que telle, la fonction d'une 'bonne' procédure est d'assister, de guider et de spécifier la progression des sous-tâches d'une tâche mère de

³¹ Artefact, User, Task and Organisational environment (AUTO)

³² Goals, Operators, Methods and Selection rules (GOMS) (Card et al., 1983)

³³ Task Knowledge Structure (TKS) (Johnson et al., 1988)

³⁴ User Action Notation (UAN) (Hix & Hartson, 1993)

manière logique, efficace et résistante à l'erreur humaine (Degani & Wiener, 1994). En complément aux tâches effectives, la littérature parle dans ce cas de tâche prescrite ;

- **Représentation de tâche d'un point de vue de l'artefact :** Dans le cas d'une application interactive, ces représentations de la tâche viennent du domaine des sciences informatiques et se concentrent sur une représentation détaillée et formelle des spécifications de toutes les fonctionnalités de l'application. Par exemple, UML³⁵ ou Merise³⁶ sont des modèles de cette catégorie de représentation. Lorsque nous nous référerons à cette catégorie de tâche, nous parlerons de fonctionnalités de l'artefact.

Les trois points de vue ont leurs valeurs ajoutées spécifiques. Par exemple, une disparité entre les tâches effectives et les fonctionnalités disponibles peut mettre en évidence une mauvaise conception de l'artefact. Par contre, les tâches effectives peuvent venir de l'observation d'utilisateurs experts alors que les tâches prescrites utilisant les fonctionnalités de l'artefact peuvent avoir été conçues pour limiter les risques (par exemple pour des utilisateurs novices).

Néanmoins, la représentation des tâches est essentielle dans la conception de systèmes interactifs. Une distinction fondamentale peut être faite entre les représentations de tâche visant à la spécification de l'application (fonctionnalités de l'artefact) et les représentations de tâches visant à la description des tâches de l'utilisateur dans un environnement complexe (tâches prescrites et tâches effectives).

Une mauvaise utilisabilité d'un système interactif est vue entre autre comme une conséquence d'un gap entre ces différents modèles de tâches. Selon Jambon et al. (2001), le gap entre les spécifications d'un système et la récolte des besoins utilisateurs ne peut être simplement balayée en étendant l'un des modèles pour englober l'autre. Plutôt, la perspective est de rendre les modèles compatibles. De cette manière, la récolte des besoins utilisateurs peut être réutilisée comme point d'entrée pour les spécifications du système, et les modèles formels informatiques peuvent ensuite valider les spécifications résultantes.

Nous suivrons en partie cette perspective et utiliserons en premier lieu des principes de modèles de tâche provenant des sciences cognitives pour le développement de la documentation contextuelle. Ensuite, la représentation de tâche résultante devra d'une certaine manière être réutilisée en tant que point d'entrée pour la spécification de l'application contextuelle.

Dans les sciences cognitives, une variété de modèles de tâche existent. Récemment, afin de répondre à un manque de sémantique unifiée de ces modèles, Lucquiaud (2005) a proposé un Noyau du Modèle de Description de l'Activité (N-MDA). Cette proposition est basée sur différentes techniques d'analyse de tâche existantes : CTT³⁷, Diane+³⁸, GTA³⁹ et MAD*⁴⁰. Le N-MDA inclut au moins : (1) les activités de l'utilisateur à travers la représentation des tâches (structure et séquence), (2) les objets dans l'environnement manipulés pendant ces activités, et (3) les événements particuliers ayant une influence sur l'exécution de ces activités. Nous notons que,

³⁵ Unified Modeling Language (UML) 1.0 (OMG, 1997)

³⁶ Merise (Tardieu et al., 1983)

³⁷ Concur Task Trees (CTT) (Paternò, 2003)

³⁸ Diane+ (Tarby & Barthet, 2001)

³⁹ Groupware Task Analysis (GTA) (Van der Veer et al., 1996)

⁴⁰ Méthode Analytique de Description des tâches utilisateur orienté spécification d'interface (MAD*) (Scapin, 2001)

même si le but du modèle N-MDA est de décrire l'activité de l'utilisateur, les catégories du modèle vont au-delà de la description des tâches, et incluent d'autres contraintes compatibles avec la définition que nous avons choisie du contexte.

L'objectif de notre étude n'est ni de proposer une nouvelle approche dans les techniques d'analyse de tâche, ni d'appliquer rigoureusement une technique existante pour en vérifier la validité. Néanmoins, pour représenter le contexte nous avons besoin d'explicitier les tâches du pilote. Pour cela, nous allons introduire deux approches pragmatiques que nous avons utilisées dans cette étude. La première approche est la méthode des cas d'utilisation (ou *Use Cases*) (Cockburn, 2001) qui propose des spécifications de haut niveau pour le développement d'un système. La seconde est le développement de procédures aéronautiques décrivant les tâches prescrites des pilotes de transport aérien.

Nous avons choisi ces deux approches parce que ce sont deux approches déjà utilisées dans l'environnement industriel. De plus, la première est censée représenter les tâches effectives en décrivant ce à quoi le système doit pouvoir répondre ; quant à la deuxième, elle représente les tâches prescrites par le domaine. Finalement, nous pouvons prévoir que le développement de la documentation contextuelle va inclure divers acteurs de l'organisation, dont au moins des développeurs et des auteurs de documentation opérationnelle. Les premiers étant familiers avec le développement de cas d'utilisation, et les seconds avec les procédures aéronautiques.

3.2.3.1 Méthode des cas d'utilisation

La méthode des cas d'utilisation est une méthode descriptive utilisée dans l'environnement industriel pour capturer les spécifications d'un système à développer. L'idée fondamentale des cas d'utilisation est de décrire textuellement comment un système interagit avec son environnement pendant qu'il effectue une tâche pour l'un de ces utilisateurs, et de décrire comment le système doit se comporter quand certaines choses ne se passent pas correctement. Une valeur ajoutée reconnue des cas d'utilisation est de permettre à divers acteurs organisationnels (par exemple les utilisateurs, les développeurs, le personnel de management) de partager une compréhension commune des possibilités du système.

Dans la description des cas d'utilisation, le *main success scenario* explique comment le système se comporte lorsque tous les paramètres évoluent correctement. Une liste d'extensions est rajoutée à cette description, et liste des événements qui influent sur le déroulement normal du *main success scenario*. Chaque extension définit un *extension scenario* décrivant des étapes supplémentaires à effectuer. De plus, chaque étape du *main success scenario* ou d'un *extension scenario* peut être décrit par un cas d'utilisation séparé. D'après Cockburn, le nombre de niveaux hiérarchiques conseillés est de maximum cinq : (1) résumé de haut niveau, (2) résumé, (3) but de l'utilisateur, (4) sous fonction, et (5) trop bas. La syntaxe complète d'un cas d'utilisation décrit également certains attributs additionnels permettant d'encadrer le but du cas d'utilisation (voir le tableau 4 ci-dessous) :

Tableau 4 : Gabarit d'un cas d'utilisation

Cas d'utilisation :	Numéro	Nom : quel est le but du cas d'utilisation ?
Cadre :	Cadre du scénario : quelles sont les frontières du scénario ?	
Niveau :	Soit : résumé de haut niveau, résumé, but de l'utilisateur, sous fonction, ou trop bas	
Acteur principal :	Un nom de rôle pour l'acteur principal	
Pré-conditions :	L'état du monde tel que prévu avant l'accomplissement du cas d'utilisation	
Garanties minimales :	Comment les intérêts des actionnaires sont garantis quel que soit le déroulement	
Garanties de succès :	L'état du monde après le cas d'utilisation si le but est atteint	
Main success scenario :		
Première étape	Description d'une action ou le numéro et nom d'un sous cas d'utilisation	
Étape incrémentée	Ajouter des actions au <i>main success scenario</i> autant que nécessaire	
Extension scenario :		
Référence de l'étape altérée du <i>main success scenario</i>	Le pourquoi de l' <i>extension scenario</i>	
	Première étape	Description d'une action ou le numéro et nom d'un sous cas
	Étape incrémentée	Ajouter des actions à l' <i>extension scenario</i> autant que nécessaire

3.2.3.2 Procédures de l'aéronautique civile

De manière similaire à l'architecture du *main success scenario* et des *extension scenario* pour les cas d'utilisation, deux catégories majeures de procédures dans l'aviation peuvent être distinguées : les procédures normales (souvent en partie appelées les procédures standard d'opération (SOP)⁴¹) et les procédures anormales ou d'urgence (en fonction de leur criticité).

En ce qui concerne les procédures normales, Degani & Wiener (1994) décrivent six objectifs primaires : (1) apporter une base standard pour la vérification des systèmes avions ; (2) apporter un cadre de travail séquentiel pour se conformer aux contraintes opérationnelles ; (3) permettre le contrôle mutuel entre les membres d'équipage ; (4) dicter les obligations de chaque membre d'équipage pour faciliter leur coordination ; (5) améliorer le travail d'équipe en permettant à chacun d'être 'dans la boucle' ; et (6) servir comme outil de contrôle de la qualité pour les instances du management et les autorités de contrôle. Ces objectifs vont au-delà de la prescription simple des tâches, ils suggèrent que les procédures sont des outils pour faciliter la coopération entre membres d'équipage (par exemple les objectifs (3) et (5) ci-dessus). De plus, si l'on considère les activités décrites dans des procédures qui ne traitent pas seulement des membres d'équipage du cockpit et de leur avion, mais aussi des agents externes de l'organisation (tels que les contrôleurs aériens, les membres du dispatching ou le personnel de cabine), alors le rôle coopératif des procédures peut être étendu aux autres agents de l'organisation. De cette manière, les procédures normales sont la structure par laquelle les pilotes opèrent leurs avions ; elles sont aussi la structure par laquelle les pilotes interagissent avec d'autres agents dans l'organisation (Degani & Wiener, 1998).

En ce qui concerne les procédures anormales ou d'urgence, trois rôles opérationnels leur sont attribués : (1) aider à l'obtention d'un diagnostic ; (2) aider à effectuer les actions pertinentes ; et (3) aider à la planification des actions. Ces trois rôles font partie du système d'alerte de l'avion, qui peut être décomposé en quatre fonctions (Noyes et al., 2004) :

- (1) La fonction de surveillance évaluant la situation par rapport à des déviations de paramètres fixés ;

⁴¹ Standard Operating Procedures (SOP)

- (2) La fonction d’alerte rendant attentif l’opérateur à la situation dangereuse ou potentiellement dangereuse ;
- (3) La fonction d’information donnant des informations sur la nature et la criticité du problème afin de permettre une réaction appropriée des individus qui font une analyse de la situation ;
- (4) La fonction de conseil dont le but est l’aide à la décision et le moyen la documentation opérationnelle liée à la situation anormale considérée.

Les procédures anormales ou d’urgence sont dans cette allocation de fonctions attribuées à la fonction de conseil. Cela dit, une récente revue sur l’utilisation des procédures a rappelé la complexité de l’interaction entre la connaissance des membres d’équipage, les indices d’alerte, et le contexte de vol (Holder & McKenzie, 2004). Les auteurs concluent que les procédures doivent aussi pouvoir assister dans la détection d’événements anormaux et dans la représentation de la situation. D’ailleurs, la modélisation des procédures sous la forme de blocks d’interaction (Boy, 1998b) est un exemple de modélisation formelle des procédures, dont le but est justement de décrire les chaînes d’interaction afin de mieux comprendre le processus de procéduralisation chez les agents experts. La complexité d’une telle modélisation est un frein à son utilisation pour des applications. Quoiqu’il en soit, les procédures anormales et d’urgence sont la référence pour la description des situations potentiellement dangereuses que les pilotes peuvent rencontrer, et prescrivent les actions correctives pour ces situations.

Du point de vue des auteurs des procédures, deux objectifs guident leurs conceptions : efficacité et sécurité. Les procédures permettent des opérations efficaces en permettant de limiter les choix et en proposant une manière de faire souvent optimum. Elles permettent également d’améliorer la sécurité parce que leur application appropriée permet de maintenir ou de récupérer une situation acceptable. Toutefois, auteurs et opérateurs reconnaissent en considérant le nombre de situations possibles qu’il est impossible de développer des procédures explicites pour chacune d’elles. C’est une des raisons pour laquelle il est important de maintenir les opérateurs dans la boucle des systèmes qui ont un facteur potentiel de risque (Degani & Wiener, 1994). Il existe une contradiction entre d’un côté les procédures que les pilotes doivent suivre de manière rigoureuse et de l’autre la nécessaire flexibilité inhérente au management de situations dynamiques (Leroy & Signoret, 1992).

3.3 Recherche d’information dans l’aviation

Dans l’espace de modèles cognitifs essayant de décrire les tâches des utilisateurs, deux familles de modèles co-existent (Jambon et al., 2001; Calvary, 2002) :

- Les modèles analytiques, prédictifs et descriptifs qui décrivent directement le comportement des utilisateurs. Les modèles décrits au §3.2.3 du présent chapitre en font partie ;
- Les modèles théoriques qui décrivent les processus cognitifs qui gouvernent le comportement des utilisateurs. Par exemple, la théorie de l’action de Norman (Norman & Draper, 1986) et le modèle de performance de Rasmussen (Rasmussen, 1986) en font partie.

Tel que noté par Boy (2003), un modèle rigide comme les modèles analytiques, prédictifs et descriptifs ne peut pas décrire tous les genres de tâches. La créativité est donnée comme exemple, où l’objectif de l’utilisateur change au cours de son interaction avec le système. La recherche

d'information est un autre exemple où l'objectif ne peut a priori pas être clairement défini. De plus, à cause des limites rencontrées aujourd'hui par les systèmes automatiques d'indexation et de recherche d'information, certains courants dans le développement de systèmes de recherche d'information tentent de mieux comprendre son modèle théorique de processus cognitifs mis en jeu (Dinet & Rouet, 2002).

Dans cette mouvance, cette section porte sur une proposition d'un modèle théorique pour la tâche de recherche d'information en aéronautique. Cette approche a pour objectif d'aider à mieux comprendre les fonctionnalités nécessaires à un système de recherche d'information pour les pilotes de transport aérien.

3.3.1 Tâche de recherche d'information : modèle théorique

D'un point de vue de la psychologie, la tâche de recherche d'information peut être considérée comme une activité de résolution de problèmes faiblement structurés. La manière d'arriver à la solution est souvent multiple, et les solutions elles-mêmes sont souvent également multiples. Tout ou une partie des activités de recherche d'information vont faire l'objet d'itérations. S'agissant de l'activité itérative de recherche d'information, trois processus cognitifs de base et trois méta-processus sont proposés (Dinet & Rouet, 2002) :

Le modèle Évaluation Sélection Traitement (EST) (Rouet & Tricot, 1998) décrit les trois processus cognitifs de base dans une tâche de recherche d'information :

- L'évaluation est le processus où l'utilisateur se construit une représentation mentale du problème sans savoir a priori comment le résoudre ;
- La sélection est le processus où l'utilisateur choisit s'il le désire un outil de recherche d'information avec pour but de résoudre le problème identifié ;
- Le traitement est le processus où l'utilisateur fait progresser sa représentation mentale en intégrant la nouvelle connaissance venant de l'outil de recherche d'information.

De plus, les méta-processus de planification, de contrôle et de régulation permettent aux processus du modèle EST d'évoluer (Rouet & Tricot, 1998; Allal & Saada-Robert, 1992) :

- La planification est le méta-processus où l'utilisateur construit la procédure qu'il/elle va utiliser ;
- Le contrôle est le méta-processus où l'utilisateur compare, au moment de l'observation, l'état de l'interaction avec le but de l'interaction ;
- La régulation est le résultat du contrôle. Si la comparaison effectuée au cours du contrôle amène à une disparité, alors le méta-processus de régulation permet à l'utilisateur de modifier le cours de l'interaction.

Ces deux patterns de processus se situent à des niveaux différents. Les processus d'évaluation, de sélection et de traitement considèrent directement les indices informationnels de l'environnement, alors que les méta-processus de planification, de contrôle et de régulation considèrent les représentations que l'utilisateur se fait de ses indices. Le tableau 5 ci-dessous décrit brièvement les méta-processus de planification, contrôle et régulation en fonction des processus de base du modèle EST :

Tableau 5 : Processus de gestion cognitive et processus de base du modèle EST (extrait de Rouet & Tricot, 1998)⁴²

	Planification	Contrôle	Régulation
Évaluation	Se construire une représentation du problème et de la solution	Contrôler si la solution correspond au problème initialement défini	Modifier la solution et/ou la représentation du problème
Sélection	Identifier les catégories disponibles	Vérifier si la catégorie correspond au problème initialement défini	Modifier les critères de pertinence
Traitement	Évaluer les paramètres et choisir une stratégie	Vérifier si le contenu traité correspond à la tâche	Interrompre l'activité, relire, corroborer

Une hypothèse du modèle est qu'un utilisateur construit dynamiquement une représentation mentale de son interaction avec le système de recherche d'information. Ceci est expliqué dans les théories de coopération par l'existence d'un référentiel commun (Hoc, 2003). Le référentiel commun permet à deux agents qui coopèrent de se mettre d'accord sur un certain nombre de paramètres pendant l'interaction (explicitement ou implicitement), et de les mémoriser afin de pouvoir s'y référer à tout moment. Les paramètres de la représentation du référentiel commun héritent de la connaissance de l'utilisateur mais changent aussi au cours de l'interaction pour s'y ajuster.

Cependant, d'un point de vue de l'utilisateur, plusieurs agents régissent l'interaction. Par exemple, la possibilité de requête peut être considérée comme un agent avec qui interagir ; le contenu ou les éléments d'informations pertinentes comme un autre. En conséquence, l'utilisateur va itérer plusieurs représentations pendant son interaction avec le système de recherche d'interaction.

Dans le cas de la tâche de recherche d'information décrite dans le tableau 5, quatre représentations sont proposées : la représentation du problème, celle de la solution, les catégories de requête et la représentation du contenu. Les méta-processus de planification, contrôle et régulation suggèrent que l'itération d'une représentation est faite en comparaison avec une autre. Par exemple, dans le processus de sélection, le but est de trouver des catégories de requêtes correspondent à la représentation du problème ; dans le processus d'évaluation cette fois, le but est de trouver une solution répondant à la représentation du problème ; finalement, dans le processus de traitement, le but est de trouver dans le contenu pour enrichir la représentation de la solution.

La figure 5 illustre cette articulation. Chaque processus de base met en jeu deux représentations. Les méta-processus permettent d'itérer dynamiquement l'une ou l'autre des représentations en les comparant. La planification agit comme une charnière entre deux paires de représentations ayant une représentation commune. Par exemple, si l'on considère la représentation du problème, le processus de planification permet à l'utilisateur de se construire une procédure pour soit itérer la solution (processus d'évaluation), soit itérer la requête (processus de sélection).

⁴² La représentation de la tâche décrite dans la référence d'origine a ici été remplacée par la représentation du problème

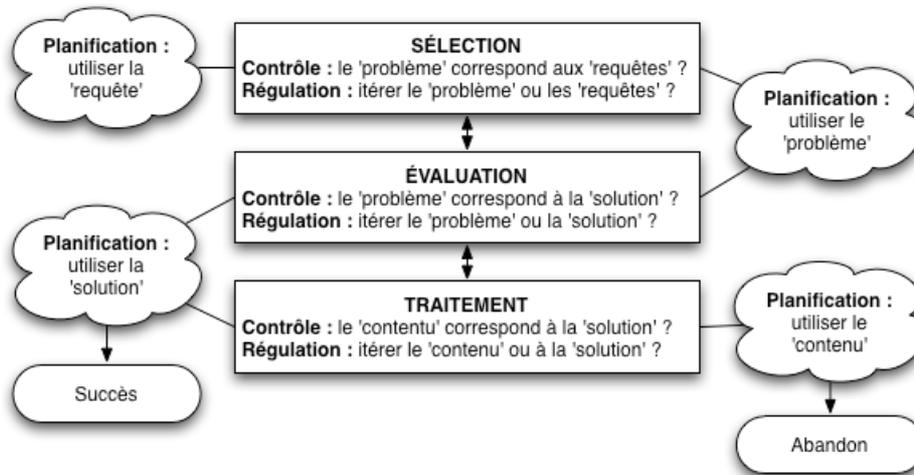


Figure 5 : Processus de base du modèle EST articulé par les processus de gestion cognitive

L'illustration de la figure 5 ci-dessus peut être simplifiée si l'on considère qu'un processus de base n'admet que deux représentations à la fois. La figure 6 ci-dessous reprend la figure 5 avec une symbolique simplifiée. Chaque hexagone symbolise un processus de base défini par deux représentations en comparaison. De plus, les doubles flèches relient deux hexagones s'ils partagent l'une de leurs représentations. L'objectif de ce modèle est de mettre en évidence le nombre de doubles flèches comme étant fonction de la complexité du système d'interaction. Plus il y a de doubles flèches, plus l'utilisateur aura à construire, itérer et/ou choisir de représentations. Un autre aspect est le nombre de doubles flèches connectées à un hexagone. Lorsque plusieurs doubles flèches sont connectées à un hexagone en faisant référence à la même représentation, alors cette représentation peut être comparée à plusieurs autres représentations, ce qui peut amener des inconsistances.

En marge des processus cognitifs, la figure 6 ajoute au modèle le système de recherche d'information en lui-même. La fonctionnalité du système de recherche d'information est de proposer, pour une requête donnée, un ensemble de contenu jugé pertinent.

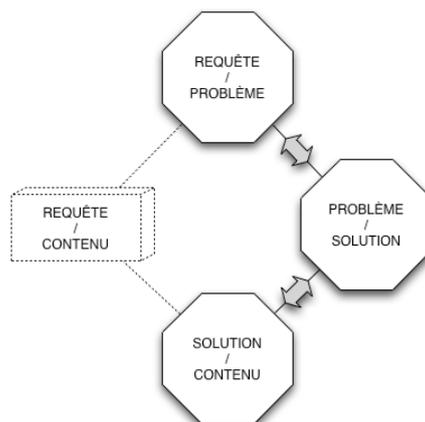


Figure 6 : Modèle théorique de la tâche de recherche d'information

Dans la section suivante, nous allons discuter comment ce modèle théorique de recherche d'information évolue pour prendre en considération d'autres représentations propres aux caractéristiques du domaine aéronautique.

3.3.2 Modèle théorique de la tâche de recherche d'information intégré dans l'environnement aéronautique

De Brito a mené une étude sur les causes menant les pilotes de transport aérien à parfois ne pas suivre les procédures écrites dans les environnements dynamiques. L'étude a effectué une analyse détaillée de l'utilisation des procédures écrites en aéronautique, et propose de décrire le Suivi des Procédures Écrites dans des Environnements Dynamiques (modèle SPEED de de Brito, 2000) en neuf étapes : (1) la détection des conditions d'emploi des procédures écrites ; (2) l'élaboration d'un diagnostic ; (3) l'estimation des besoins ; (4) la recherche de l'instruction ; (5) la lecture des items des procédures ; (6) l'évaluation de la pertinence des informations présentées ; (7) la planification des actions écrites ; (8) l'exécution des actions planifiées ; et (9) l'évaluation des résultats de l'action.

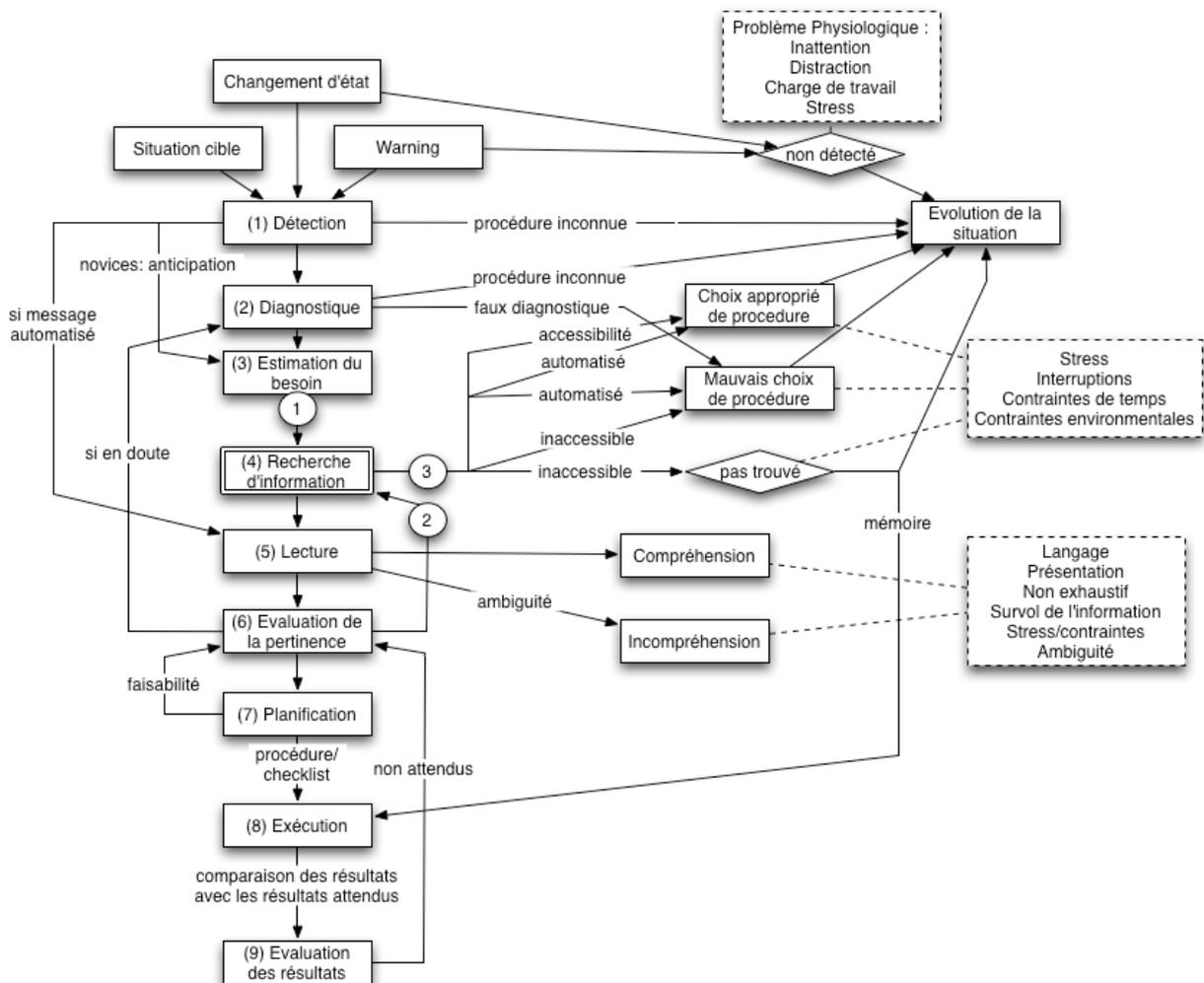


Figure 7 : Extrait du modèle SPEED (adapté de de Brito, 2000)

La figure 7 ci-dessus présente une extraction du modèle SPEED. L'étape (4) est l'étape qui représente la tâche de recherche d'information. Les chemins menant à la tâche de recherche d'information sont multiples, et les chemins découlant de cette tâche le sont également. Nous allons premièrement discuter des chemins menant à une tâche de recherche d'information (marqués ① et ② dans la figure 7) et introduire la distinction entre les actions documentaires et les actions du domaine. Ensuite, nous regarderons la tâche de recherche d'information en tant que tel et discuterons de l'articulation entre l'information venant du système de recherche et l'information automatisée (marqué ③ dans la figure 7).

3.3.2.1 Actions sur la documentation et actions sur le domaine

Il y a deux chemins dans le modèle SPEED menant à une tâche de recherche d'information (marqués ① et ② dans la figure 7) :

- Chemin ① : La détection des conditions d'emploi des procédures écrites ou l'élaboration d'un diagnostic amène à une estimation des besoins où le pilote applique une procédure connue ou éprouve le besoin de trouver une procédure à l'aide d'un système d'information ;
- Chemin ② : L'évaluation de la pertinence des informations venant soit d'une procédure choisie, soit d'une procédure présentée de manière automatique, amène le pilote à chercher plus d'informations avant l'exécution d'action dans le domaine.

Le chemin ① est similaire au processus d'évaluation décrit dans le tableau 5 de la section §3.3.1. Il ne rajoute pas de représentations supplémentaires autres que les représentations du problème et de la solution déjà pris en considération. Le chemin ② quant à lui compare l'information utilisée à des actions du domaine. Nous considérons que la représentation des actions possibles dans le domaine diffère des représentations déjà discutées, et que cette représentation doit être rajoutée au modèle théorique. En effet, même si les actions du domaine font souvent partie de la représentation de la solution (les actions à exécuter pour répondre au problème), ou de la représentation du contenu (les actions prescrites par la procédure), le pilote va comparer ces représentations avec sa propre connaissance des actions possibles, et en faire sa propre interprétation. Nous appellerons la représentation de commande la représentation que l'utilisateur a des actions possibles sur le domaine. Cette représentation complète la représentation de la requête, qui est quant à elle la représentation que l'utilisateur a des actions documentaires possibles sur le système d'information (par opposition au domaine).

Les théories sur la coopération humain-machine propose quelques modèles pour l'articulation entre les actions documentaires et les actions de commande. Millot (2003) distingue deux structures de coopération : les structures verticales et horizontales. Dans la structure verticale, l'opérateur est responsable pour toutes les actions de commande et peut demander de l'assistance au système d'aide à la décision (voir la figure 8). Dans cette structure de coopération, le système d'aide n'est pas corrélé aux commandes et la distinction est clairement faite entre les actions documentaires et les actions de commande. Dans la structure horizontale par contre, le système d'aide est corrélé aux commandes et la structure nécessite un processus de répartition et/ou négociation des tâches pour allouer l'une d'elles soit à l'opérateur, soit à la machine. Dans sa comparaison des deux structures de coopération, Millot conclut qu'un système de coopération humain-machine est généralement gouverné par le fait que l'être humain porte la responsabilité finale de l'évolution de la situation, imposant de fait la structure verticale.

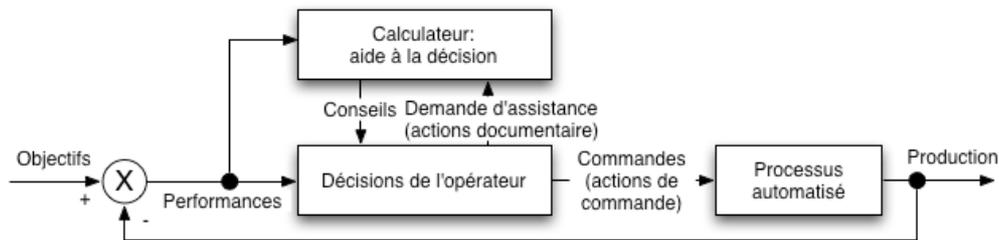


Figure 8 : Système de coopération humain-machine vertical (adapté de Millot, 2003)

Dans notre étude, le développement d'un système de documentation opérationnelle contextuelle n'a pas pour vocation d'agir directement sur le domaine et le pilote reste responsable pour l'utilisation de l'information. La structure correspond donc à une structure de coopération verticale.

3.3.2.2 Instrumentation et documentation

Avec le choix d'une structure verticale de coopération humain-machine, nous séparons clairement la manipulation du système de documentation et la manipulation du système avion. Par contre, même si le système documentaire ne peut pas influencer directement sur l'environnement, l'environnement peut manipuler le système documentaire. Le modèle SPEED prend en compte en partie cette possibilité. Si nous considérons dans ce modèle l'étape (4) de recherche d'information, et que nous regardons les chemins qui en résultent, on a (marqué ③ dans la figure 7) :

- (1) L'information appropriée est accessible de manière automatisée et présentée sur écran ;
- (2) Une information inappropriée est accessible de manière automatisée et présentée sur écran ;
- (3) L'information appropriée est accessible à travers une tâche de recherche d'information ;
- (4) Les difficultés liées à la tâche de recherche d'information mènent le pilote à choisir une information inappropriée ;
- (5) Les difficultés liées à la tâche de recherche d'information mènent le pilote à abandonner la recherche d'information.

Ces possibilités décrivent un système d'information mixte (manuel et automatique) permettant deux manières d'accès à l'information. Les points (1) et (2) décrivent un système d'information automatisé (en l'occurrence l'ECAM dans le cas de l'étude considérée), alors que les points (3), (4) et (5) décrivent une tâche de recherche d'information manuelle (par exemple en utilisant la documentation papier). Dans un système d'information mixte tel que décrit ci-dessus, le domaine a l'habitude d'appeler instrumentation l'information automatisée et présentée sur écran dans le cockpit ; et documentation l'information (souvent sous forme papier) à disposition du pilote autre que celle décrite sous instrumentation.

Il est intéressant de représenter avec notre modèle théorique le cas particulier d'un système d'information composé d'instrumentation et de documentation. Cette modélisation met en évidence la complexité de l'interaction. En effet, la distinction faite entre l'instrumentation et la documentation sépare la structure et le contenu du système d'information en deux. En ce qui concerne la structure, on a :

- La représentation de la structure de l'instrumentation incluant l'accès à l'instrument (par exemple sa position) ainsi que des propriétés dynamiques comme la possibilité de mettre en évidence une information par rapport à une autre (par exemple le cas d'une panne identifiée d'un système avion) ;
- La représentation de la structure de la documentation opérationnelle incluant l'accès à l'information de la documentation. Cette structure est représentée pour la documentation papier par la table des matières.

En ce qui concerne le contenu :

- La représentation du contenu de l'instrumentation incluant les informations présentées dans le cockpit ;
- La représentation du contenu de la documentation opérationnelle incluant des informations contenues dans les pages choisies de la documentation.

La figure 9 complète la figure 6 en y ajoutant les représentations discutées ci-dessus. De plus, la représentation de commande discutée dans la section précédente a également été rajoutée. La figure 9 met en évidence les redondances ou inconsistances possibles, spécialement autour de la représentation de la solution.

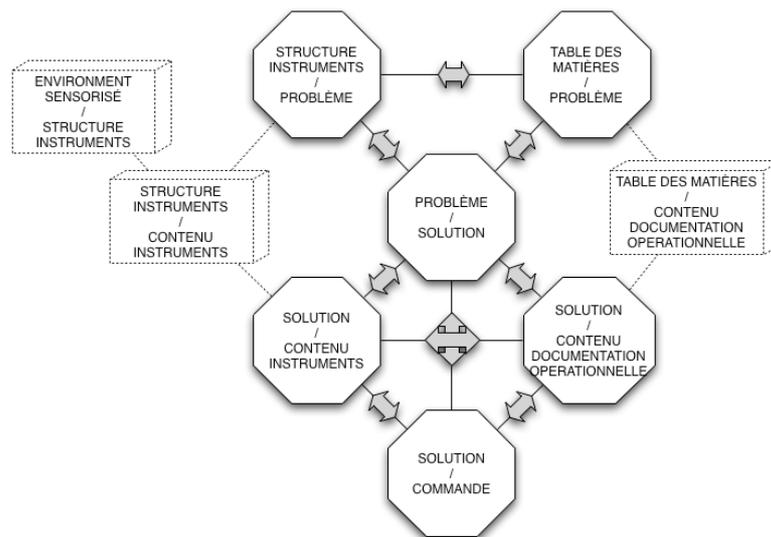


Figure 9 : Le cas de l'interaction avec la documentation opérationnelle papier

Avec l'avènement de la documentation opérationnelle contextualisée, nous avons argumenté que les différences traditionnelles entre l'instrumentation et la documentation tendraient à disparaître (voir le chapitre 2, §2.4). Ceci a le potentiel de simplifier la modélisation de l'interaction en regroupant à nouveau les deux représentations de la structure ainsi que les deux représentations du contenu. La figure 10 ci-dessous décrit un modèle d'interaction simplifié où ces représentations ont été regroupées. On retrouve dans cette figure l'architecture verticale décrite pour un système d'aide à la décision (voir la figure 8)⁴³. Rajouté à cette architecture, le modèle

⁴³ Nous avons remplacé le système qualifié d'aide à la décision dans le modèle de Millot par le système de documentation opérationnelle que nous étudions.

décrit la possibilité d'interagir avec le système de documentation opérationnelle à deux niveaux : au niveau de la requête ainsi qu'au niveau du contenu.

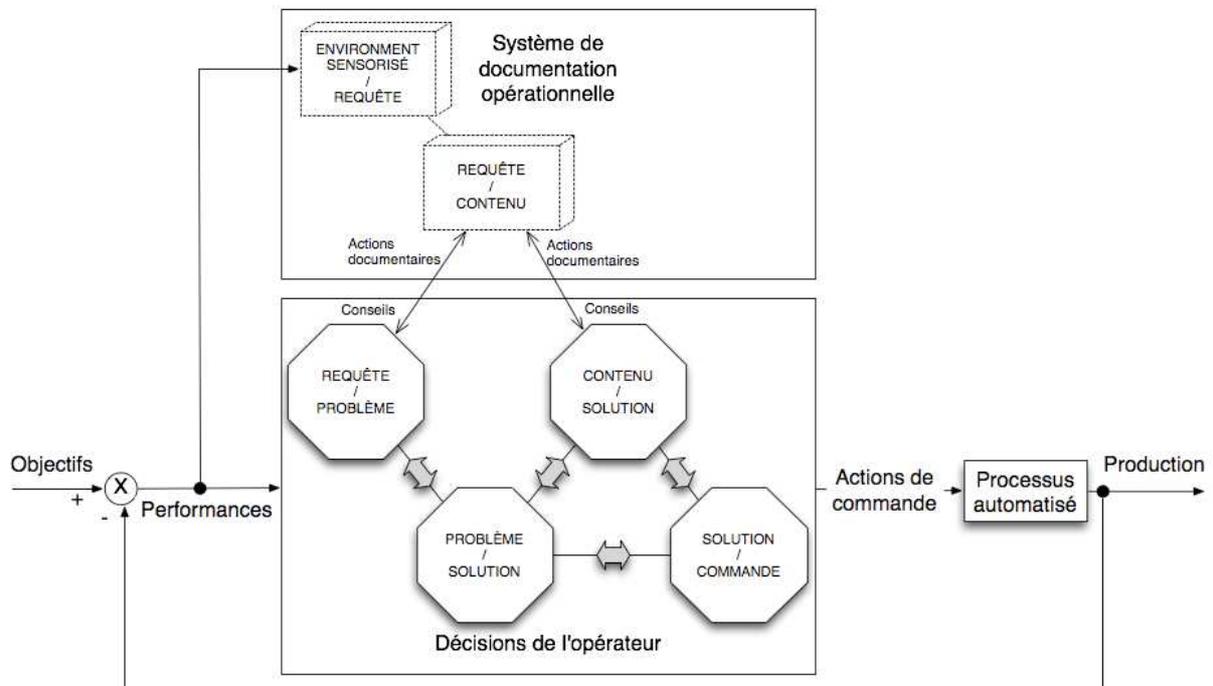


Figure 10 : Modèle théorique de la tâche de recherche d'information dans un environnement opérationnel

Néanmoins, cette intégration est une vue simplifiée de la complexité du système et renseigne peu sur les fonctionnalités qu'il doit pouvoir fournir. Dans la prochaine section, nous allons étudier plus en détail les besoins cognitifs des pilotes en termes de besoin en information.

3.4 Représentation mentale du domaine

Un modèle de l'opérateur humain développé dans le domaine de l'aéronautique propose la description de la situation comme représentation mentale de l'environnement par l'opérateur (Boy, 1983). Dans ce modèle, l'écart entre la situation reconnue et la situation souhaitée est considéré comme le détonateur pour que l'opérateur entre dans un mode de résolution de problème. De plus, la représentation de la situation semble jouer un rôle important dans le processus d'acquisition d'expertise. Par exemple, le modèle SRAR⁴⁴ (Boy, 1987) décrit la différence entre un novice et un expert en matière de construction de la représentation mentale. Dans ce modèle, un novice est décrit comme capable de reconnaître un nombre limité de situations, pour lesquelles une grande capacité d'analyse est requise afin de les interpréter. Réciproquement, un expert est décrit comme capable de reconnaître un grand nombre de situations, pour lesquelles une petite capacité d'analyse est requise afin de les interpréter.

⁴⁴ Situation Recognition/Analytical Reasoning (SRAR)

Malheureusement, bien que la représentation de la situation est d'une grande utilité pour aider l'opérateur dans une tâche de résolution de problème (Van Dijk & Kintch, 1983), sa représentation mentale de la situation est rarement parfaite parce qu'il/elle ne peut pas anticiper tous les événements possibles dans toutes les situations. De plus, les opérateurs peuvent être vu comme des extensions aux systèmes automatisés afin de gérer les événements particuliers et non prévus par les concepteurs de ces systèmes. Comme le développement d'avions automatisés ainsi que l'instrumentation du cockpit ne permettent pas de toujours garantir la correspondance de la représentation mentale de la situation du pilote avec la situation réelle, l'aviation, et plus généralement les domaines dynamiques complexes, utilise l'instruction pour améliorer l'efficacité et l'exactitude de la représentation mentale de l'opérateur. Afin d'instruire les pilotes de transport aérien à reconnaître les déviations de leurs représentations mentales, l'instruction doit se concentrer sur l'identification de situations problèmes en reconnaissant les indices critiques de ces situations et en comprenant ce qu'ils signifient en termes de buts à accomplir (Endsley, 1999).

3.4.1 Catégories d'actions documentaires pour la recherche d'information

3.4.1.1 Actions documentaires sur la structure de la documentation

Le problème de la conscience de la situation (SA)⁴⁵ introduit dans la section précédente est largement débattu dans la littérature. Les multiples définitions empiriques de la conscience de la situation ont en commun deux caractéristiques. Premièrement, c'est un moyen pour savoir ce qui se passe pour savoir qui faire (situation perçue). Deuxièmement, elle a une fonction anticipatoire permettant de rester en avance sur les événements (situation projetée) (Chalandon, 2003). Nous n'espérons pas que la documentation opérationnelle contextuelle soit capable de mieux informer sur la situation réelle que ne le fait l'instrumentation aujourd'hui. Par contre, et conformément à Endsley (1999), nous voyons la documentation opérationnelle comme un moyen de mieux identifier les situations problèmes, contribuant ainsi à la construction de la conscience de la situation chez le pilote. La documentation opérationnelle contextuelle doit donc fournir les indices de ces situations afin de comprendre lesquelles sont problématiques, et ce que cela signifie en termes de buts à accomplir. Par conséquent, la documentation opérationnelle doit pouvoir communiquer sur les situations problématiques potentielles, et la représentation de la situation doit être une partie essentielle de sa structure.

Les actions documentaires utilisant cette représentation de la situation font partie d'un continuum entre deux extrémités. D'un côté les actions documentaires utilisant la représentation de la situation font référence à la situation présente où chaque erreur ou délai a un impact direct sur les actions de commande effectuées par le pilote (et par extension sur l'évolution de la situation réelle). D'un autre côté, les actions documentaires sont libres dans les représentations des situations, et donc dans le choix de la requête, et le résultat a seulement un impact retardé sur les actions de commande effectuées par le pilote.

⁴⁵ Situation Awareness (SA)

Cependant, la mesure de ce continuum est difficile. Elle pourrait être le temps disponible pour réagir à la situation réelle. Hollnagel (2002) définit ce temps comme la différence entre le moment où une action devient nécessaire et le dernier moment où cette action peut encore être réalisée avec succès. Mais ce temps disponible est difficilement mesurable parce que ces deux moments sont sujets à incertitudes, à interdépendances entre les actions et les acteurs, et à des facteurs subjectifs. La tâche de recherche d'information est une activité à la discrétion de l'opérateur et est par conséquent soumise à des compromis cognitifs permettant une performance acceptable tout en économisant des ressources cognitives (Amalberti, 1996). L'adaptabilité et la flexibilité de l'opérateur sont les raisons de leur efficacité, tout en étant source d'erreurs. Pour l'opérateur dans le système, cela signifie que la raison pour laquelle l'opérateur échoue parfois, c'est-à-dire que le résultat de ses actions est différent de ce qui était prévu ou demandé, est la variabilité des situations plus que les erreurs elles-mêmes (Hollnagel, 2004).⁴⁶

Quoi qu'il en soit, nous avons proposé que la documentation opérationnelle contextuelle donne des informations sur les situations connues. Le but est donc de permettre au mieux à l'opérateur d'utiliser les représentations des situations existantes pour l'aider à gérer leur diversité.

En se basant sur la latence entre une requête représentant une situation particulière et une situation similaire réellement vécue, on peut diviser les actions documentaires utilisant la représentation des situations en trois catégories (voire aussi Hollnagel, 1993). Elles sont résumées dans le tableau 6.

- **Actions documentaires réactives :** Ces actions documentaires font l'objet d'une recherche d'information utilisant une représentation de la situation qui peut être apparentée à la situation présente rencontrée par le pilote ;
- **Actions documentaires tactiques :** Ces actions documentaires font l'objet d'une recherche d'information utilisant une représentation de la situation qui peut être apparentée à une situation anticipée par le pilote ;
- **Actions documentaires stratégiques :** Ces actions documentaires font l'objet d'une recherche d'information utilisant une représentation de la situation choisie librement dans l'espace de situations représentées, sans faire explicitement référence à une situation présente ou anticipée.

Tableau 6 : Latence entre une requête représentant une situation particulière et une situation similaire réelle

De gauche à droite : latence croissante entre une requête représentant une situation particulière et une situation similaire réellement vécue		
Actions documentaires réactives	Actions documentaires tactiques	Actions documentaires stratégiques
Situation réelle et le pilote doit agir/réagir	Situation anticipée et le pilote doit planifier	Situation choisie et le pilote peut apprendre

3.4.1.2 Actions Documentaires sur le contenu de la documentation

Les actions documentaires sur le contenu de la documentation opérationnelle peuvent être catégorisées en fonction de leur propriété à désengager plus ou moins l'opérateur de sa situation réelle (Boullier, 2006). Ceci arrive parce que le système de recherche d'information offre un espace de réalisation et d'interprétation faisant intervenir différents modes d'interaction.

⁴⁶ Nous avons remplacé dans la référence d'origine *contexte et conditions* par *situations*.

Appliqués à la documentation opérationnelle contextuelle, ces modes peuvent être regroupés en trois catégories hiérarchisées d'actions documentaires, où l'échec à la première catégorie demande l'utilisation de la suivante plus accaparante (Ramu, 2005 ; adapté de Boullier, 2006). Ces catégories sont résumées dans le tableau 7 :

- **Actions documentaires de suppléance :** La suppléance est le mode de base où l'opérateur peut directement interpréter une source d'information avec suffisamment d'indices dans l'environnement. C'est le cas par exemple pour la lecture de l'altitude de décision sur une carte aéronautique. Parce que son format et sa position sur la carte ont été standardisés, le pilote peut aisément lire et interpréter sa valeur. Nous ne limitons pas cette catégorie d'actions documentaires aux sources d'information qui sont affichées dans l'environnement de l'opérateur. Nous étendons cette catégorie également aux sources d'information de la documentation opérationnelle qu'il/elle sait comment accéder physiquement, sans devoir choisir entre différentes sources d'information. Si un opérateur n'est pas capable d'interpréter ou d'accéder une source d'information souhaitée, alors il/elle va en premier lieu essayer de trouver dans son environnement une autre source d'information qui pourrait permettre de donner du sens à une information non comprise, ou se rapprocher d'une information recherchée. C'est le rôle de l'assistance :
- **Actions documentaires d'assistance :** Pour cette catégorie, l'opérateur doit entrer dans un mode d'interaction plus accaparant en entrant dans le discours narratif du texte afin d'en saisir le sens. Les actions documentaires d'assistance impliquent l'utilisation de la langue comme moyen de médiation entre la source d'information et l'opérateur. Dans l'exemple précédent utilisant l'altitude de décision comme source d'information, le pilote entre dans un mode d'assistance lorsque plusieurs altitudes de décision existent, et que le choix parmi ces informations dépendent d'autres facteurs (par exemple : type d'approche effectuée, type d'avion ou panne éventuelle). D'une certaine manière, l'information utilisée en mode d'assistance doit être corrélée à celle utilisée précédemment (ou postérieurement) en mode de suppléance. Pour cela, soit les informations sont localisées de manière à être interprétées simultanément, soit une procédure est disponible permettant l'accès aux sources d'information complémentaires. Si l'opérateur n'est pas capable de trouver dans son environnement de l'assistance, alors il ou elle va entrer dans le mode de l'aide :
- **Actions documentaires d'aide :** Cette catégorie est mise en œuvre lorsque l'opérateur ne sait pas si certaines sources d'information peuvent lui être utiles, ou qu'il/elle ne sait plus comment accéder une source d'information existante. En reprenant à nouveau l'exemple précédent, le pilote va engager des actions documentaires d'aide s'il lui est demandé de paramétrer l'altitude de décision sur l'altimètre, et qu'il/elle ne se souvient plus ce qu'est l'altitude de décision, ou où il/elle peut trouver cette information.

Tableau 7 : Accumulation des modes d'actions documentaires

De gauche à droite : Accumulation des modes d'actions documentaires		
Actions documentaires de suppléance	Actions documentaires d'assistance	Actions documentaires d'aide
L'information requise est disponible et l'opérateur sait où et comment l'utiliser	Davantage d'information est disponible et l'opérateur doit y avoir accès ou l'interpréter	Davantage d'information est peut-être disponible, et l'opérateur doit la rechercher

Il est intéressant de remarquer que les catégories d'actions documentaires de suppléance, d'assistance et d'aide sont similaires aux catégories réactives, tactiques et stratégiques en ce sens qu'elles ont la caractéristique de plus ou moins désengager l'opérateur de sa situation réelle.

3.4.1.3 Matrice des actions documentaires

En utilisant les catégories décrites dans les tableaux 6 & 7 ci-dessus, la figure 11 reprend le modèle théorique de la tâche de recherche d'information intégré dans un environnement opérationnel (voir la figure 10), et remplace, au niveau de la structure, la requête par les possibilités d'actions documentaires réactives, tactiques et stratégiques. Ces requêtes sont communiquées respectivement au travers de la représentation de la situation présente, la représentation d'une situation anticipée et le choix libre de situations. Au niveau du contenu cette fois, sa représentation est reprise sous forme de suppléance, d'assistance et d'aide. Toutes les combinaisons de ces représentations sont des besoins cognitifs de l'opérateur auxquels le système de documentation opérationnelle contextuelle doit pouvoir répondre.

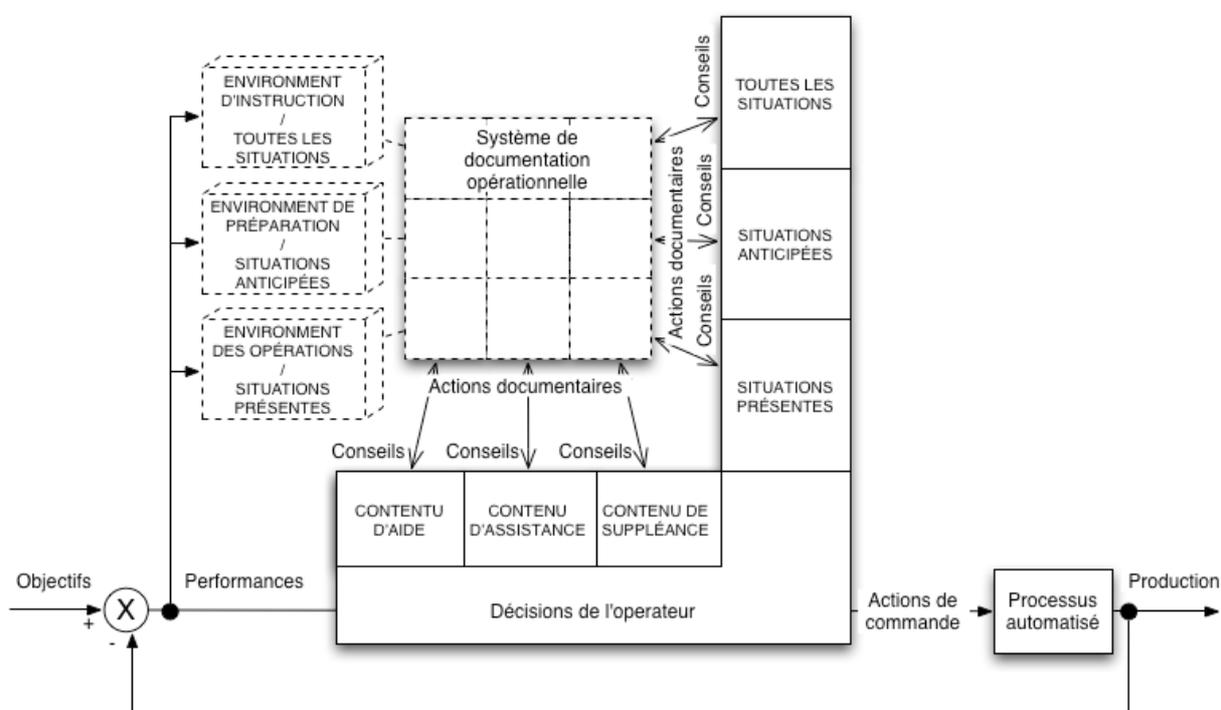


Figure 11 : Modèle de coopération humain-machine avec la documentation opérationnelle contextuelle

De plus, l'automatisation de la documentation opérationnelle peut intervenir à différents niveaux. Au niveau de la situation présente, elle peut être reconnue par des capteurs. Des paramètres par défaut ou connus à l'avance peuvent ensuite extrapoler des situations anticipées. Finalement, le choix libre de situations peut être assisté par des algorithmes aidant l'instruction en proposant des situations particulièrement intéressantes pour l'utilisateur (par exemple pas encore connues de l'opérateur ou des situations nécessitant une révision récurrente).

3.4.2 Représentation des situations appliquées à la documentation opérationnelle aéronautique

Dans une étude empirique précédente sur la contextualisation de la documentation opérationnelle pour les pilotes de transport aérien, nous avons proposé une catégorisation des descripteurs pertinents pour la tâche de recherche d'information (Ramu et al., 2004). Cette catégorisation est en relation avec trois questions directives que le pilote peut se poser lorsqu'il/elle a un besoin en information :

- **Que vais-je faire ?** Dans cette question, le pilote veut anticiper les tâches à effectuer dans une situation donnée. Par exemple : « Et si je faisais une remise de gaz ? » ;
- **Que vais-je utiliser ?** Dans cette question, le pilote veut plus de connaissance sur les systèmes et interfaces utilisés dans une certaine situation. Par exemple : « Et en ce qui concerne le système d'anti-dérapiage ? » ;
- **Et si j'avais ça ?** Dans cette question, le pilote veut analyser ce qui peut ou pourrait se passer sous certaines conditions. Par exemple : « Et si j'avais une panne hydraulique et une piste contaminée à mon aéroport de destination ? ».

De manière similaire au modèle N-MDA (voire le §3.2.3), cette proposition de catégorisation prend en considération les tâches, objets et événements du domaine. Pour le reste de notre étude, nous admettons qu'une représentation de la situation peut être caractérisée par des descripteurs répondant à ces trois catégories génériques.

Par suite, nous appellerons les descripteurs répondant à la question « Que vais-je faire ? » des descripteurs de tâches. Les descripteurs répondant à la question « Que vais-je utiliser ? » des descripteurs de ressources. Et les descripteurs répondant à la question « Et si j'avais ça ? » des descripteurs de conditions environnementales. La recherche d'information dans notre modèle d'interaction avec la documentation opérationnelle devient une combinaison de tâches, ressources et conditions environnementales, qui, ensemble, décrivent la représentation de situations archétypes.

3.5 Conclusions

Comment la documentation opérationnelle contextuelle peut assister le pilote dans ses différentes activités ?
--

Afin de discuter comment la documentation opérationnelle contextuelle peut assister le pilote dans ses différentes activités, nous reprenons la matrice des actions documentaires introduite au §3.4.1.3. Chaque combinaison de cette matrice est discutée séparément. Nous commençons avec l'environnement d'instruction où les connaissances et aptitudes de base des pilotes sont construites.

ENVIRONNEMENT D'INSTRUCTION				TOUTES LES SITUATIONS
ENVIRONNEMENT DE PRÉPARATION				SITUATIONS ANTICIPÉES
ENVIRONNEMENT DES OPÉRATIONS				SITUATIONS PRÉSENTES
	CONTENU D'AIDE	CONTENU D'ASSISTANCE	CONTENU DE SUPPLÉANCE	

Au niveau des requêtes dans l'environnement d'instruction, toutes les situations connues et explicitement reportées dans la documentation opérationnelle sont disponibles pour des révisions. Pour cela, les descripteurs décrivant ces situations doivent être accessibles. Sur la base des descripteurs de tâches, le pilote doit pouvoir reconnaître le genre d'activité pour laquelle le contenu sera pertinent. Les descripteurs de ressources quant à eux doivent permettre d'identifier quelles ressources sont utilisées ou nécessaires dans les situations. Finalement, les descripteurs de conditions environnementales peuvent renseigner sur les conditions pouvant influencer sur le déroulement de ces situations.

Pour chaque situation, le contenu nécessaire à la bonne compréhension de ces situations doit être accessible dans la documentation opérationnelle. Au niveau de la suppléance, au minimum toutes les informations dynamiques doivent être directement disponibles. Par information dynamique, nous entendons la représentation du contenu que le pilote ne peut pas maintenir parce que ces représentations ont ou peuvent varier dans le temps. La vitesse, l'altitude ou la configuration de l'avion sont des exemples typiques. Cependant, ces représentations peuvent être étendues à toutes les représentations du contenu qui sont nouvelles ou qui ont remplacé de l'information déjà existante.

En marge des outils de simulation qui permettent à la fois de jouer la propriété dynamique de l'information et de représenter avec un maximum de réalité la disposition des ressources disponibles, l'utilisation de la documentation opérationnelle dans l'environnement d'instruction demande au pilote d'entrer dans le discours narratif du texte. De ce fait, son utilisation entre dans la catégorie d'assistance de notre matrice d'actions documentaires.

ENVIRONNEMENT D'INSTRUCTION				TOUTES LES SITUATIONS
ENVIRONNEMENT DE PRÉPARATION				SITUATIONS ANTICIPÉES
ENVIRONNEMENT DES OPÉRATIONS				SITUATIONS PRÉSENTES
	CONTENU D'AIDE	CONTENU D'ASSISTANCE	CONTENU DE SUPPLÉANCE	

Au niveau des requêtes de la catégorie d'assistance, la documentation opérationnelle contextuelle doit permettre au pilote de choisir parmi toutes les situations la situation qui l'intéresse. Cette manipulation doit permettre l'itération de la représentation du problème. Par exemple, si le pilote est intéressé par la tâche de mise en marche des moteurs, il ou elle doit être avisé que certaines conditions environnementales ont un impact sur cette tâche.

Au niveau du contenu, des informations extensives peuvent être données concernant la situation choisie. Alors que le contenu de la catégorie de suppléance peut se limiter à une représentation minimum (par exemple en utilisant des symboles), le contenu de la catégorie d'assistance peut utiliser les propriétés du langage pour transférer l'information avec un minimum de métaphore.

ENVIRONNEMENT D'INSTRUCTION				TOUTES LES SITUATIONS
ENVIRONNEMENT DE PRÉPARATION				SITUATIONS ANTICIPÉES
ENVIRONNEMENT DES OPÉRATIONS				SITUATIONS PRÉSENTES
	CONTENU D'AIDE	CONTENU D'ASSISTANCE	CONTENU DE SUPPLÉANCE	

Enfin, la catégorie d'aide de l'environnement d'instruction doit ajouter des fonctionnalités guidant le pilote à la fois dans le choix d'une situation d'intérêt, et dans la recherche du contenu en relation avec cette situation. Ces fonctionnalités peuvent être par exemple la possibilité de réviser une partie de la documentation opérationnelle de manière pédagogique sous forme de scénarios. D'autres fonctionnalités peuvent consister en un environnement virtuel permettant de pointer une ressource particulière afin de choisir de l'information s'y référant, ou, inversement, de surligner des ressources pertinentes pour une situation. Ceci peut permettre non seulement de choisir de l'information ciblée, mais également de montrer que ces ressources sont disponibles.

ENVIRONNEMENT D'INSTRUCTION				TOUTES LES SITUATIONS
ENVIRONNEMENT DE PRÉPARATION				SITUATIONS ANTICIPÉES
ENVIRONNEMENT DES OPÉRATIONS				SITUATIONS PRÉSENTES
	CONTENU D'AIDE	CONTENU D'ASSISTANCE	CONTENU DE SUPPLÉANCE	

En principe, l'environnement de préparation peut bénéficier des mêmes fonctionnalités que celles qui sont proposées dans l'environnement d'instruction. Cependant, l'espace de situations peut être restreint aux situations possibles et de ce fait, l'espace de contenu documentaire peut également être restreint.

Par exemple, en ce qui concerne la documentation opérationnelle de l'avion, seule la documentation concernant l'avion sur lequel le vol est prévu doit être disponible. Ce faisant, les particularités de cet avion par rapport à la flotte peuvent être mises en avant. De manière similaire, la documentation opérationnelle concernant les aéroports peut être réduite aux aéroports accessibles pendant le vol. De plus, si des conditions particulières telles que des conditions givrantes à l'aéroport de départ sont prévues, alors ces situations peuvent être également mises en avant.

ENVIRONNEMENT D'INSTRUCTION				TOUTES LES SITUATIONS
ENVIRONNEMENT DE PRÉPARATION				SITUATIONS ANTICIPÉES
ENVIRONNEMENT DES OPÉRATIONS				SITUATIONS PRÉSENTES
	CONTENU D'AIDE	CONTENU D'ASSISTANCE	CONTENU DE SUPPLÉANCE	

La catégorie d'assistance dans l'environnement de préparation doit permettre la revue des situations prévues. De nouveau, la requête doit permettre au pilote de choisir parmi toutes les situations prévues la situation qui l'intéresse. De plus, les situations découlant directement d'une situation d'intérêt doivent être facilement accessibles. Ceci peut permettre, lorsque le temps le permet, de revoir les conséquences possibles d'une situation particulière sur le déroulement des opérations.

ENVIRONNEMENT D'INSTRUCTION				TOUTES LES SITUATIONS
ENVIRONNEMENT DE PRÉPARATION				SITUATIONS ANTICIPÉES
ENVIRONNEMENT DES OPÉRATIONS				SITUATIONS PRÉSENTES
	CONTENU D'AIDE	CONTENU D'ASSISTANCE	CONTENU DE SUPPLÉANCE	

À cause de la propriété dynamique du domaine aéronautique, un temps limité existe entre d'une part une situation anticipée et d'autre part cette même situation en tant que situation présente. Par conséquent, des fonctionnalités d'aide dans l'environnement de préparation ne doivent pas désengager le pilote de manière à ce qu'il/elle ne soit plus capable d'apprécier la situation courante. Par exemple, on pourrait imaginer une immersion totale dans un outil de simulation pour la préparation du pilote à une approche difficile prévue à l'aéroport de destination. Bien que cette technique peut être très efficace dans un environnement d'instruction, ou alors avant le départ si le temps à disposition le permet, elle est délicate à effectuer en parallèle d'autres tâches liées à des situations courantes.

D'un autre côté, à cause du grand nombre de situations possibles, on ne peut pas s'attendre à ce qu'à la fois l'environnement d'instruction et la capacité de mémoire des pilotes permettent d'entraîner et de connaître toutes les situations rencontrées en opération. Par conséquent, mise à part l'instruction ab-initio, l'environnement d'instruction se concentre sur les situations à haut risque et à faible probabilité d'occurrence. L'environnement de préparation quant à lui doit tirer avantage de moments spécifiques dans l'environnement des opérations pour revoir des informations ciblées. Par exemple, le domaine aéronautique prescrit des briefings pour le décollage ou l'atterrissage qui permettent de revoir des procédures et des informations particulières pertinentes pour des situations à venir.

Un système d'aide à la décision dans l'environnement de préparation doit donc pouvoir faciliter ces révisions ciblées. Pour faciliter la détection d'erreurs, des fonctionnalités additionnelles de contrôle peuvent être rajoutées afin de vérifier que l'information révisée corresponde à la situation prévue. Par exemple, que la piste d'atterrissage révisée est celle paramétrée dans le système automatisé de l'avion. Ou que les minimums météorologiques pour l'approche à destination sont compatibles avec les conditions météorologiques prévues.

ENVIRONNEMENT D'INSTRUCTION				TOUTES LES SITUATIONS
ENVIRONNEMENT DE PRÉPARATION				SITUATIONS ANTICIPÉES
ENVIRONNEMENT DES OPÉRATIONS				SITUATIONS PRÉSENTES
	CONTENU D'AIDE	CONTENU D'ASSISTANCE	CONTENU DE SUPPLÉANCE	

Alors que l'environnement de préparation prend en considération la documentation opérationnelle pertinente pour une palette de situations prévues, l'environnement des opérations se concentre quant à lui sur la situation présente rencontrée par le pilote. Par exemple, si le système d'alerte de l'avion détecte une panne et fournit une procédure associée, alors la catégorie de suppléance doit permettre de trouver facilement l'information pertinente utile à l'accomplissement de chaque étape de cette procédure.

Si le système d'information est capable de reconnaître de manière univoque au moment de l'interaction la situation présente, alors seulement l'information associée à cette situation peut être proposée. C'est le cas de l'anémomètre qui détecte l'environnement de l'avion pour fournir

au pilote une information de vitesse en temps réel. Pour la documentation opérationnelle dans son ensemble, cela est possible seulement de manière partielle et nous avons argumenté au §3.4.1.1 que la documentation opérationnelle est un moyen de mieux identifier les situations problèmes. Pour cela, la documentation opérationnelle contextuelle doit permettre de corréliser une partie au moins de la situation présente (de manière automatique ou de manière manuelle). Cela permet de réduire la palette des situations problématiques potentielles. Si, au cours de cette analyse, le pilote n'est pas capable de déterminer quelle situation choisir, l'interaction entre dans la catégorie d'assistance.

ENVIRONNEMENT D'INSTRUCTION				TOUTES LES SITUATIONS
ENVIRONNEMENT DE PRÉPARATION				SITUATIONS ANTICIPÉES
ENVIRONNEMENT DES OPÉRATIONS				SITUATIONS PRÉSENTES
	CONTENU D'AIDE	CONTENU D'ASSISTANCE	CONTENU DE SUPPLÉANCE	

L'utilisation de la documentation opérationnelle dans l'environnement des opérations est consommatrice de temps et doit être réduite à un minimum. Un moyen de limiter le temps nécessaire à l'utilisation de la documentation opérationnelle contextuelle pour répondre à des situations présentes est de s'assurer que son utilisation dans l'environnement des opérations est similaire à son utilisation dans les autres environnements. Dans la catégorie d'assistance, l'utilisation transverse de la représentation des situations dans les environnements d'instruction, de préparation et d'opérations peut favoriser à la fois la connaissance des situations problématiques décrites, et la manière de rechercher de l'information s'y référant.

ENVIRONNEMENT D'INSTRUCTION				TOUTES LES SITUATIONS
ENVIRONNEMENT DE PRÉPARATION				SITUATIONS ANTICIPÉES
ENVIRONNEMENT DES OPÉRATIONS				SITUATIONS PRÉSENTES
	CONTENU D'AIDE	CONTENU D'ASSISTANCE	CONTENU DE SUPPLÉANCE	

La stratégie décrite dans le paragraphe précédent peut être améliorée par des facilités d'apprentissage « *on-the-job* ». Si la reconnaissance de la situation permet d'identifier une faible charge de travail de l'équipage grâce à l'automatisation de l'avion, des agents logiciels peuvent proposer des questions pertinentes corrélées à la situation en cours. Par exemple, lorsque l'avion survole une région montagneuse, la documentation opérationnelle contextuelle peut proposer de comparer l'altitude minimum de sécurité au plafond pratique de l'avion dans le cas d'une éventuelle panne moteur. Si l'altitude minimum de sécurité s'avère être supérieure au plafond pratique, alors l'équipage doit connaître une procédure d'évitement particulière afin de réagir correctement au cas où la panne moteur survient effectivement. De manière similaire, un catalogue de situations problèmes peut être périodiquement révisé. Le rôle d'une telle application doit être d'utiliser la documentation opérationnelle pour répondre aux questions, afin de promouvoir chez le pilote à la fois la connaissance des caractéristiques présentes de l'environnement de travail, et la connaissance de l'outil de documentation opérationnelle.

CHAPITRE IV : ÉTUDE UTILISATEURS

« Il y a dans toute foule [...] des hommes que l'on ne distingue pas, et qui sont de prodigieux messagers. Et sans le savoir eux-mêmes. A moins que... »

Antoine de Saint-Exupéry, Vol de Nuit, 1931

4 ÉTUDE UTILISATEURS

4.1 Introduction

Une étude centrée utilisateur a certaines caractéristiques, dont (ISO 13407, 1999) : (1) une participation active des utilisateurs finaux et une compréhension claire de leurs besoins et de leurs tâches, (2) une allocation appropriée des tâches entre les utilisateurs finaux et la technologie, (3) un processus itératif de conception, et (4) un développement multidisciplinaire.

Dans une certaine mesure, notre étude peut être considérée comme une étude centrée utilisateur. En effet, grâce à l'analyse d'un questionnaire qui est l'objet du présent chapitre, ainsi qu'à travers les évaluations décrites dans le chapitre 6, nous avons bénéficié d'une participation active d'une certaine communauté de pilotes. Préliminairement, par l'analyse du domaine décrite dans le chapitre 3, nous avons tenté d'obtenir une compréhension des besoins et des tâches des pilotes lors de l'utilisation de la documentation opérationnelle. Dans un souci de faciliter l'utilisation de la documentation opérationnelle par le biais de sa contextualisation, nous espérons obtenir une allocation appropriée des tâches liées à son utilisation. Finalement, les démonstrateurs que nous avons développés ont bénéficié d'un cycle complet d'itération faisant intervenir plusieurs disciplines représentées par les personnes ayant participé à l'étude.

Dans ce chapitre, nous adressons particulièrement la compréhension de l'utilisation de la documentation opérationnelle aéronautique sous sa forme actuelle. Plusieurs méthodes existent pour permettre la participation des utilisateurs dans une étude centrée utilisateur. Elles sont listées et commentées dans le tableau 8 ci-dessous (ISO/TR 16982, 2002) :

Tableau 8 : Méthodes permettant la participation des utilisateurs (ISO/TR 16982, 2002)

Méthodes permettant la participation des utilisateurs	Description de la méthode
Observations	Collection d'informations de manière précise et systématique de la performance et de l'attitude des utilisateurs lors d'activités spécifiques
Mesures de performance	Mesure de performance quantifiable permettant la compréhension de problèmes d'utilisabilité
Analyses d'incidents	Collection systématique d'événements spécifiques (positif ou négatif)
Questionnaire	Méthode d'évaluation indirecte qui collecte l'opinion des utilisateurs grâce à un questionnaire prédéfini
Interviews	Similaire au questionnaire, mais avec plus de flexibilité et une procédure de face-à-face
Pensée à voix haute	L'utilisateur pense à voix haute ses idées, représentations, vœux, doutes, pendant l'utilisation du système
Conception et évaluation collaborative	Permet à différentes populations (par exemple les utilisateurs, les développeurs, les spécialistes) de collaborer dans la conception et l'évaluation de systèmes
Créativité	Permet l'émergence de nouvelles caractéristiques d'un système par l'interaction entre différents groupes d'utilisateurs

Nous avons utilisé les méthodes du questionnaire, de l'interview et des observations pour étudier l'utilisation de la documentation opérationnelle existante. Nous avons également utilisé la méthode de la pensée à voix haute lors des évaluations des démonstrateurs de l'étude. Les résultats des évaluations sont rapportés dans le chapitre 6. Dans ce chapitre, nous rapportons principalement les réponses au questionnaire.

Avant l'analyse des résultats du questionnaire, quelques interviews avec des pilotes et quelques observations en simulateur ont été effectués. Les résultats des interviews et des observations sont rapportés dans Ramu & Barnard (2005). Malheureusement, l'échantillon trop limité d'interviews (trois) et d'observations (quatre sessions de simulateur) ne permet pas d'extraire des résultats représentatifs de manière statistique. Les réponses au questionnaire (quarante-trois questionnaires analysés), par contre, permettent de le faire. L'analyse du questionnaire discute en particulier des problèmes liés à la recherche d'information dans la documentation opérationnelle.

4.2 Questionnaire

Le questionnaire consistait en un formulaire électronique avec vingt-trois questions principales, dont certaines contenaient des sous-questions. Le questionnaire a été développé pour analyser l'utilisation de la documentation opérationnelle au sens large. Afin de discuter en particulier des problèmes liés à la recherche d'information, seulement une partie des questions sont rapportées ici. Deux versions du questionnaire ont été distribuées. La première version a récolté trente-quatre réponses. La deuxième en a récolté neuf. Les deux versions sont différentes pour quatre questions du questionnaire. Pour les questions identiques dans les deux versions, les résultats ont été cumulés. Pour les questions différentes, les résultats sont rapportés séparément. Le nombre de réponses pour chaque question rapportée est toujours indiqué.

Pour les questions nécessitant une réponse quantitative, le pilote pouvait donner son avis sur une échelle de 1 à 6. Pour chacune de ces questions, la moyenne et l'écart-type sont rapportés. Afin de faciliter la lecture des résultats, la moyenne ainsi que l'écart-type ont été ramenés sur une échelle de 0 à 1.

4.3 Profil des sujets

4.3.1 Éducation

La provenance des pilotes ayant répondu au questionnaire correspond en grande partie à une culture de l'Europe de l'Ouest et de l'Amérique du Nord (voire la figure 12). En ce qui concerne leur profil professionnel, un nombre significatif des pilotes interrogés ont des compétences techniques multiples. Le tableau 9 montre le pourcentage de sujets avec les compétences de pilote de ligne, de pilote instructeur ou de pilote d'essai.

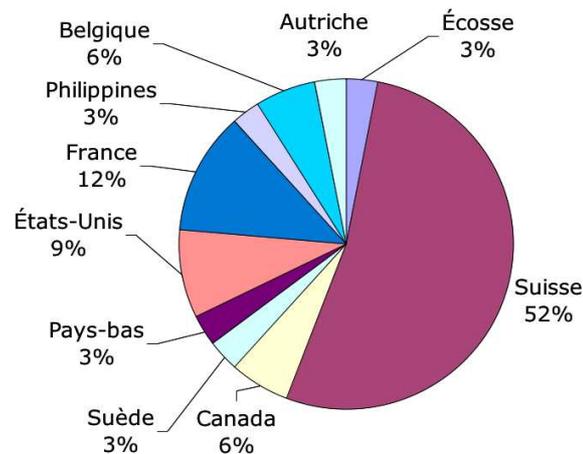


Figure 12 : Répartition des pays d'origine des sujets

Tableau 9 : Compétences techniques des sujets

Nombre de sujets : 43	OUI	NON	Pas de réponse
Pilote de ligne	93%	2%	5%
Pilote instructeur	28%	21%	51%
Pilote d'essai	9%	30%	61%

À côté des aspects culturels et des compétences techniques, deux rôles avec différentes responsabilités peuvent influencer sur le jugement du sujet concernant l'importance et l'utilisation de la documentation opérationnelle. L'équipage d'un cockpit d'avion commercial est constitué d'un capitaine et d'un premier-officier. En marge de la distribution des tâches lors de l'exécution d'une mission spécifique, le capitaine endosse la responsabilité de la mission. En particulier, il/elle endosse la responsabilité de l'exécution de la mission conformément aux prescriptions décrites dans la documentation opérationnelle.

Dix-huit réponses au questionnaire proviennent de sujets ayant le profil de premiers-officiers, et dix-neuf proviennent de sujets ayant le profil de capitaines encore en service au moment de la récolte des données. En sus des réponses cumulées, et afin d'analyser si les rôles de capitaine ou de premier-officier ont une influence, nous rapportons également les résultats pour chacun des groupes de sujets pris séparément.

Cependant, la différence entre les deux catégories de sujets peut également être attribuée à leur expérience respective. En effet, l'obtention du grade de capitaine est corrélée à l'expérience du sujet. Le tableau 10 de la section suivante montre que l'expérience de vol moyenne des sujets ayant le rôle de capitaine est le double de celle des sujets ayant le rôle de premier-officier.

4.3.2 Expérience de vol

L'expérience de vol des sujets interrogés est bien distribuée. L'expérience moyenne est de 7350 heures de vol, ce qui correspond à environ dix années d'expérience professionnelle. Le tableau 10 ci-dessous montre la répartition de l'expérience de vol des sujets de l'étude :

Tableau 10 : Répartition de l'expérience de vol des sujets

	Expérience moyenne	0-4000 [hr]	4000-8000 [hr]	8000-12000 [hr]	12000 et + [hr]
Tous (43 sujets)	7350 [hr]	31%	26%	36%	8%
Capitaines (19 sujets)	12750 [hr]	5%	5%	32%	58%
Premiers-Officiers (18 sujets)	6550 [hr]	33%	39%	17%	11%

En ce qui concerne la palette des avions volés, la distribution est également bien répartie et la répartition entre une opération long-courrier et court-courrier est équitable (voir la figure 13). Cette répartition garanti des réponses au questionnaire qui reflètent une utilisation professionnelle de l'utilisation de la documentation opérationnelle.

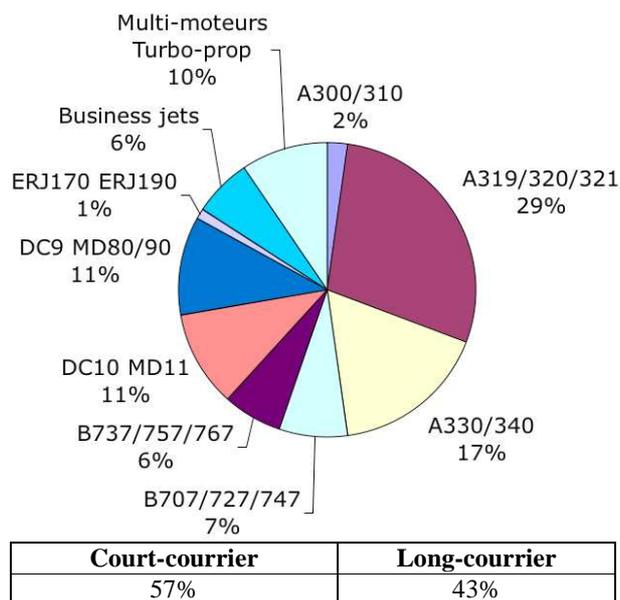


Figure 13 : Avions volés par les sujets et type d'opération

4.3.3 Expérience antérieure des sujets avec de la documentation opérationnelle électronique

Le tableau 11 ci-dessous rapporte l'expérience que certains sujets ont de l'utilisation de la documentation opérationnelle électronique existante :

Tableau 11 : Expérience des sujets avec de la documentation opérationnelle électronique existante

Avez-vous déjà utilisé de la documentation opérationnelle électronique ?	OUI	NON
Tous (43 sujets)	70%	30%
Capitaines (19 sujets)	79%	21%
Premiers-Officiers (18 sujets)	67%	33%

Les circonstances dans lesquelles les sujets rapportent avoir utilisé de la documentation opérationnelle électronique sont de cinq types :

- **Documentation opérationnelle électronique utilisée à partir d'un CD-Rom :** Dix sujets disent utiliser de la documentation électronique à partir d'un CD-Rom sous forme de fichiers Pdf ou HTML⁴⁷ révisés chaque mois. Le CD-Rom est essentiellement utilisé à la maison. Un sujet précise que la documentation papier est encore mise à jour et disponible à bord de l'avion. Un autre sujet remarque que le niveau de connaissance chez les pilotes des systèmes de l'avion se dégrade, ce qui serait dû à son avis à un manque de documentation facile à utiliser ;
- **Documentation opérationnelle électronique utilisée en tant qu'application logicielle :** Huit sujets rapportent utiliser des outils sous forme d'application logicielle comme des modules de calcul de performance, de calcul de poids et centrage, ou de paramètres spécifiques pour le décollage ;
- **Documentation opérationnelle électronique intégrée dans l'environnement des opérations :** Quatre sujets considèrent l'utilisation de l'ECAM comme une forme d'utilisation de la documentation opérationnelle électronique dans le cockpit de l'avion. Il est aussi fait mention de l'utilisation croissante d'ordinateurs portables embarqués ;
- **Documentation opérationnelle électronique utilisée en ligne :** Trois sujets mentionnent la mise à disposition par la compagnie de la documentation sur internet ou intranet. Cette facilité est disponible pour l'entraînement personnel ou pour des fins de préparation ;
- **CBT :** Deux sujets considèrent l'utilisation des CBT dans les environnements d'instruction comme des formes d'utilisation de documentation électronique.

Le tableau 11 ci-dessus montre qu'une majorité de sujets (70%) ont utilisé d'une manière ou d'une autre de la documentation opérationnelle électronique. Le tableau 12 ci-dessous montre cette fois les vœux des sujets concernant l'évolution de cette technologie :

Tableau 12 : Opinion des sujets quant à l'augmentation de l'utilisation de la documentation opérationnelle électronique

Avez-vous déjà utilisé de la documentation opérationnelle électronique ?	OUI ↓ OUI	OUI ↓ NON	NON ↓ OUI	NON ↓ NON
Croyez-vous qu'il serait utile d'augmenter l'utilisation de documentation opérationnelle électronique ou informatisée ?				
Capitaines (18 sujets)	64%	36%	100%	0%
Premiers-Officiers (18 sujets)	83%	17%	100%	0%

Il est intéressant de noter que tout les sujets ayant rapporté ne pas avoir utilisé de la documentation opérationnelle électronique (30%) souhaitent voire cette technologie progresser. Les autres sujets sont moins catégoriques. Une large majorité des premiers-officiers souhaitent une augmentation de la disponibilité de la documentation opérationnelle sous forme électronique (83%). Mais 36% des capitaines continuent à avoir une certaine réticence quant à cette évolution. Quoi qu'il en soit, le tableau 12 montre tout de même qu'une large majorité des sujets est en faveur de l'augmentation de la disponibilité de la documentation opérationnelle électronique.

⁴⁷ Hyper-Text Mark-up Language (HTML)

4.4 Résultats du questionnaire

Quelle est votre opinion sur la documentation opérationnelle que vous utilisez actuellement ?
(par exemple : FCOM, AIP, cartes aéronautiques, NOTAM, etc.)

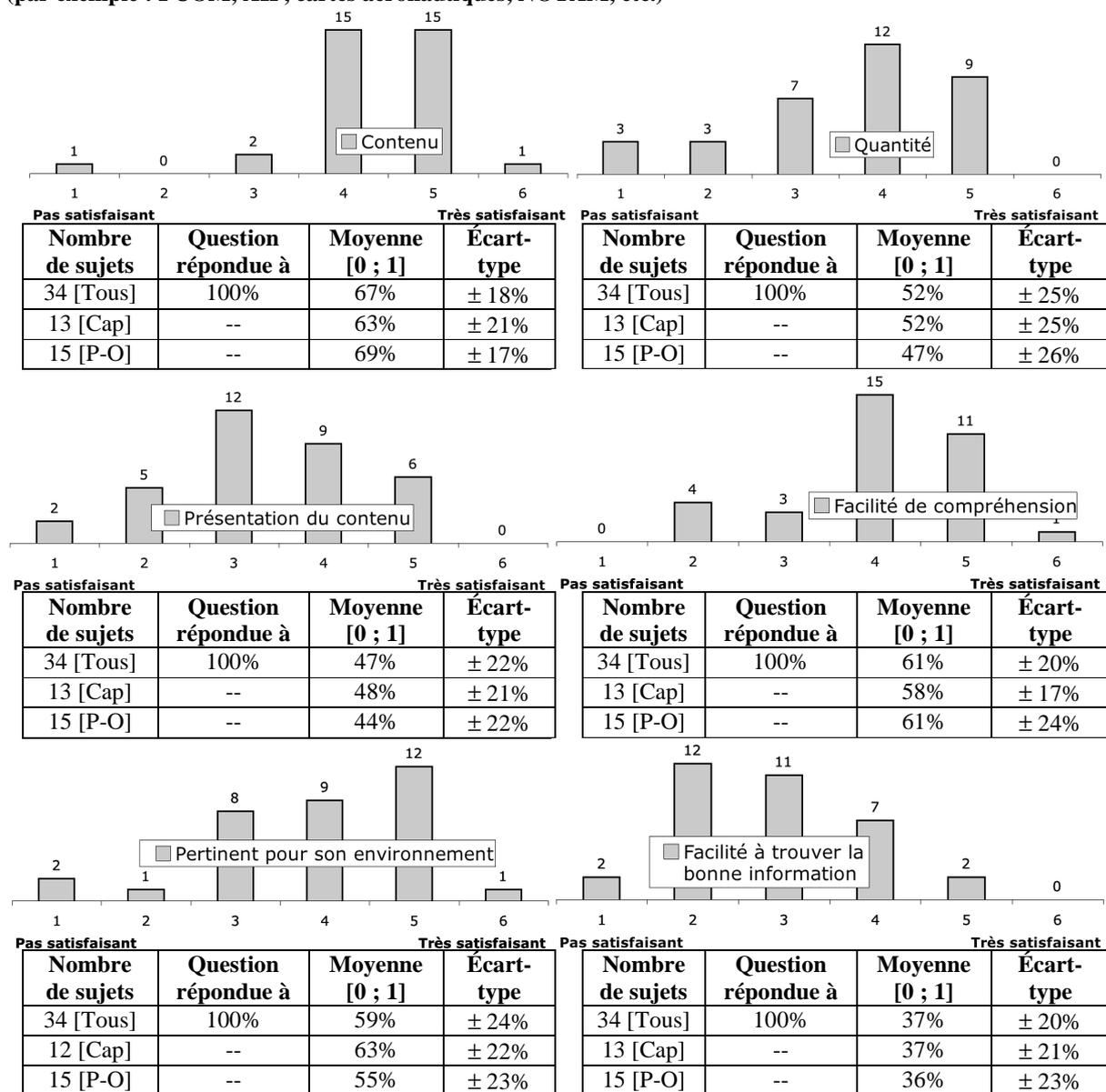


Figure 14 : Opinion générale des sujets sur la documentation opérationnelle existante

La figure 14 ci-dessus donne une vue d'ensemble des points forts et des points faibles de la documentation opérationnelle existante. En ce qui concerne l'avis général sur la documentation opérationnelle, on ne constate aucune différence significative entre les avis des capitaines et des premiers-officiers.

Le contenu est jugé satisfaisant. Par contre les sujets sont plus réservés concernant la quantité de la documentation. La présentation quant à elle semble être l'un des points faibles, même si les sujets jugent la facilité de compréhension comme satisfaisante. Malgré que la documentation opérationnelle soit jugée comme étant pertinente pour son environnement, le point le plus faible de cette vue générale est bien la facilité à trouver la bonne information.

Il est à noter que cette opinion générale sur la documentation opérationnelle ne tient pas compte de la grande variété des produits de documentation. Le questionnaire n'a pas été développé pour se concentrer sur l'un ou l'autre de ces produits, mais pour essayer de mieux comprendre l'utilisation par les pilotes de la documentation opérationnelle dans son ensemble. Le fait que le questionnaire ne se concentre pas sur un produit en particulier est probablement un facteur qui peut engendrer un écart-type important. C'est le cas pour la majorité des résultats du questionnaire. Par contre, cela donne plus de poids aux questions montrant un faible écart-type puisque cela traduit un consensus sur la documentation opérationnelle dans son ensemble.

4.4.1 Importance de la documentation opérationnelle

La fréquence d'utilisation de la documentation opérationnelle montre qu'elle est utilisée à la fois dans l'environnement des opérations et dans l'environnement d'instruction (voir les tableaux 13 & 14). Plus de 85% des sujets utilisent une partie de la documentation opérationnelle au moins souvent en opération normale.

Tableau 13 : Fréquence d'utilisation de la documentation opérationnelle en opération

Dans l'environnement des opérations de vol	Normales	Anormales	D'urgence
Toujours	56%	18%	5%
Souvent	37%	44%	10%
Rarement ou jamais	7%	38%	85%

Tableau 14 : Fréquence d'utilisation de la documentation opérationnelle en instruction

Dans l'environnement d'instruction (en simulateur)	Normales	Anormales	D'urgence
Toujours	50%	54%	47%
Souvent	36%	41%	42%
Rarement ou jamais	14%	5%	11%

Dans les opérations de vol, cette fréquence diminue pour les opérations anormales et d'urgence. Cela peut montrer que la documentation opérationnelle est rarement utilisée dans ces situations. Par contre, la fréquence d'utilisation dans les opérations anormales et d'urgence effectuées en simulateur (environnement d'instruction) montre quant à elle que la fréquence d'utilisation est maintenue dans ces situations. Le fait que les situations anormales et d'urgence en opérations de vol sont rares peut avoir influencé les résultats du tableau 13.

De nouveau, ces résultats ne prennent pas en considération quel type de documentation est utilisé. Ils ne montrent pas non plus combien de fois par mission la documentation est utilisée. Par contre, ces résultats nous enseignent que la documentation opérationnelle est une source d'information essentielle pour les pilotes. La nécessité de la documentation opérationnelle est

confirmée par l'avis des sujets concernant le contenu de la documentation. En effet, la figure 14 montre un consensus pour juger le contenu de la documentation opérationnelle comme satisfaisant à 67%.

4.4.2 Caractère exhaustif de la documentation opérationnelle

Les résultats de la figure 15 ci-dessous montrent que la documentation opérationnelle est complète. Toutefois, les sujets estiment qu'un trop grand nombre d'informations est à leur disposition. Cela est cohérent avec la figure 14 où les sujets disent être satisfaits du contenu ainsi que de la pertinence pour leur environnement de la documentation opérationnelle. De plus, le fait que les sujets jugent la quantité d'informations disponibles comme subjectivement trop importante confirme la difficulté que les sujets ont de trouver la bonne information.

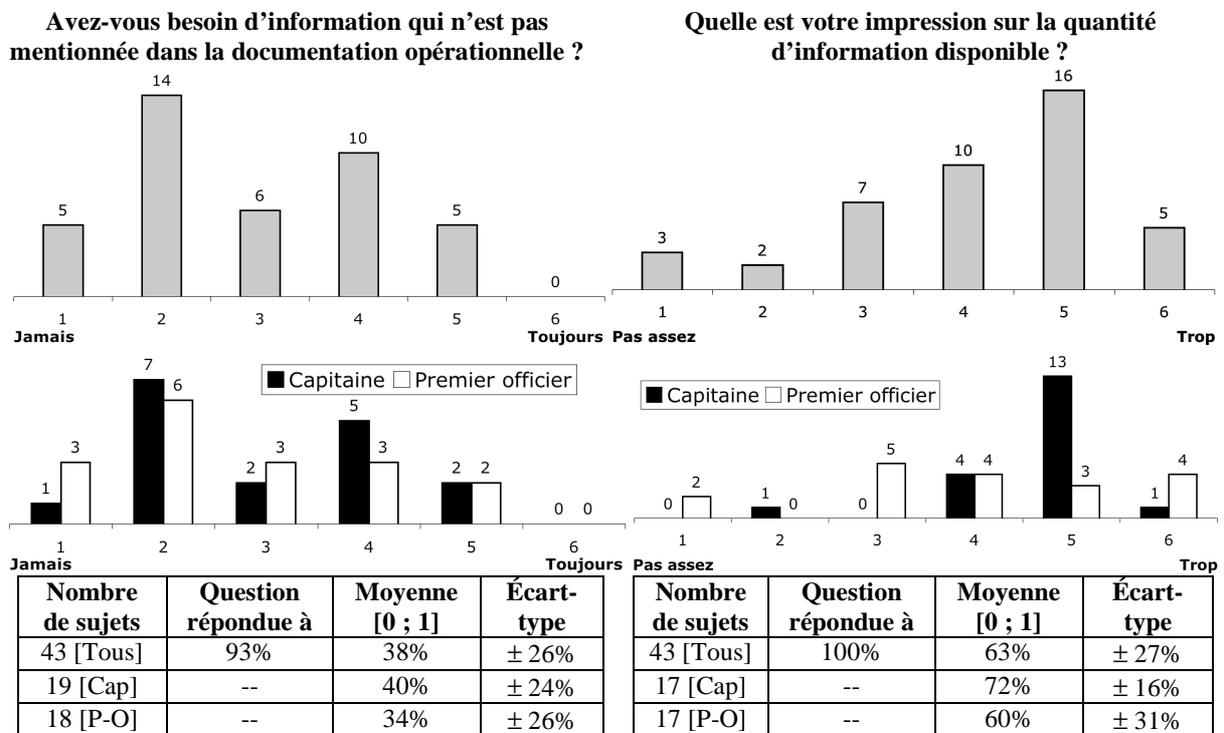


Figure 15 : Caractère exhaustif de la documentation opérationnelle

Un système de documentation opérationnelle contextuelle a le potentiel de réduire la quantité d'information disponible à un moment donné sans pour autant réduire la quantité totale de la documentation. Les prochaines sections vont ce concentrer sur le sujet de la recherche d'information dans la documentation opérationnelle.

4.4.3 Motivations pour rechercher dans la documentation opérationnelle

Tableau 15 : Motivations à rechercher dans la documentation opérationnelle

Quelles sont vos motivations à rechercher de l'information dans la documentation opérationnelle ?	Nombre de sujets	OUI	NON	Pas de réponse
Clarification de sujets	43 [Tous]	93%	0%	7%
	17 [Cap]	100%	0%	--
	17 [P-O]	100%	0%	--
Programme d'instruction	43 [Tous]	91%	2%	7%
	18 [Cap]	100%	0%	--
	16 [P-O]	94%	6%	--
Intérêt personnel	43 [Tous]	79%	14%	7%
	17 [Cap]	82%	18%	--
	17 [P-O]	94%	6%	--

Ressentez-vous le besoin de rafraîchir vos connaissances par rapport à certaines opérations ?

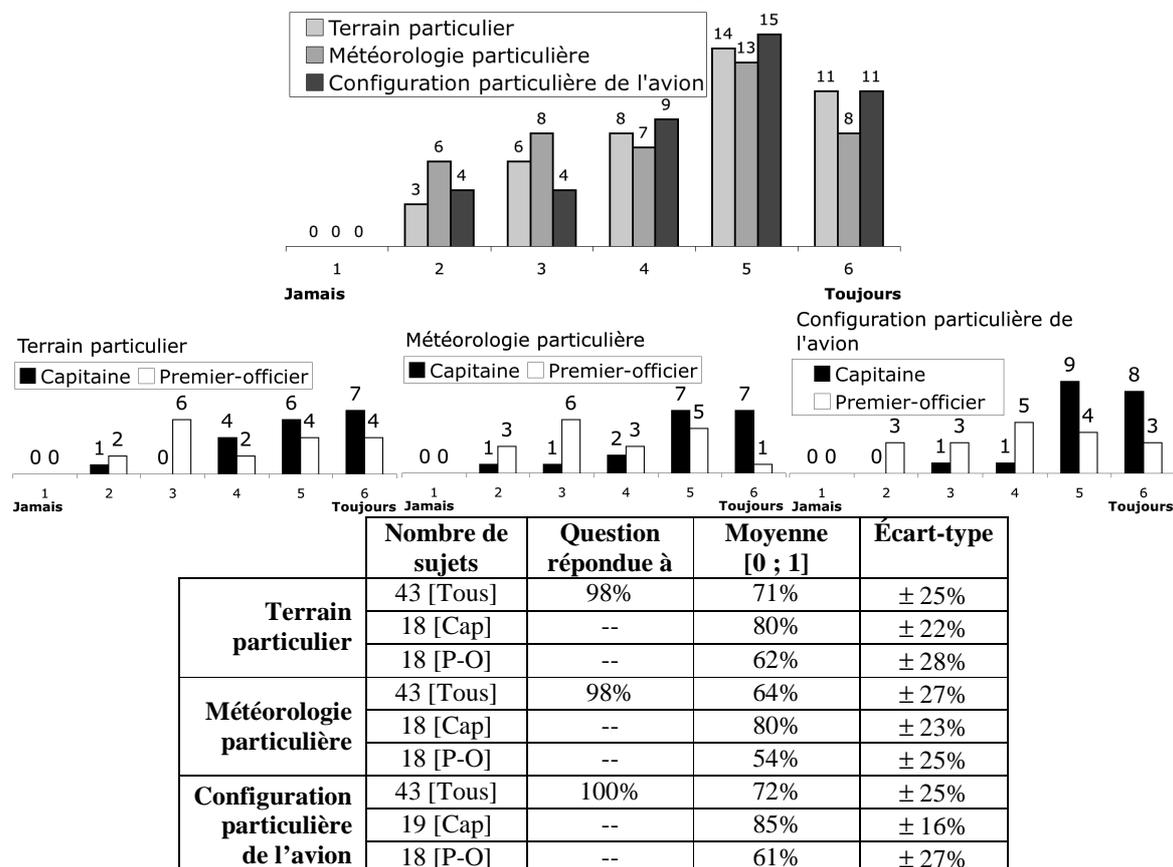


Figure 16 : Besoin des sujets de rafraîchir leurs mémoire

Dans le tableau 15 ci-dessus, nous voyons que la documentation opérationnelle est utilisée pour clarifier un sujet, pour l'instruction ainsi que pour des intérêts personnels. Ce tableau ainsi que la figure 16 complètent les tableaux 13 & 14 et montrent que la documentation opérationnelle est

nécessaire non seulement pour les opérations aériennes et l’instruction, mais aussi en tant qu’outil personnel pour rafraîchir la connaissance des sujets.

Il est intéressant de noter dans la figure 16 les différences entre les capitaines et les premiers-officiers. Les capitaines disent clairement avoir besoin de rafraîchir leurs connaissances de manière récurrente (à une moyenne de 82%), alors que les premiers-officiers sont plus modérés dans ce besoin (avec une moyenne de 59%). Cette différence peut être due à une moyenne d’âge chez les capitaines plus élevées (bien qu’étant plus expérimentés), ou alors à la responsabilité qui leur est attribuée de se conformer aux prescriptions de la documentation opérationnelle. Quoi qu’il en soit, nous retenons que le besoin d’utiliser la documentation opérationnelle dans l’environnement aéronautique ne diminue pas avec le temps ou l’expérience, mais au contraire tend à augmenter.

De plus, la figure 17 ci-dessous montre que la motivation des sujets à rechercher dans la documentation opérationnelle est fonction de leurs expériences personnelles. Comme discuté dans le chapitre 3, la figure 17 (droite) confirme que cette expérience est corrélée à la notion de situations. La reconnaissance de situations ne joue pas un rôle dans la recherche d’information seulement, elle joue un rôle également lors de la construction d’un diagnostique. Le tableau 16 confirme cette hypothèse.

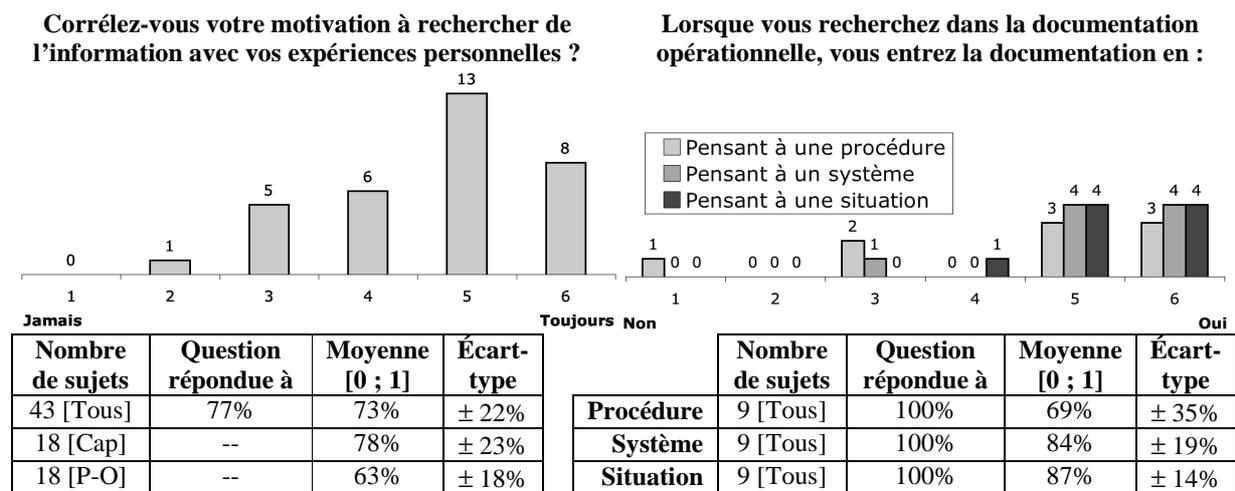


Figure 17 : Manières de rechercher dans la documentation opérationnelle

Tableau 16 : Attitude des sujets adoptée en cas de situations anormales ou d’urgences

Afin de mieux comprendre le rôle de la documentation opérationnelle, quelle attitude adoptez-vous dans une situation anormale ou d’urgence ?	Tous	Capitaines	Premiers-officiers
Vous essayez en premier lieu de diagnostiquer correctement la situation :	79%	95%	78%
Vous essayez de comprendre la situation tout en accomplissant la procédure :	49%	42%	50%
Vous effectuez la procédure sans vous poser de questions :	14%	16%	6%
Vous essayez de comprendre la situation après avoir accompli la procédure :	12%	16%	6%

4.4.4 Difficultés à rechercher dans la documentation opérationnelle

Quand les sujets sont confrontés à une situation exceptionnelle, plus de la moitié (53%) disent avoir de la difficulté à retrouver la bonne information (voir le tableau 17 ci-dessous) :

Tableau 17 : Difficultés rencontrées par les sujets dans une situation nouvelle

Selon votre expérience, quelles sont les difficultés les plus caractéristiques d'une situation nouvelle (par rapport à une situation déjà rencontrée) ?	Tous	Capitaines	Premiers-officiers
Difficulté d'accéder à l'information :	53%	53%	67%
Difficulté à gérer la documentation opérationnelle avec d'autres tâches :	49%	47%	56%
Difficulté à maintenir un bon niveau de coordination entre les membres d'équipage :	33%	37%	28%

Le tableau 18 confirme le tableau 17 avec 60% des sujets exprimant des difficultés à retrouver la bonne information dans des situations anormales ou d'urgence. Cette difficulté est attribuée entre autre à la dispersion de l'information contenue dans la documentation opérationnelle.

Tableau 18 : Difficultés à rechercher dans la documentation opérationnelle

Lorsque vous êtes confronté avec une situation anormale ou d'urgence, et que vous souhaitez consulter la documentation opérationnelle, est-ce que vous rencontrez des difficultés à retrouver de l'information ?	OUI	NON	Pas de réponse
Tous (43 sujets)	60%	40%	0%
Capitaines (18 sujets)	67%	33%	--
Premiers-Officiers (17 sujets)	53%	47%	--

Si oui, choisissez les raisons principales :	Tous	Capitaines	Premiers-officiers
Information dispersée sur différentes pages :	44%	44%	47%
Temps à disposition :	35%	39%	24%
Trop de changements à cause des révisions successives :	21%	22%	24%
Qualité de la table des matières :	19%	22%	18%
Manque d'homogénéité entre les différents avions :	12%	22%	0%
Première utilisation de la documentation :	9%	6%	6%

Est-ce que ces difficultés vous ont empêchés de trouver la bonne information ?	OUI	NON	Pas de réponse
Tous (43 sujets)	35%	42%	23%
Capitaines (15 sujets)	53%	47%	--
Premiers-Officiers (13 sujets)	46%	53%	--

En accord avec le problème de la dispersion de la documentation opérationnelle soulevé dans le tableau 18 ci-dessus, la figure 18 montre quant à elle que les sujets trouvent les informations relativement complètes, mais peu regroupées.

Commentez la relation entre l'information disponible et l'information trouvée :

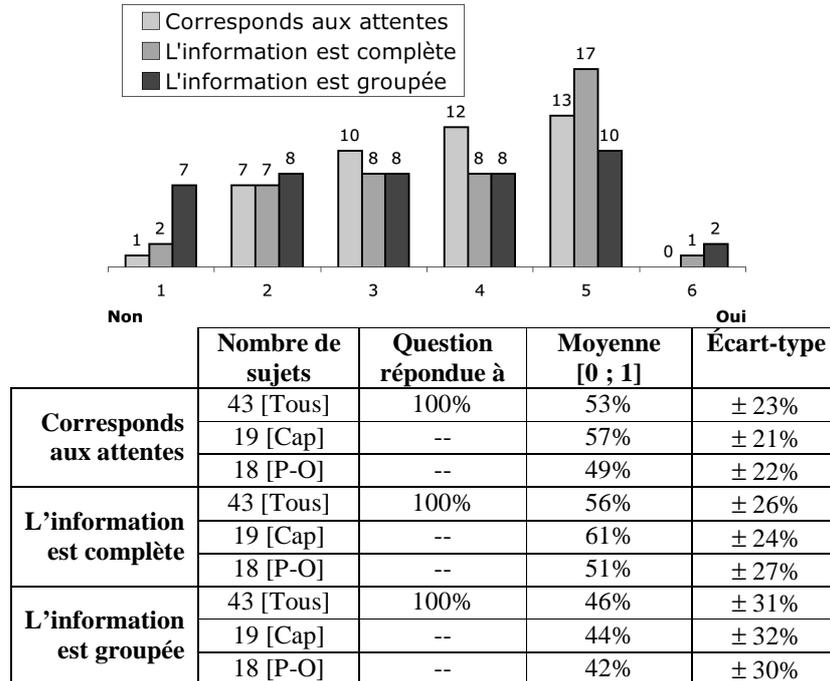


Figure 18 : Adéquation entre l'information disponible et l'information trouvée

4.4.5 Nouvelles fonctionnalités disponibles avec la documentation opérationnelle électronique

La documentation opérationnelle électronique a le potentiel d'introduire de nouvelles fonctionnalités afin de réduire certaines des difficultés rencontrées lors de son utilisation aujourd'hui. La figure 19 rapporte l'opinion des sujets concernant deux nouvelles fonctionnalités reliées à la recherche d'informations dans la documentation opérationnelle. La première fonctionnalité proposée est la possibilité de questionner la documentation opérationnelle électronique. La deuxième concerne les hyperliens dans les textes électroniques.

Les deux propositions montrent une très bonne acceptation de la part des sujets. Pour cette question également, il est intéressant de noter la différence entre les capitaines et les premiers-officiers. Concernant la fonctionnalité des hyperliens, qui est une fonctionnalité typique de la navigation dans la documentation électronique aujourd'hui, les capitaines sont plus réticents que les premiers-officiers. Par contre, concernant la fonctionnalité portant sur les questions d'intérêt particulier, dont l'avantage est de pouvoir s'enrichir explicitement de nouvelles connaissances, les capitaines sont cette fois plus positifs que les premiers-officiers.

Voudriez-vous être plus guidé (interactivité) lors de la navigation dans la documentation opérationnelle afin de couvrir les sujets ?

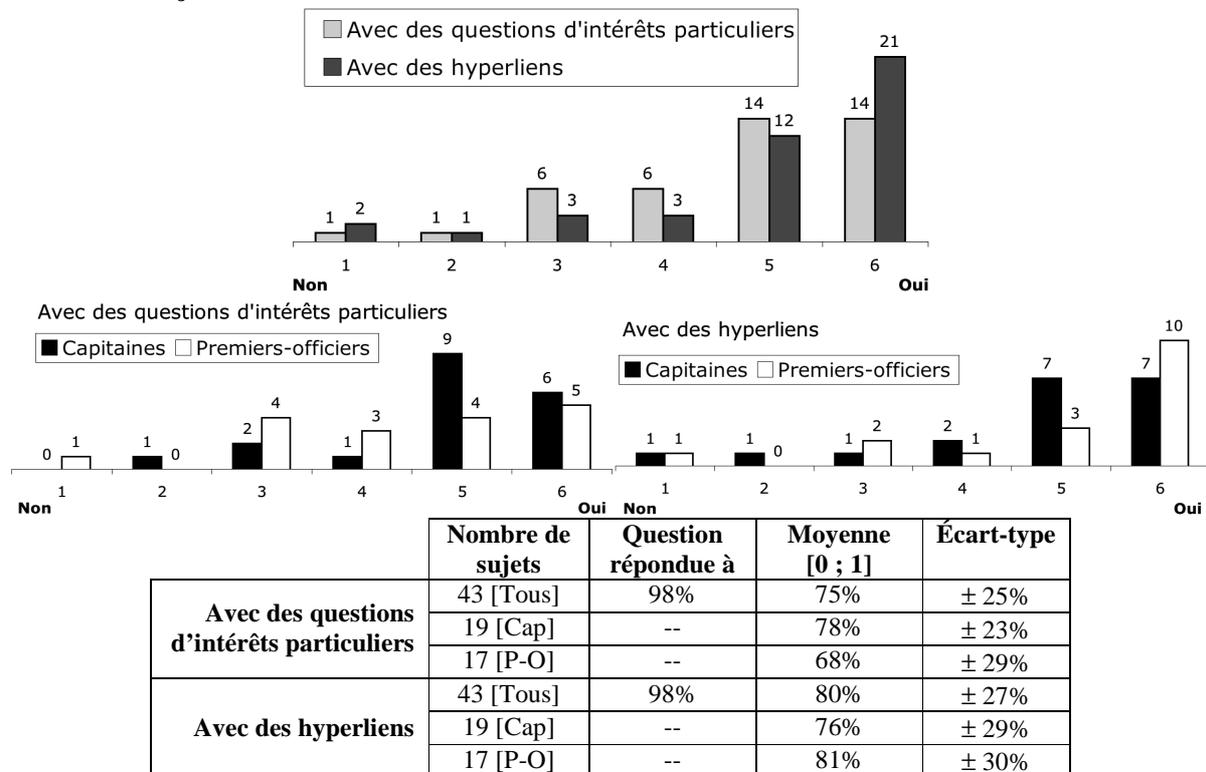


Figure 19 : Proposition d'interactivité pour la documentation opérationnelle électronique

4.5 Conclusions

Quels sont les problèmes que les pilotes rencontrent dans l'utilisation de la documentation opérationnelle ?

Nous n'avons pas trouvé de réticences marquées contre l'introduction de la documentation opérationnelle électronique dans le domaine aéronautique. De plus, les sujets questionnés montrent une très bonne acceptation pour de nouvelles fonctionnalités comme les hyperliens ou la possibilité de naviguer dans la documentation opérationnelle à travers des questions d'intérêt particulier.

Les résultats du questionnaire montrent que la documentation opérationnelle est utilisée à la fois en opérations aériennes et en instruction. De plus, elle est utilisée pour les opérations normales et les opérations anormales. Par contre, les résultats ne spécifient pas quel type de documentation opérationnelle est utilisé, ni à quelle ampleur. Par exemple, les cartes de navigation aéronautique sont un type de documentation opérationnelle, et sont toujours au moins une fois revues lors d'opérations aériennes. Ce genre d'information, qu'il est nécessaire d'avoir à disposition avant l'accomplissement de la mission, est généralement extrait de la documentation opérationnelle et directement accessible. Même si l'organisation de l'information est un aspect important de notre

étude, lorsque cette information est directement accessible, la documentation opérationnelle contextuelle a peu de valeur ajoutée.

En marge de l'utilisation de la documentation opérationnelle comme outil de support à la performance pour accéder à des informations lors d'opérations normales et anormales, les pilotes reconnaissent l'utilisation de la documentation opérationnelle comme référence. C'est un outil pour rafraîchir leurs connaissances, par exemple afin de s'assurer qu'aucune déviation n'est faite par rapport aux prescriptions. Notre étude montre que le besoin de rafraîchir les connaissances ne diminue pas avec l'expérience. Les capitaines l'admettent avec plus de poids que les premiers-officiers. Même si cette constatation peut être l'effet de l'âge sur la mémoire, nous retenons que la documentation opérationnelle ne peut pas être simplement lue et apprise, mais doit être périodiquement revisitée tout au long de la carrière des pilotes.

Concernant la quantité d'informations, les résultats du questionnaire montrent que les pilotes trouvent la documentation opérationnelle complète, avec même trop d'informations. Concernant la qualité, ils/elles trouvent la documentation opérationnelle pertinente pour son environnement et plutôt facile à comprendre. La plus grande critique rencontrée concernant l'utilisation de la documentation opérationnelle est la difficulté à retrouver la bonne information. De plus, cette difficulté est partiellement attribuée à la dispersion de l'information dans l'outil documentaire. Ces difficultés appuient l'intérêt de développer de la documentation opérationnelle contextuelle, dont l'un des potentiels est de permettre de retrouver et regrouper des informations pour un sujet particulier, par exemple une description de situation. Justement, en ce qui concerne la description de situation, l'étude confirme qu'elle est une notion importante dans la motivation à rechercher de l'information, tout comme dans l'établissement d'un diagnostic.

CHAPITRE V : CONTEXTUALISATION DE LA DOCUMENTATION OPÉRATIONNELLE AÉRONAUTIQUE

« Mais il n'y a pas de paix. Il n'y a peut-être pas de victoires. Il n'y a pas d'arrivée définitive de tous les courriers »

Antoine de Saint-Exupéry, Vol de Nuit, 1931

5 CONTEXTUALISATION DE LA DOCUMENTATION OPÉRATIONNELLE

5.1 Introduction

L'indexation de l'information est à la base de la recherche d'information. La première conférence majeure sur le sujet a eu lieu à Dorking (Grande-Bretagne) en 1957 et marque l'indexation et la représentation de connaissance comme une discipline à part entière (Chaumier, 2002). Le problème de l'indexation, et spécialement l'indexation cohérente, est un obstacle majeur dans le développement des documents interactifs. Une indexation cohérente dans un document est définie comme la capacité pour un auteur/indexeur ou plusieurs auteurs/indexeurs d'indexer le même document avec les mêmes indexes et à différents intervalles de temps (Paganelli, 2002).

Trois processus dans le développement de systèmes de recherche d'information peuvent être distingués : (1) le processus de rédaction ; (2) le processus d'indexation ; et (3) le processus d'interaction avec l'utilisateur. Le processus de rédaction comprend la rédaction et le stockage des sources d'information. Le processus d'indexation comprend la définition des indexes et l'indexation proprement dite. Finalement, le processus d'interaction est l'utilisation de la documentation une fois indexée.

Ce chapitre se concentre sur les deux premiers processus introduits ci-dessus, et décrit un processus itératif de rédaction de la documentation opérationnelle, de définition de descripteurs, et d'indexation de ces descripteurs. Nous ne décrirons pas le processus initial de rédaction du contenu documentaire. Comme montré dans le chapitre 4, il existe déjà dans la documentation opérationnelle un contenu documentaire important et pertinent pour le domaine. Nous commencerons notre processus itératif par la définition des descripteurs, et leurs indexations, qui peuvent être itérativement révisés par soit la rédaction de nouvelles sources d'information, ou par la définition de nouveaux descripteurs.

La nouvelle génération de documentation opérationnelle électronique consistera en sources d'information modulaires. D'un point de vue de l'utilisation du système d'information, nous définirons une Unité Documentaire (DU)⁴⁸ comme étant un groupe d'informations indissociables (Payeur, 2001). Un DU est un module de la documentation opérationnelle et est le plus petit élément qu'un système de recherche d'information peut proposer. Un DU peut être décomposé en éléments d'informations plus petits que nous appellerons des objets documentaires (DO)⁴⁹. Chaque DO peut être indexé par des descripteurs. Nous avons choisi trois catégories de descripteurs permettant la représentation de situations (voir le chapitre 3, §3.4.2). Ce sont : (1) les tâches des pilotes ; (2) les ressources du domaine ; et (3) les conditions environnementales. Ces catégories de descripteurs pris ensemble forment ce que nous appellerons les descripteurs de

⁴⁸ Documentary Unit (DU)

⁴⁹ Documentary Object (DO)

contexte. L'indexation avec les descripteurs de contexte sera appelé le processus de contextualisation de la documentation opérationnelle.

Avant de décrire en détail la définition des descripteurs de contexte et le processus de contextualisation, nous allons discuter quelques techniques possibles de modélisation et d'indexation utilisées dans les systèmes d'information classiques.

5.1.1 Indexation automatique

La technique de base de l'indexation automatique est la correspondance entre les mots du contenu documentaire et les descripteurs potentiels. Le choix (ou le poids) d'un descripteur particulier pour un document est fonction de sa fréquence d'apparition dans ce document ainsi que de sa fréquence d'apparition dans la collection de documents. Dans notre cas, nous considérerons qu'un document est un DO, et que la collection de documents est la documentation opérationnelle.

Bien qu'il soit peu probable qu'un descripteur de contexte n'apparaisse dans le contenu de la documentation opérationnelle, il n'est pas garanti qu'un DO contienne toujours un descripteur de contexte qui lui est pertinent. Par exemple, la section des limitations de la documentation opérationnelle décrit les limites que l'avion ne doit pas dépasser et fournit deux limites de vitesse pour l'extraction du train d'atterrissage. L'une de ces vitesses donne la vitesse limite d'extraction du train d'atterrissage en situation normale d'opération avec l'aide du système hydraulique. En cas de panne de ce système, une autre limite de vitesse existe pour l'extraction du train d'atterrissage faite grâce à la force de gravité. Toutes les pannes possibles menant à devoir sortir le train d'atterrissage par gravité ne sont pas listées directement dans la section des limitations, mais sont mentionnées au cas par cas dans d'autres DU (par exemple dans certaines procédures anormales) qui se réfèrent à la limite en question. Comme ces pannes font parties de nos catégories de descripteurs de contexte (une panne hydraulique est un descripteur de condition environnementale), ces descripteurs doivent pouvoir être indexés au DO contenant la bonne limite de vitesse. C'est un exemple où l'indexation automatique ne peut pas de manière simple utiliser la correspondance des termes pour l'identification des descripteurs pertinents. Par extension, nous considérons que l'indexation automatique sans l'ajout externe de connaissance n'est pas appropriée pour la contextualisation de la documentation opérationnelle. Le vocabulaire utilisé pour l'indexation de documents ne doit pas se limiter à la connaissance contenue dans la documentation uniquement, mais doit également prendre en considération son utilisation (Aussenac-Gilles & Condamines, 2004).

De plus, la majorité des techniques d'indexation et de catégorisation automatique prennent en considération des mots simples. Malheureusement, les concepts abstraits comme les tâches ou les conditions environnementales sont souvent décrits sous forme de mots multiples. Par exemple, un descripteur de panne hydraulique pourrait être dans sa terminologie technique : *HYD ENG PUMP LO PR*⁵⁰.

⁵⁰ Pression trop basse d'une pompe hydraulique

Pour ces raisons, nous proposons premièrement des méthodes manuelles pour la définition des descripteurs de contexte et pour la description du processus de contextualisation de la documentation opérationnelle. De manière complémentaire, certaines étapes de la méthode manuelle pourront être assistées par des processus automatisés (indexation supervisée), mais ces méthodes resteront secondaires.

5.1.2 Indexation avec poids des indexes

Dans les techniques propres à la recherche d'information, le poids attribué à chaque descripteur permet de prioriser la sélection des DU. Fondamentalement, dans le cas où le descripteur 'A' est reconnu dans la requête de l'utilisateur, un DU indexé du descripteur 'A' attribué du poids 'N' sera présenté avant un autre DU indexé du même descripteur 'A' attribué cette fois du poids 'n' (avec 'n' < 'N'). Comme indiqué dans la section précédente, le poids de chaque descripteur pour un DU est fonction de sa fréquence d'apparition.

Dans le cas de la documentation opérationnelle, l'attribution de poids en utilisant la fréquence d'apparition du descripteur n'est pas possible. En effet, nous ne pouvons pas avancer qu'une procédure est plus ou moins pertinente qu'une autre parce que cette procédure utilise un bouton-poussoir deux fois alors que l'autre trois fois. De manière similaire, nous ne pouvons pas avancer qu'une carte aéronautique est plus pertinente qu'une autre parce que la première fait mention de deux aides à la navigation alors que la seconde seulement une.

La mise de priorité pour l'information dans le domaine des opérations aériennes est fortement rattachée à la criticité de l'information (Blomberg et al., 2000). Même si une attribution qualitative de poids en accord avec, par exemple, la criticité de l'information peut être intéressante, dans notre étude nous n'avons pas abordé formellement ce problème. Nous nous concentrons sur le problème de l'indexation de la documentation opérationnelle par les descripteurs de contexte, et considérons qu'un descripteur est soit pertinent pour un DO (et par conséquent indexé à celui-ci), soit non pertinent.

5.1.3 Distance sémantique

En marge de l'utilisation des poids pour prioriser les DU, il est possible de comparer la représentation de la requête à la représentation du DU. La comparaison des représentations prend en considération la distance sémantique entre les descripteurs. Prenons l'exemple d'une requête 'Q' représentée par le descripteur 'A' et le 'DU1' représenté (ou indexé) par le descripteur 'B'. Si nous savons que 'A' est sémantiquement rattaché au descripteur 'B' (par une relation de synonymie par exemple), alors le 'DU1' pourra être attribué d'un poids en réponse à la requête 'Q'. Ce poids est représentatif de la distance sémantique entre 'A' et 'B'. Le résultat du calcul de la distance sémantique permet d'attribuer à chaque DU un poids spécifique en réponse à une requête donnée.

Nous avons noté dans la section précédente que la mise de priorité dans la sélection de DU est délicate. Par contre, la propriété de distance sémantique permettant d'inférer de la documentation

pertinente à partir de la structure sémantique des descripteurs est intéressante. Elle permet d'élargir les résultats de la requête. De plus, elle permet de communiquer au niveau de la structure de la documentation les concepts approchés et de ce fait rend possible le modèle de documentation opérationnelle interactive comme décrit sous le chapitre 1, §1.4.

Le calcul de la distance sémantique infère de la documentation opérationnelle pertinente et présente les résultats soit en les priorisant (possibilité que nous avons rejetée), soit en introduisant une notion de seuil au-dessus duquel ils sont proposé. Mais la définition d'un seuil est difficile à justifier. Afin d'utiliser la propriété de distance sémantique sans donner de poids soit aux DU, soit aux descripteurs, nous introduisons la notion de pattern de descripteurs sémantiquement équivalents. Un pattern de descripteurs sémantiquement équivalents est un élément de la structure sémantique du contexte incluant plusieurs descripteurs de contexte reliés sémantiquement. Dans notre méthode de contextualisation décrite dans les sections suivantes, le pattern de descripteurs sémantiquement équivalents est le plus petit élément de la structure sémantique du contexte pouvant être indexée à un DO de la documentation opérationnelle.

5.2 Description de la méthode de contextualisation

Le processus de contextualisation est l'indexation de la documentation opérationnelle avec les descripteurs de contexte. Afin d'indexer manuellement la documentation avec les descripteurs de contexte, nous devons définir puis modéliser les descripteurs dans une ontologie que nous appellerons l'ontologie des contextes opérationnels. Comme introduit ci-dessus, l'ontologie des contextes opérationnels décrira des patterns de descripteurs sémantiquement équivalents.

La contextualisation de la documentation opérationnelle et son utilisation à travers un outil de consultation permettent entre autres une présentation automatisée de l'information. Cette possibilité est similaire à ce que nous avons appelé l'instrumentation où des informations spécifiques sont dynamiquement mises à jour pour correspondre à des perturbations externes. Le même genre de dynamisme devient possible avec l'information de la documentation opérationnelle contextuelle. Ci-dessous, nous utilisons l'analogie avec la conception d'un instrument informationnel pour illustrer la méthode de contextualisation.

5.2.1 Exemple de l'instrument anémométrique : une analogie

Une fois que le domaine aéronautique a identifié que l'information de vitesse est une information nécessaire pour le management du vol, des ingénieurs ont développé pour les avions des anémomètres. Afin de concevoir un tel instrument, les ingénieurs ont dû répondre à certaines questions. Premièrement, quelle information doit être fournie ? Est-ce qu'il vaut mieux fournir la vitesse par rapport au sol ou la vitesse par rapport à l'air ? Deuxièmement, quels paramètres physiques sont représentatifs de l'état de l'avion pour la mesure de la vitesse. Troisièmement, comprendre les lois qui guident l'évolution de ces différents paramètres. Quatrièmement, corréler les paramètres identifiés avec l'indicateur afin de fournir une information valable dans un contexte particulier.

Dans le cas de l'anémomètre, plusieurs théories ont guidé son développement. La loi de Bernouilli met en relation la conservation de l'énergie et l'aérodynamique rendant possible la mesure de la vitesse en fonction de la mesure des pressions statiques et dynamiques autour de l'avion. La loi de Saint-Venant a permis de généraliser cette théorie pour le domaine de vol subsonique. Et la loi de Lord Rayleigh l'a étendue au domaine du vol supersonique. Les anémomètres sont spécifiés en accord avec ces lois.

Le modèle symbolique de description d'un anémomètre peut être comparé au modèle de documentation opérationnelle automatisée où l'information est fournie en fonction de senseurs environnementaux (voir la figure 3). La figure 20 ci-dessous reprend ce modèle en illustrant l'exemple de la mesure de la vitesse en fonction des pressions statiques et dynamiques.

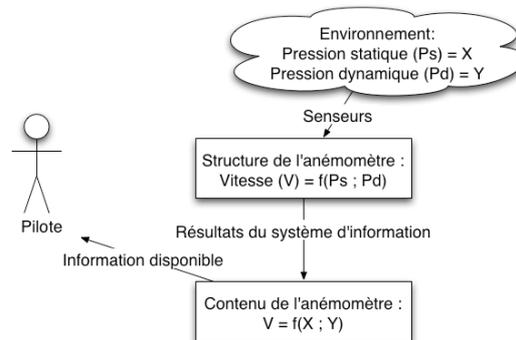


Figure 20 : Exemple de l'analogie entre la documentation opérationnelle automatisée et l'anémomètre

Une fois la documentation opérationnelle disponible en tant qu'outil électronique, la distinction physique entre instrumentation et documentation aura tendance à disparaître. Les deux artefacts (instrumentation & documentation) auront la possibilité de fournir de l'information dynamique. Les questions auxquelles des réponses ont été trouvées dans le cas de l'anémomètre vont devoir être étudiées dans le cas de la documentation opérationnelle contextuelle. Le tableau 19 ci-après résume l'analogie entre l'anémomètre et la documentation opérationnelle contextuelle en termes de questions de conception :

Tableau 19 : Questions de conception pour la documentation opérationnelle contextuelle

Questions de conception	Réponses pour l'anémomètre	Questions pour la documentation opérationnelle contextuelle
1) Quelle information doit être fournie aux pilotes ?	Une information de vitesse par rapport à l'air est nécessaire	Quelle information la documentation opérationnelle doit fournir aux pilotes ?
2) Quels paramètres physiques sont représentatifs de la situation ?	La pression statique et la pression dynamique doivent être mesurées	Quels descripteurs de contexte permettent de représenter les différentes situations des pilotes ?
3) Quelles sont les relations entre ces différents paramètres ?	Les lois de Saint-Venant et de Lord Rayleigh relient la vitesse aux pressions	Quelles sont les relations entre ces différents descripteurs de contexte ?
4) Quelle source d'information est pertinente pour un contexte donné ?	Pour une pression statique X et une pression dynamique Y, l'anémomètre indique une vitesse Z en nœud ou W en kilomètres à l'heure	Quels sont les critères de pertinence permettant de relier ces descripteurs de contexte aux sources d'information de la documentation opérationnelle ?

Cependant, le défi se trouve à un niveau différent. L'exemple de l'anémomètre prend en considération seulement une source d'information spécifique. La documentation opérationnelle contextuelle considère la somme des sources d'information disponibles du domaine.

5.2.2 Besoin d'information pour la documentation opérationnelle

Cette section tente de répondre à la première question du tableau 19 : Quelle information la documentation opérationnelle doit fournir aux pilotes ?

Nous considérons que la documentation opérationnelle contient déjà l'information nécessaire. Cela dit, les besoins en information des pilotes devraient guider la spécification du système d'information. Bien que la documentation opérationnelle contienne déjà l'information nécessaire, ces besoins en information ne sont pas explicitement disponibles. Un des rôles de la contextualisation de la documentation est de les rendre explicites. À l'image de la méthode des cas d'utilisation, qui décrivent les spécifications de haut niveau pour le développement d'un système sous la forme de *main success scenario* et d'*extension scenarios*, nous utiliserons des notions similaires pour l'explicitation des besoins en information des pilotes (voir le chapitre 3, §3.2.3.1). Ces notions feront partie intégrante de notre ontologie des contextes opérationnels.

5.2.3 Catégories de descripteurs pour le contexte opérationnel

Cette section tente de répondre à la deuxième question du tableau 19 : Quels descripteurs de contexte permettent de représenter les différentes situations des pilotes ?

Les catégories de descripteurs utilisées pour la représentation des situations des pilotes ont été introduites dans le chapitre 3, §3.4.2. Afin d'utiliser ces catégories dans une méthode de contextualisation de la documentation opérationnelle, nous allons les définir plus formellement dans les sections qui suivent.

5.2.3.1 Catégories des descripteurs de tâches

La catégorie des descripteurs de tâche est divisée en deux sous-catégories : les descripteurs de phases de vol et les descripteurs d'opérations.

5.2.3.1.1 Catégorie des descripteurs de phases de vol

Les descripteurs de phases de vol correspondent aux tâches racines de l'arborescence des tâches et sont similaires aux buts de plus haut niveau de la méthode des cas d'utilisation. Les descripteurs de phases de vol ont été proposés par Travers (2000) et ensuite standardisés dans la spécification iSpec 2000 pour les opérations aériennes. Chaque phase de vol est définie de manière séquentielle l'une par rapport à l'autre et la sortie d'une phase de vol correspond à l'entrée de la suivante. La somme de toutes les phases de vol décrit la totalité d'une mission

attribuée à un pilote de transport aérien. Par exemple, un vol de Genève à Toulouse, mais une fois arrivé à Toulouse, le besoin de dérouter pour Biarritz.

Définitions des descripteurs de phases de vol (extrait de Travers, 2000) :

- **Planification du vol :** Commence lorsque l'équipage amorce l'utilisation de facilités pour la planification du vol dans le but d'effectuer une mission basée sur une route et un avion ; finit lorsque l'équipage arrive à l'avion pour effectuer le vol planifié.
- **Pré-vol :** Commence lorsque l'équipage arrive à l'avion pour effectuer le vol ; finit lorsqu'il est nécessaire de quitter la position de parcage et/ou le démarrage du(des) moteur(s).
- **Démarrage moteur/Départ :** Commence lorsque l'équipage entame les actions pour déplacer l'avion de sa position de parcage et/ou entame les actions pour démarrer le(les) moteur(s) ; finit lorsque l'avion est capable de manœuvrer par ses propres moyens.
- **Roulage au départ :** Commence lorsque l'équipage manœuvre l'avion par ses propres moyens ; finit lorsque la puissance des moteurs est augmentée en vue d'effectuer le décollage.
- **Décollage :** Commence lorsque la puissance des moteurs est augmentée en vue d'effectuer le décollage ; finit lorsque la montée initiale est établie.
- **Interruption de décollage :** Commence lorsque l'équipage diminue la puissance dans le but d'arrêter l'avion ; finit lorsque l'avion et les moteurs sont arrêtés ou lorsque l'avion est capable de dégager la piste d'atterrissage par une voie de roulage à une vitesse appropriée.
- **Montée initiale :** Commence à la fin du premier segment de montée ; finit après que la vitesse et la configuration de l'avion sont établies à une altitude permettant de manœuvrer ou afin de continuer la montée en vue de la croisière.
- **Montée en-route :** Commence lorsque la vitesse et la configuration de l'avion sont établies dans le but d'atteindre l'altitude de croisière ; finit lorsque l'avion est établi à une certaine altitude et à une vitesse définie.
- **Croisière :** Commence lorsque l'équipage établit l'avion à une certaine altitude et à une vitesse définie en direction d'une destination ; finit à l'amorce de la descente dans le but d'effectuer l'approche avant l'atterrissage.
- **Descente :** Commence lorsque l'équipage quitte l'altitude de croisière dans le but d'effectuer l'approche avant l'atterrissage à destination ; finit lorsque l'équipage contraint la vitesse de l'avion en vue de modifier sa configuration afin de permettre l'atterrissage sur une piste définie.
- **Approche :** Commence lorsque l'équipage contraint la vitesse de l'avion en vue de modifier sa configuration afin de permettre l'atterrissage sur une piste définie ; finit lorsque l'avion est configuré pour l'atterrissage et que l'équipage est dédié à atterrir sur une piste définie.
- **Remise de gaz :** Commence lorsque l'équipage abandonne la descente en direction d'une piste d'atterrissage ; finit lorsque l'avion répond aux critères de la phase de montée initiale.
- **Atterrissage :** Commence lorsque l'avion est dans sa configuration d'atterrissage et que l'équipage est dédié à atterrir ; finit lorsque l'avion est capable de dégager la piste d'atterrissage par une voie de roulage à une vitesse appropriée dans le but d'atteindre une place de parcage.
- **Roulage à l'arrivée :** Commence lorsque l'avion est capable de dégager la piste d'atterrissage par une voie de roulage à une vitesse appropriée dans le but d'atteindre une place de parcage ; finit lorsque l'avion arrête de bouger par ses propres moyens et que l'équipage doit éteindre le(les) moteur(s).

- **Arrivée/Arrêt moteur** : Commence lorsque l'avion arrête de bouger par ses propres moyens et que l'équipage doit éteindre le(les) moteur(s) ; finit lorsque l'équipage doit arrêter les systèmes auxiliaires dans le but de sécuriser l'avion.
- **Après-vol** : Commence lorsque l'équipage doit arrêter les systèmes auxiliaires dans le but de pouvoir quitter le poste de pilotage ; finit lorsque l'équipage quitte l'avion ;
- **Clôture du vol** : Commence lorsque l'équipage initie un message aux autorités de contrôle pour signaler que l'avion est sécurisé, et que les obligations liées à la mission par rapport à l'avion sont terminées ; finit lorsque l'équipage a terminé cette tâche ou qu'il entame la planification d'un autre vol.

5.2.3.1.2 Catégorie des descripteurs d'opérations

Les sous-tâches correspondant aux niveaux inférieurs de la méthode des cas d'utilisation sont appelées descripteurs d'opérations. Par exemple, en ce qui concerne les procédures de la documentation opérationnelle, la plupart des titres de ces procédures correspondent à des descripteurs d'opérations. Les SOP, qui sont des exemples de *main success scenario*, peuvent être directement reliés sous les phases de vol (Ramu, 2002). Cependant, les procédures sont seulement un sous-groupe des opérations possibles. D'autres genres de sous-tâches existent. De Brito (2000) décrit par exemple quatre genres de sous-tâches à prendre en considération dans le domaine aéronautique : (1) des tâches permanentes comme voler, naviguer et surveiller ; (2) des tâches ponctuelles suivant les procédures normales ; (3) des tâches imprévisibles suite à des pannes ou événements dangereux ; et (4) des tâches alternatives qui peuvent être effectuées en fonction des décisions des pilotes (par exemple l'ajustement de la température).

Dans notre étude, nous ne distinguons pas entre les différents genres d'opérations, et retenons que :

Définition des descripteurs d'opérations : Une opération est une tâche (but ou procédure) prescrite dans la documentation opérationnelle que le pilote doit ou peut accomplir pour effectuer une mission.

5.2.3.2 Catégorie des descripteurs de conditions environnementales

De manière similaire aux *extension conditions* de la méthode des cas d'utilisation, un descripteur de condition environnementale est un paramètre du domaine dont le changement d'état a un impact sur les opérations prescrites. La surveillance de la plupart des paramètres du domaine sont décrits dans les procédures normales. La surveillance des paramètres moteurs dans la phase de décollage, la surveillance de la consommation de carburant en phase de croisière et la surveillance de l'altitude en phase de descente en sont des exemples. Avec la définition des descripteurs de conditions environnementales, nous sommes intéressés par la modification de paramètres qui ont pour effet de modifier le comportement du pilote face à une opération existante ou la compréhension qu'il/elle en a. Une modification du comportement du pilote est la définition de nouvelles opérations à effectuer qui n'ont pas lieu d'être sans l'existence de la condition environnementale. La modification de la compréhension qu'il en a est la modification de la connaissance requise pour effectuer l'opération couplée à la condition environnementale.

En tant que paramètre du domaine, la condition environnementale peut être reliée à l'état d'un système ou à une modification d'un état dans l'environnement et peut donc souvent être détecté. Un exemple de condition environnementale reliée à l'état d'un système est la détection d'un dysfonctionnement lors de l'extraction du train d'atterrissage. Un exemple de condition environnementale reliée à l'état de l'environnement est la détection d'un cisaillement de vent. Une fois détectée, une indication donne une information sur la modification de la condition environnementale. Lorsque le pilote est rendu attentif à cette information, alors il/elle effectue une opération comme décrit précédemment. En général, il y a au moins une opération couplée à une condition environnementale dont le but est de rendre attentif le pilote sur la modification de l'état de cette condition.

Définition des descripteurs de conditions environnementales :

Un paramètre du domaine est une condition environnementale si le changement d'état de ce paramètre a un impact sur les opérations prescrites. Un impact peut être soit la définition de nouvelles opérations à effectuer qui n'ont pas lieu d'être sans l'existence de cette modification de paramètre, soit la modification de la compréhension que le pilote a d'une opération existante.

5.2.3.3 Catégorie des descripteurs de ressources

La catégorie des descripteurs de ressources décrit le vocabulaire fonctionnel et physique des choses du domaine. Un exemple de concept fonctionnel est le descripteur 'système hydraulique' et un exemple de concept physique est le descripteur 'pompe hydraulique'. L'association pour le transport aérien (ATA)⁵¹ décrit le vocabulaire caractéristique de l'avion en faisant référence aux chiffres ATA. Par exemple, le chiffre ATA 49 décrit le vocabulaire concernant l'agrégat de puissance auxiliaire (APU)⁵² ; le chiffre ATA 32 décrit celui du système du train d'atterrissage. Cependant, la documentation opérationnelle prise en considération pour notre étude ne se limite pas à la description de l'avion. Par exemple, les descripteurs de ressources devront également couvrir d'autres concepts physiques et fonctionnels liés au vocabulaire spécifique aux aéroports et aux aides à la navigation.

Définition des descripteurs de ressources :

Un concept du domaine est un descripteur de ressource si ce concept est un système ou sous-système fonctionnel, une partie ou sous-partie physique, ou une commande ou indication physique décrite dans la documentation opérationnelle.

5.2.4 Ontologie des contextes opérationnels

Cette section tente de répondre à la troisième et à la quatrième question du tableau 19 : Quelles sont les relations entre les différents descripteurs de contexte ? et quels sont les critères de pertinence permettant de relier les descripteurs de contexte aux sources d'information de la documentation opérationnelle ?

⁵¹ Air Transportation Association (ATA)

⁵² Auxiliary Power Unit (APU)

5.2.4.1 Vue globale de l'approche

L'objectif de l'ontologie des contextes opérationnels ainsi que l'indexation de la documentation opérationnelle doit suivre des critères de pertinence entre les catégories de contexte et le contenu de la documentation. Ces critères de pertinence sont le fondement des spécifications de l'ontologie des contextes opérationnels.

Faisant référence à la définition donnée par l'OACI (voir chapitre 1, §1.1), la documentation opérationnelle doit indiquer toutes les procédures, instructions et indications nécessaires aux pilotes pour l'exécution de leurs tâches. Par conséquent, nous allons utiliser une approche orientée tâches pour définir les critères de pertinence entre les tâches et les sources d'information. Afin de réaliser cet objectif, nous allons utiliser l'ontologie des contextes opérationnels pour éliciter les situations problèmes (comportant des tâches de l'utilisateur) pour lesquelles de la documentation opérationnelle est corrélée.

Afin de décrire les situations problèmes, nous utilisons les catégories des descripteurs de conditions environnementales et de tâches. Nous considérons que les descripteurs de ressources n'enrichissent pas la description des situations. Ils ajoutent de la connaissance concernant la description des choses physiques et fonctionnels utilisés dans ces situations, mais dans notre définition ne contraignent pas les tâches du pilote. Si une ressource, par son dysfonctionnement ou par son indisponibilité, contraint certaines tâches du pilote, alors ce concept (par exemple une ressource indisponible) devient selon nos définitions un descripteur de condition environnementale.

En conséquence, l'ontologie des contextes opérationnels est divisée en deux ontologies distinctes : l'ontologie des scénarios et l'ontologie des ressources. L'ontologie des scénarios modélise les descripteurs de tâches et de conditions environnementales et permet d'éliciter les situations problèmes. L'ontologie des ressources quant à elle modélise les descripteurs de ressources et permet d'éliciter les choses dans le monde (voir la figure 21).

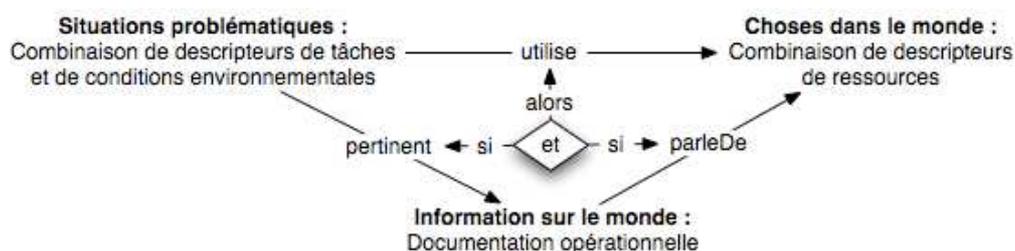


Figure 21 : Processus de base de l'articulation des situations problèmes et des choses dans le monde

L'ontologie des contextes opérationnels devient d'un côté la description des situations problématiques du domaine (ontologie des scénarios), et de l'autre la somme des ressources disponibles pour répondre à ces situations (ontologie des ressources). Afin de corréliser les situations problèmes aux ressources nécessaires, la connaissance ajoutée lors du processus de contextualisation est utilisée. Nous considérons qu'une ressource est corrélée à une situation si une information est à la fois pertinente pour la situation et parle de cette ressource. Le restant de

ce chapitre essaie de décrire comment ce processus de base peut être réalisé et appliqué à la documentation opérationnelle électronique.

5.2.4.2 Spécification de l'ontologie des scénarios

Avant de formellement spécifier l'ontologie des scénarios, nous comparons à travers la figure 22 ci-dessous l'architecture de cette ontologie avec l'architecture proposée dans la construction de scénarios de la méthode des cas d'utilisation.

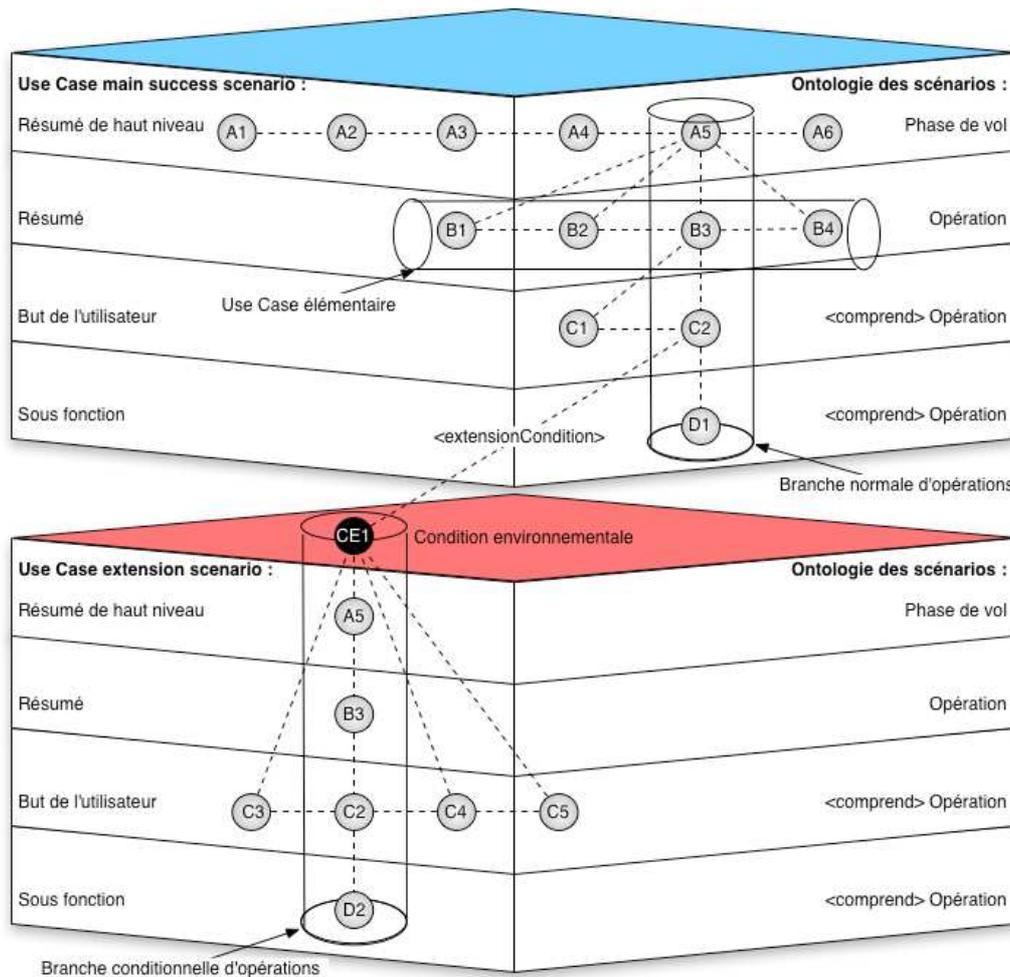


Figure 22 : Comparaison entre la méthode des cas d'utilisation et l'ontologie des scénarios

La différence principale entre les deux architectures est qu'un élément des cas d'utilisation est une description horizontale des tâches à un même niveau d'abstraction, alors qu'un élément de l'ontologie des scénarios représentant un pattern de descripteurs sémantiquement équivalents est une structure verticale de l'architecture. Ces patterns seront appelés des branches normales ou conditionnelles d'opérations, suivant que la branche comprend ou non une condition environnementale.

L'architecture de l'ontologie des scénarios illustrée dans la figure 22 dérive de la définition des critères de pertinence pour les descripteurs de tâches et de conditions environnementales ci-dessous listés. Nous expliquerons plus en détail les raisons qui nous ont mené à définir ces critères de pertinence avec un exemple applicatif dans la section suivante.

Critères 1 : Critères de pertinence pour l'indexation de la documentation opérationnelle avec l'ontologie des scénarios

- a) La documentation opérationnelle pertinente pour un pilote de transport aérien est l'ensemble de toutes les procédures, instructions et indications pour les pilotes nécessaires à l'exécution de leurs tâches (voir chapitre 1, §1.1). Les tâches des pilotes sont décrites à leur niveau le plus élevé par les phases de vol (voir chapitre 5, §5.2.3.1.1) ;
- b) Si une phase de vol comprend une opération, alors l'information pertinente pour cette opération est aussi pertinente pour la phase de vol correspondante ;
- c) Si une (super)-opération comprend un (sous)-opération, alors l'information pertinente pour la sous-opération est aussi pertinente pour la super-opération correspondante ;

Un chemin entre la phase de vol racine et une opération feuille définit un pattern de descripteurs sémantiquement équivalents que nous appelons dans l'ontologie des scénarios une branche d'opérations.

- d) La propriété 'comprend' entre les phases de vol et les opérations, ainsi qu'entre deux opérations, est vraie pour une branche d'opérations seulement ;
- e) La propriété 'pertinente' entre une opération et l'information de la documentation opérationnelle est vraie pour une branche d'opérations seulement ;

De plus, nous appelons une branche normale d'opérations une branche d'opération prescrite dans la documentation opérationnelle selon le cours normal des opérations (reliée à aucune condition environnementale). Une branche conditionnelle d'opérations quant à elle correspond à une branche d'opérations à laquelle une condition environnementale est ajoutée.

De manière similaire, nous appelons un arbre normal d'opérations un groupe de branche normale d'opérations partageant la même phase de vol ; et un arbre conditionnel d'opérations un groupe de branches d'opérations partageant à la fois la même phase de vol et la même condition environnementale.

- f) L'information pertinente pour une branche normale d'opérations doit être pertinente pour la phase de vol et l'(les) opération(s) la définissant ;
- g) L'information pertinente pour une branche conditionnelle d'opérations doit être pertinente pour la condition environnementale, la phase de vol et l'(les) opération(s) la définissant ;
- h) À moins que cela ne soit explicitement demandé lors du processus d'interaction, l'information pertinente pour une branche conditionnelle d'opérations est aussi pertinente pour une autre branche conditionnelle d'opérations si les conditions environnementales les définissant sont corrélées par une relation de 'cause à effet'.

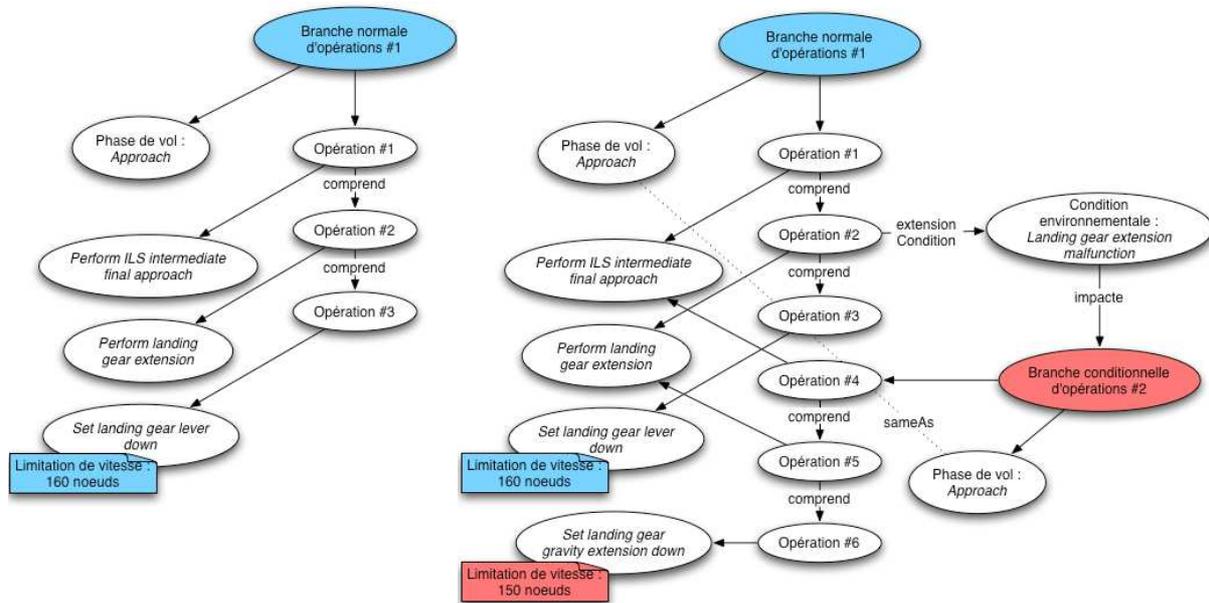


Figure 24 : Exemple de branches d'opérations

De plus, si l'on regarde la branche conditionnelle d'opérations #2, l'opération de sortie du train d'atterrissage comprend une manipulation spéciale liée à la sortie par gravité du train d'atterrissage. Cette opération n'est pas à effectuer si l'on regarde cette fois la branche normale d'opérations #1. Elle n'existe que si la branche d'opérations est impactée par certains dysfonctionnements de sortie du train d'atterrissage. Cela illustre les points (d), (f) et (g) des critères 1.

Finalement, le point (h) essaie de répondre au problème de la branche d'opérations acceptant des conditions environnementales multiples et qui peut mener à une explosion combinatoire des scénarios. La section suivante présente notre approche pour limiter les scénarios à représenter, tout en acceptant parfois qu'une information peut être influencée par plusieurs conditions environnementales à la fois.

5.2.4.2.2 Le problème des conditions environnementales multiples

Après avoir évalué le premier prototype de notre étude (voir la chapitre 6, §6.2.2.7), une propriété particulière de cause à effet a été rajoutée à la catégorie des descripteurs de conditions environnementales. Cette propriété permet de prendre en considération la notion de conditions environnementales multiples. Cependant, la propriété de pertinence pour de multiples conditions environnementales n'est pas simple. Le point (f) des critères 1 ci-dessus satisfait des branches d'opérations acceptant une condition environnementale à la fois. Cela dit, une branche d'opérations impactée par deux ou plus conditions environnementales pourrait être pertinente pour d'autres sources d'information que cette même branche d'opérations impactée par l'une de ces conditions à la fois. Par exemple, la distance d'atterrissage requise peut être de 1'500 mètres lorsque la piste est mouillée, peut être de 1'700 mètres lorsque le système de freinage assisté est

en panne, ou peut être de 2'000 mètres lorsque la piste est à la fois mouillée et que le système de freinage assisté est en panne.

En théorie, toutes les combinaisons de conditions environnementales multiples pourraient mener à des informations pertinentes différentes. En pratique, ce n'est pas possible d'écrire de la documentation opérationnelle pour toutes ces situations problématiques. Seulement un nombre limité de situations problèmes joue un rôle significatif dans les opérations et est reporté dans la documentation opérationnelle. La combinaison de conditions environnementales multiples est gérée dans la documentation opérationnelle de plusieurs manières différentes. Parfois, cette combinaison est prise en considération dans des applications spécifiques demandant explicitement d'introduire les conditions requises (par exemple les modules de calcul de performance). D'autres fois, c'est simplement le texte qui ajoute des règles de sélection. En ce qui concerne certaines situations dangereuses, le domaine essaie de simplifier en considérant une condition environnementale générique sensée recouvrir la combinaison de plusieurs conditions environnementales. C'est par exemple le cas pour la description des opérations avec une panne moteur qui implique des pannes diverses.

Pour la simplification du processus de contextualisation, nous avons choisi de limiter les critères de pertinence à une condition environnementale à la fois. Cela dit, un des rôles de la documentation opérationnelle en tant que support de performance pour les pilotes doit être de permettre la discrimination entre la multiplicité des situations possibles (Noyes et al., 2004). La propriété de cause à effet que nous avons introduite dans l'ontologie des scénarios est une manière de relier deux conditions environnementales qui peuvent avoir des informations conflictuelles. Le point (f) des critères 1 ci-dessus propose de rendre pertinentes toutes les informations pour toutes les différentes conditions environnementales ainsi reliées. La décision de choisir l'une ou l'autre des informations est laissée au pilote. Par contre, à travers les conditions environnementales reliées, des situations problématiques connexes peuvent être mises en évidence. Des étapes intermédiaires de choix de la situation peuvent ensuite être ajoutées pour discriminer les informations à considérer.

Reprenant l'exemple du calcul de la distance d'atterrissage requise, la figure 25 montre comment il est possible d'impacter une branche d'opération normale par deux conditions environnementales reliées entre elles par une relation de cause à effet. Dans cette figure, trois branches d'opérations sont créées pour lesquelles quatre distances d'atterrissage requises existent :

- Branche normale d'opérations #2 : La distance d'atterrissage requise est de 1'400 mètres ;
- Branche conditionnelle d'opérations #3 : La distance d'atterrissage requise est de 1'700 mètres (à cause de la déconnexion du système d'assistance au freinage lors d'une panne de l'extraction du train d'atterrissage) ;
- Branche conditionnelle d'opérations #4 : La distance d'atterrissage requise est de 1'500 mètres (à cause d'une piste considérée mouillée), et ;
- Branche conditionnelle d'opérations #3 corrélée à la branche conditionnelle d'opérations #4 : La distance d'atterrissage requise est de 2'000 mètres (à cause de la combinaison des deux conditions).

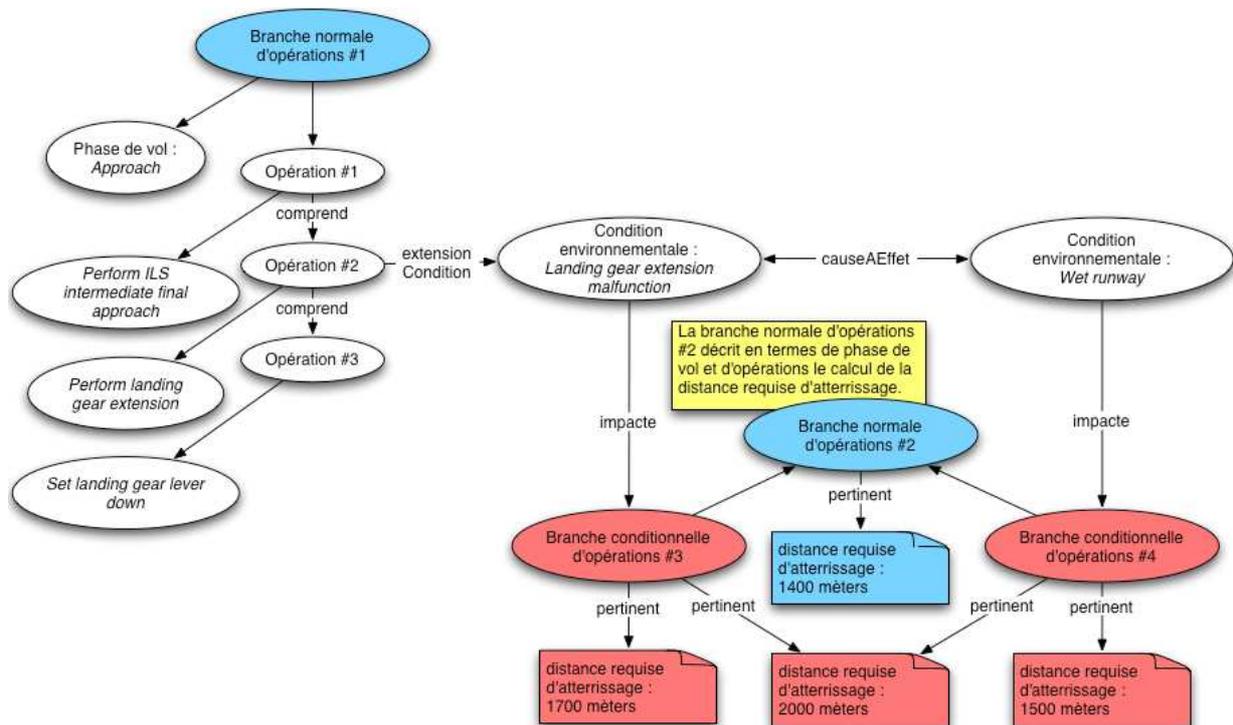


Figure 25 : Exemple de l'ontologie des scénarios

5.2.4.3 Spécification de l'ontologie des ressources

À côté de l'ontologie des scénarios qui structure les descripteurs de tâches et de conditions environnementales, l'ontologie des ressources structure les descripteurs de ressources. Nous avons choisi de ne pas donner de poids aux DU en fonction de la distance sémantique entre les descripteurs, mais d'utiliser la notion de pattern de descripteurs sémantiquement équivalents. Par exemple, les descripteurs avion et aile représenteront tous deux un DO si ces deux descripteurs font partie du même pattern de descripteurs sémantiquement équivalents, et que ce pattern est pertinent pour ce DO. Pour cela, un pattern de descripteurs sémantiquement équivalents doit avoir un nombre limité de descripteurs. Une structure hiérarchique de généralisation/spécialisation comme une taxonomie assure que chaque concept a un nombre limité de voisins, commençant par la racine de la taxonomie jusqu'à ses feuilles. Afin de construire une telle structure hiérarchique, les racines qui définissent les taxonomies de descripteurs de ressources du domaine doivent être identifiées. Ces racines sont les concepts de ressources les plus génériques desquels des concepts plus spécifiques sont définis.

L'ATA décrit des racines fonctionnelles (chiffre ATA de référence) afin de structurer le vocabulaire lié au système avion. Par exemple, la figure 26 ci-dessous montre une partie de la décomposition du vocabulaire propre au système APU de l'avion tel que décrit dans le BAABI.⁵⁵ Cependant, la documentation opérationnelle ne se limite pas à la description de l'avion et d'autres racines fonctionnelles liées aux objets des aéroports et des aides à la navigation devront être définis.

⁵⁵ Basic Approved ATA Breakdown Index

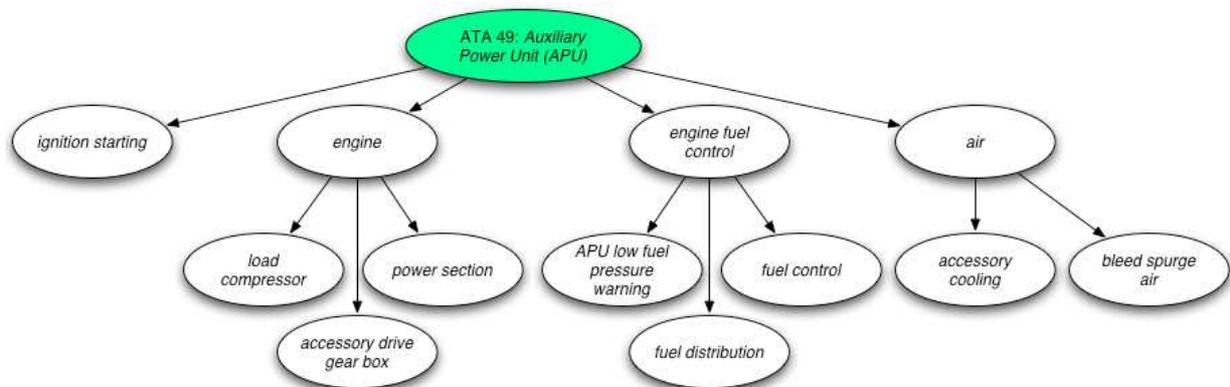


Figure 26 : Décomposition partielle du vocabulaire propre au système APU

Dans l'idée d'étendre le vocabulaire disponible, WordNet est un exemple qui structure un nombre de termes hétérogènes en langue anglaise.⁵⁶ WordNet est devenu un modèle lexical externe majeur pour la représentation conceptuelle de documents (Guarino et al., 1999). Dans le modèle de WordNet, les relations hiérarchiques suivantes sont représentées :

- Les relations d'hyponymie et d'hyperonymie (*is-a/kind-of*) ;
- Les relations d'holonymie et de méronymie (*part-of/has-part*).

WordNet structure un nombre important de concepts (plus de 100'000), incluant également la relation de synonymie. Cependant, le vocabulaire technique spécifique à un domaine particulier est, en l'état actuel de nos connaissances, mal considéré. Par exemple, le concept du système APU n'existe pas dans la version de WordNet disponible sur internet. Pour les termes techniques disponibles, l'hétérogénéité du modèle fait que les vocabulaires de sujets antagonistes sont mélangés. En effet, l'exemple de la figure 27 ci-dessous donne le résultat pour le concept du système de carburant. Cette figure montre que pour ce concept technique particulier, le vocabulaire propre à un avion et celui propre à une automobile est mélangé, alors que le fonctionnement des systèmes de carburant respectifs est souvent très différent.

À cause du caractère générique de WordNet, son utilisation directe en tant que modèle lexical externe pour la représentation conceptuelle de la documentation opérationnelle n'est pas possible. D'un autre côté, le vocabulaire de référence ATA introduit précédemment est une bonne base pour la définition de racines fonctionnelles et des descripteurs de ressources liés au vocabulaire de l'avion. Comme WordNet ne peut pas être directement réutilisé pour remplacer la référence ATA, nous nous attachons à reprendre la structure de la référence ATA pour la rendre compatible avec la structure que propose WordNet. Pour cela, nous utilisons pour la structure de l'ontologie des ressources la relation *has-part/part-of* en tant que relation principale des taxonomies représentées. À des fins de désambiguïsation, d'autres relations comme la relation *is-a/kind-of* ou de synonymie seront utilisées.

⁵⁶ <http://wordnet.princeton.edu/>

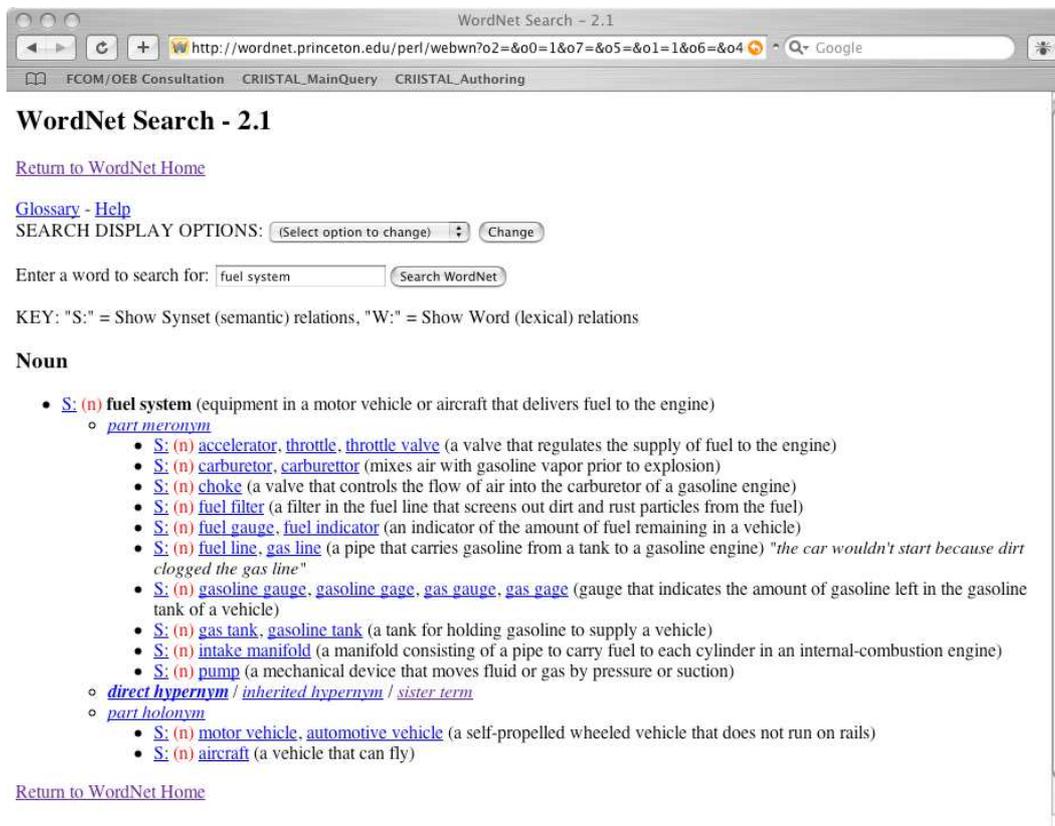


Figure 27 : Exemple de WordNet pour le concept du système de carburant

De manière similaire à l'ontologie des scénarios, des critères de pertinence vont guider la spécification de l'ontologie des ressources. De nouveau, nous expliquerons plus en détail les raisons qui nous ont mené à définir ces critères de pertinence avec un exemple applicatif dans la section suivante.

Critères 2 : Critères de pertinence pour l'indexation de la documentation opérationnelle avec l'ontologie des ressources

- Si le texte d'un DO parle d'un descripteur de ressource, alors ce descripteur de ressource est pertinent pour ce DO ;
- Si un descripteur de ressource est pertinent pour un DO, alors tous les descripteurs de ressources de plus haut niveau sémantique (relation *part-of*) sont 'conditionnellement pertinents' pour ce DO ;
- Si un descripteur de ressource est pertinent pour un DO, alors tous les descripteurs de ressources de plus bas niveau sémantique (relation *has-part*) sont 'conditionnellement pertinents' pour ce DO ;

Les relations *part-of/has-part* dans l'ontologie des ressources forment des patterns de descripteurs sémantiquement équivalents. De manière similaire aux branches d'opérations, nous appelons une branche de ressources un chemin entre la racine fonctionnelle de la taxonomie

jusqu'à un descripteur de ressource feuille. De plus, nous appelons un arbre de ressources un groupe de branches de ressources partageant la même racine fonctionnelle.

La relation de pertinence conditionnelle des points (b) et (c) doit être désambiguïté en prenant en considération chaque branche de ressources séparément. Les critères suivants permettent de réduire les choix induits par ces relations conditionnelles :

- d) Si un descripteur de ressource est pertinent pour un DO, et que ce descripteur de ressource fait partie de plusieurs arbres de ressources, alors au moins une branche de ressources par arbre de ressources est pertinente pour ce DO (nous considérons que deux arbres de ressources sont des vues complémentaires mais pas contradictoires de l'ontologie des ressources) ;
- e) Si deux ou plus descripteurs de ressource sont pertinents pour un DO, et considérant les branches de ressources d'un même arbre de ressources, alors seulement la branche de ressources contenant le nombre maximum de descripteurs de ressource pertinents sera conditionnellement pertinente pour ce DO.

La figure 28 présente l'architecture formelle de l'ontologie des ressources :

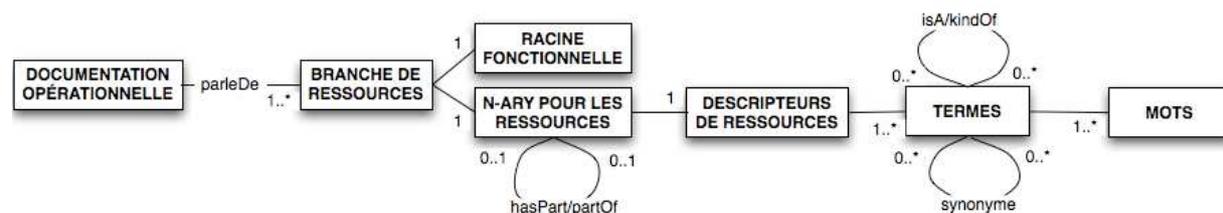


Figure 28 : Ontologie des ressources

5.2.4.3.1 Ontologie des ressources : un exemple applicatif

L'exemple de la figure 29 ci-dessous montre l'application des critères 2 sous la forme d'un arbre de décision. Dans cet exemple, le DO #1 (décrivant que la pompe numéro 2 du système hydraulique vert est indiquée sur la page ECAM du train d'atterrissage) est relié à certaines branches de ressources de manière à respecter chaque point des critères 2.

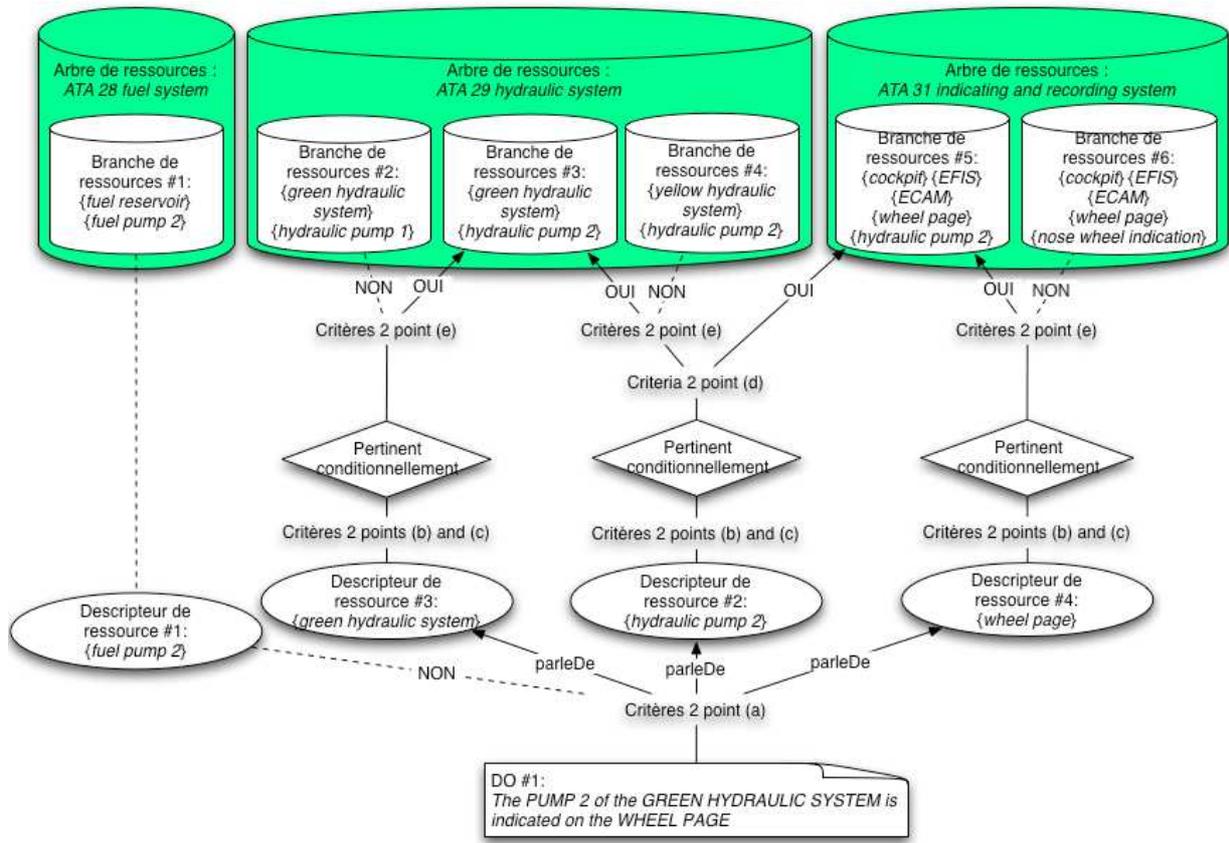


Figure 29 : Critères 2 sous la forme d'un arbre de décision

Quant à la figure 30, elle est une instanciation de l'ontologie des ressources et illustre son architecture avec un exemple tiré de la taxonomie décrivant le système d'indication et d'enregistrement de l'avion (ATA 31). Dans cet exemple, la branche de ressources #6 (tirée de la figure 29 ci-dessus) est composée de cinq descripteurs de ressource organisés suivant la relation *has-part/part-of*. Chaque descripteur de ressource est décomposé en termes (mots simples ou multiples) et relié avec les autres relations comme la relation *is-a/kind-of* ou la synonymie.

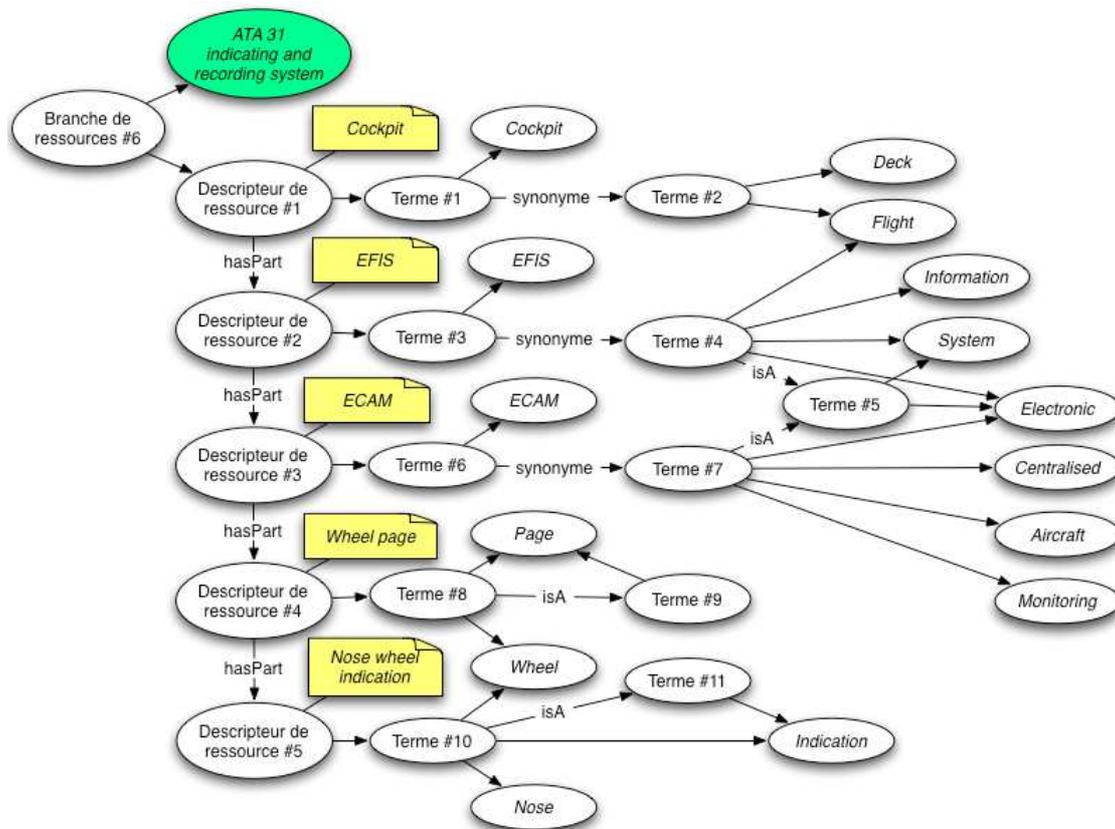


Figure 30 : Exemple de l'ontologie des ressources

5.2.4.4 Spécification de l'ontologie des contextes opérationnels et représentation des situations

L'ontologie des scénarios décrit la structure des descripteurs de phases de vol, d'opérations et de conditions environnementales. L'ontologie des ressources quant à elle décrit la structure des descripteurs de ressources. Mais pour le moment aucune propriété ne met en relation ces deux ontologies.

Nous utilisons la combinaison des catégories de contexte pour représenter les situations du domaines décrites dans la documentation opérationnelle. L'ontologie des contextes opérationnels doit pouvoir non seulement retrouver la documentation pertinente pour chaque représentation de situation, mais aussi permettre une vue sur les situations possibles à partir de chaque descripteur de l'ontologie. C'est cette possibilité de communiquer au niveau de la structure de la documentation les concepts approchés qui rend possible le modèle de documentation opérationnelle interactive. Pour cela, toutes les catégories de contexte doivent être corrélées et l'ontologie des scénarios doit être liée à celle des ressources.

Afin de corréler les deux ontologies, nous utilisons la démarche présentée dans le §5.2.4.1 en introduction à l'ontologie des contextes opérationnels. Le critère de pertinence ci-dessous décrit comment une branche d'opérations est corrélée à une branche de ressources en accord avec les relations induites par les critères 1 et 2 précédents.

Critère 3 : Critère de pertinence pour la relation entre les branches d'opérations et les branches de ressources

Si une branche d'opérations est pertinente pour un DO, et que ce DO parle d'une branche de ressources, alors cette branche de ressources est utilisée par la branche d'opérations considérée.

La figure 31 présente cette articulation :

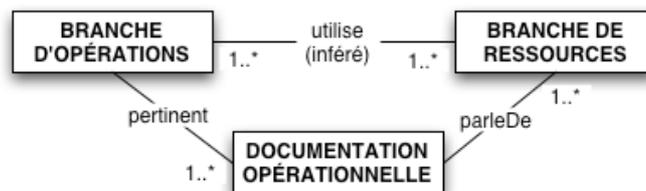


Figure 31 : Articulation entre les branches d'opérations et les branches de ressources

L'exploitation des propriétés de l'ontologie des contextes opérationnels dans une application de documentation opérationnelle contextuelle est décrite dans le chapitre 6. Les sections suivantes de ce chapitre présentent une description détaillée du processus de contextualisation de la documentation opérationnelle.

5.3 Description du processus de contextualisation

Maintenant que l'ontologie des contextes opérationnels est spécifiée, nous allons décrire le processus de contextualisation et détailler chaque étape nécessaire à la conception d'une documentation opérationnelle contextuelle. Le processus général est présenté dans la figure 32 ci-dessous. Le détail des étapes est repris dans les sections qui suivent.

La figure 32 décrit trois classes de l'ontologie des contextes opérationnels qui sont modifiées chaque fois que la connaissance du domaine est modifiée. Ces classes sont :

- La classe de la documentation opérationnelle contenant tous ces DU ;
- La classe de l'ontologie des scénarios contenant les descripteurs de conditions environnementales, de phases de vol et d'opérations structurés sous forme de branches d'opérations ;
- La classe de l'ontologie des ressources contenant les racines fonctionnelles et les descripteurs de ressources structurés sous forme de branches de ressources.

Comme la documentation opérationnelle et l'ontologie des contextes opérationnels sont des représentations du même domaine à un moment donné, elles doivent être revues de manière parallèle.

De plus, les étapes du processus de contextualisation font intervenir plusieurs rôles basés sur des compétences qui peuvent être différentes. Nous distinguons entre :

- Les auteurs qui sont principalement en charge de la rédaction du contenu de la documentation opérationnelle ;
- Les ontologistes qui sont en charge principalement de la définition des descripteurs de contexte opérationnel et de leur modélisation dans les différentes ontologies ;
- Les validateurs qui ont un rôle de coordination et de contrôle afin d'éviter des redondances et/ou inconsistances ;
- Les indexeurs qui sont principalement en charge de l'indexation des DO avec les descripteurs de contexte pertinents.

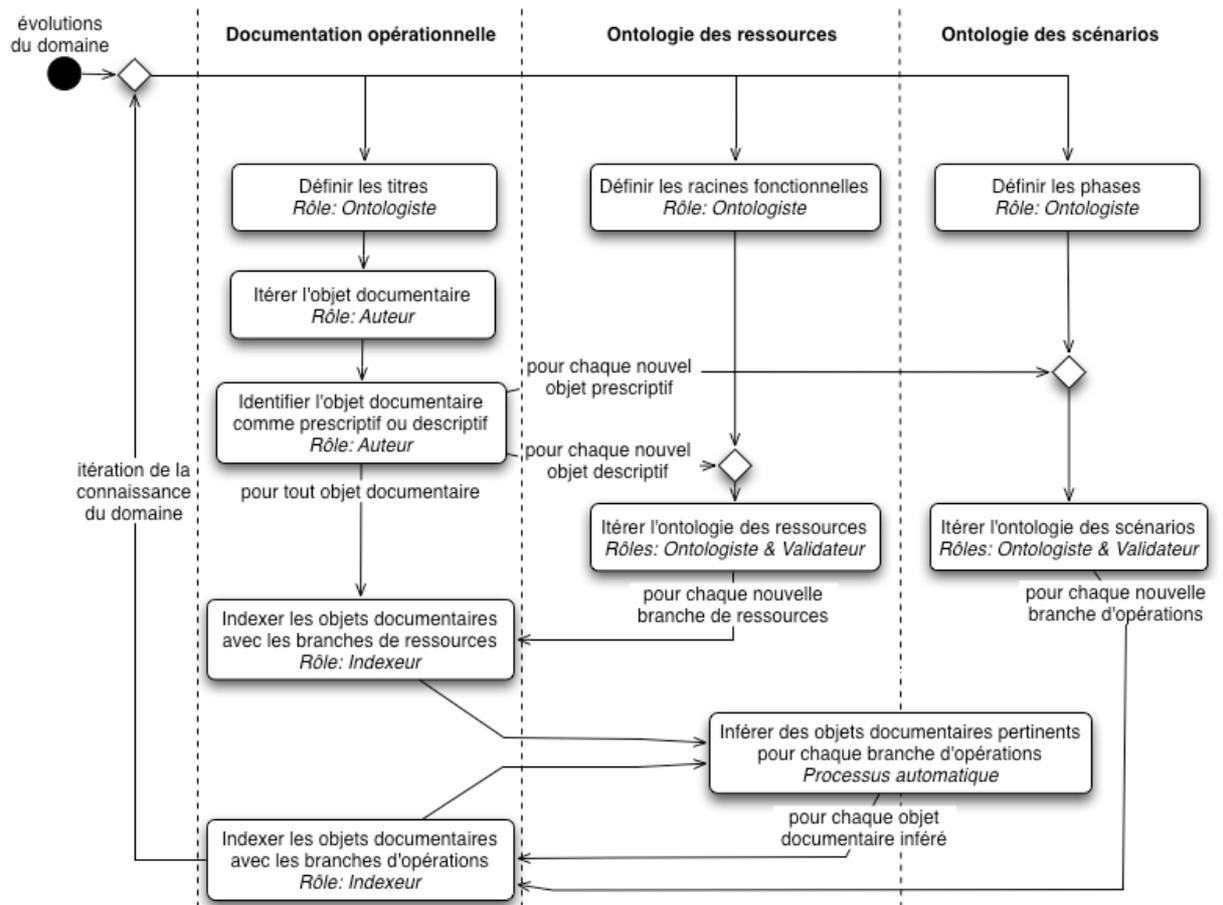


Figure 32 : Vue générale du processus de contextualisation

5.3.1 Définir les titres

Rôle : Ontologiste

Afin de définir les titres de la documentation opérationnelle, on pourrait être tenté d'utiliser la table des matières déjà existante dans la plupart des manuels. Aujourd'hui, la racine de l'architecture de la table des matières se réfère au manuel considéré. Par exemple, le FCOM et la MEL sont deux manuels décrivant l'utilisation et le fonctionnement de l'avion, et sont utilisés

comme descripteurs pour l'accès à l'information. Cependant, nous avons avancé que la vue traditionnelle des manuels va tendre à disparaître suite à l'intégration des sources d'information en base de données modulaires. Avec une telle perspective, des descripteurs contenus dans les tables des matières de la documentation opérationnelle vont perdre de leur sens. Les titres attribués à la documentation opérationnelle sont une description sémantique du contenu documentaire, et pour les titres dont la sémantique se rapproche de nos catégories de contexte, ils deviennent redondants avec le processus de contextualisation.

Cependant, certaines catégories générales d'information existent dans les tables des matières qui ne font pas partie des catégories de contexte que nous avons choisi, et qui sont basées sur la nature de l'information contenue. Par exemple, les procédures, limitations, descriptions et performances de l'avion sont des catégorisations typiques d'information contenues dans la documentation opérationnelle. De plus, cette catégorisation peut être étendue à des informations de cartes et d'environnements afin de prendre également en considération les informations météorologiques et de navigation. Dans notre étude, nous avons ajouté en parallèle de la traditionnelle table des matières des descripteurs de domaine afin de prendre en considération cet aspect de la catégorisation de l'information. Les descripteurs de domaine que nous avons utilisés sont : les procédures ; les descriptions ; les performances ; les limitations ; les cartes ; et l'environnement.

5.3.2 Définir les racines fonctionnelles

Rôle : Ontologiste

Pour les systèmes de l'avion, nous utilisons les références ATA (voir le chapitre 5, §5.2.4.3). Cependant, d'autres racines fonctionnelles peuvent être nécessaires pour décrire des informations non relatives aux systèmes de l'avion. Par exemple, des descripteurs de racines fonctionnelles comme le marquage au sol et lumineux, la porte d'embarquement ou les aides à la navigation peuvent être des descripteurs utiles pour décrire le vocabulaire relatif aux infrastructures aéroportuaires.

5.3.3 Définir les phases

Rôle : Ontologiste

Cette étape se réfère à la définition des racines de l'ontologie des scénarios. Nous utilisons pour cette étape les descripteurs de phases de vol (voir le chapitre 5, §5.2.3.1.1).

5.3.4 Itérer l'objet documentaire

Rôle : Auteur

Nous avons considéré que le processus de contextualisation commençait avec l'indexation de la documentation opérationnelle déjà existante. Cela dit, la rédaction de la documentation opérationnelle est un processus itératif et évolutif. Il est donc nécessaire de prévoir une étape d'itération d'objets documentaires consistant soit en la rédaction de nouveaux objets, soit en la modification d'un objet existant, en accord avec les observations, itérations et améliorations du domaine.

5.3.5 Identifier le DO comme prescriptif ou descriptif

Rôle : Auteur

Il y existe une corrélation entre la connaissance prescriptive et la connaissance descriptive. Comme notre approche est une approche orientée tâches, nous considérons que la connaissance prescriptive détermine quelle connaissance descriptive est à documenter dans la documentation opérationnelle. Par exemple, en aéronautique la plupart des informations contenues dans les manuels de maintenance ne sont pas documentées dans le FCOM alors que les deux manuels décrivent le même type d'avion. La figure 33 ci-dessous montre les lignes directrices que nous utilisons pour déterminer si un DO appartient à de la connaissance prescriptive ou descriptive.

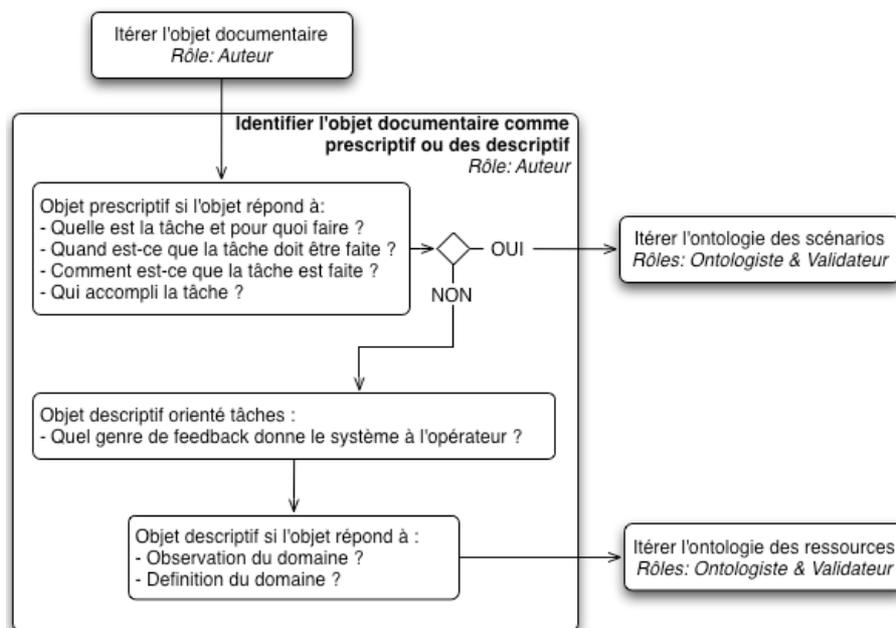


Figure 33 : Identifier le DO comme prescriptif ou descriptif

Ces lignes directrices sont reprises de Degani & Wiener (1994), qui propose les questions suivantes lorsqu'un auteur est confronté aux développements de procédures :

- Quelle est la tâche et pour quoi faire ?
- Quand est-ce que la tâche doit être faite ?
- Comment est-ce que la tâche est faite ?
- Qui accomplit la tâche ?

Et :

- Quel genre de feedback donne le système à l'opérateur ?

Nous utilisons ces questions pour aider l'auteur à choisir entre de la documentation prescriptive ou descriptive. Nous considérons qu'un DO qui répond à l'une des quatre premières questions ci-dessus est de nature prescriptive, alors qu'un DO qui répond à la dernière question est de nature descriptive. De plus, nous distinguons dans cette dernière les DO descriptifs correspondant à une définition du domaine, et donc persistant dans le temps, ou correspondant à une observation du domaine, et qui peut varier en contenu.

5.3.6 Itérer l'ontologie des scénarios

Rôle : Ontologiste et validateur

Le but de cette étape est d'extraire les descripteurs d'opérations et de conditions environnementales de la connaissance prescriptive du domaine, et de les modéliser dans l'ontologie des scénarios. Cette modélisation se fait principalement sous forme de branches d'opérations qui peuvent être considérées comme les éléments de base de l'ontologie des scénarios. Pour rappel, un arbre normal d'opérations est un groupe de branches normales d'opérations partageant la même phase de vol ; et un arbre conditionnel d'opérations est un groupe de branches conditionnelles d'opérations partageant à la fois la même phase de vol et la même condition environnementale.

La responsabilité de l'itération de l'ontologie des scénarios peut être distribuée par compétence du domaine. Par exemple, un spécialiste de la condition environnementale concernant une fuite de carburant pourrait être en charge des arbres conditionnels d'opérations respectifs ; un spécialiste des pannes hydrauliques pourrait être en charge des arbres conditionnels d'opérations les concernant. Cependant, cette distribution de la modélisation impose une étape d'intégration des descripteurs définis afin de ne pas multiplier les descripteurs portant le même sens sémantique. C'est le rôle du validateur d'assurer cette cohérence.

La figure 34 montre les sous-étapes de l'itération de l'ontologie des scénarios. L'ontologiste est responsable pour l'itération des arbres d'opérations chaque fois qu'un DO prescriptif est soit rédigé soit modifié. Le validateur ensuite valide les descripteurs d'opérations et de conditions environnementales proposés par chaque ontologiste. De plus, il est également responsable de modéliser la relation de cause à effet entre les différentes conditions environnementales validées. Les sections suivantes décrivent chaque sous-étape séparément.

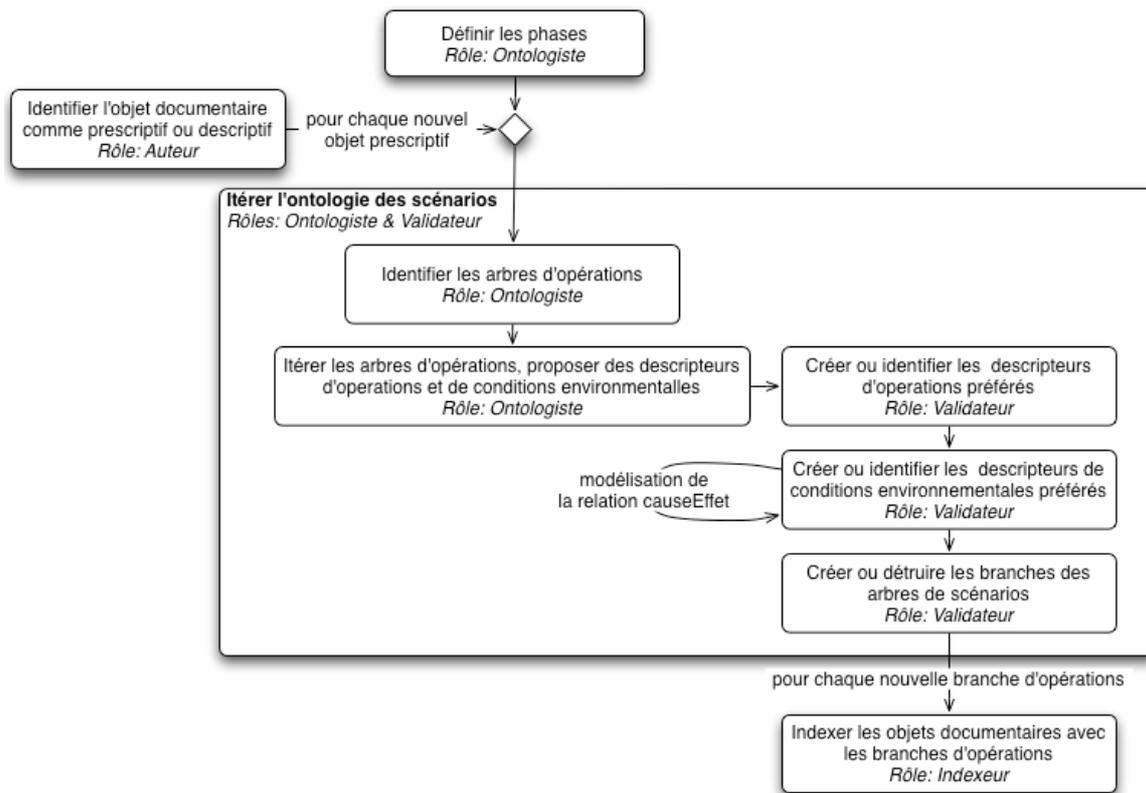


Figure 34 : Itérer l'ontologie des scénarios

5.3.6.1 Identifier les arbres d'opérations

Rôle : Ontologiste

Pour chaque objet prescriptif modifié ou nouvellement disponible, les arbres de scénarios correspondants doivent être identifiés. Pour cela, soit l'objet modifié est déjà représenté par l'ontologie des scénarios et les arbres sont facilement identifiables, soit ce n'est pas le cas et un travail de réflexion doit être effectué.

5.3.6.2 Itérer les arbres normaux d'opérations

Rôle : Ontologiste

Dans cette section, nous allons décrire comment proposer des descripteurs d'opérations et de conditions environnementales pour modéliser les arbres normaux d'opérations. Nous allons le faire à travers un exemple tiré d'objets documentaires de la documentation opérationnelle existante en supposant qu'aucun descripteur n'a encore été défini (modélisation initiale). De manière similaire, la section suivante décrira un exemple pour la modélisation des arbres conditionnels d'opérations.

L'arbre normal d'opérations est constitué d'une phase de vol racine et d'opérations organisées hiérarchiquement. L'ensemble de ces arbres constituent la modélisation de toutes les opérations en condition normale. Leur construction va itérativement proposer des descripteurs d'opérations ainsi que des descripteurs de conditions environnementales. La proposition de conditions environnementales pendant la construction des arbres normaux d'opérations ne constituent pas directement des éléments de ces arbres, mais seront utilisées pour la construction ultérieure des arbres conditionnels d'opérations.

Pendant la construction des arbres normaux d'opérations, des objets prescriptifs (comme des actions de procédures) peuvent être rencontrés qui ne sont à effectuer que sous certaines conditions. Par exemple, pendant la préparation préliminaire du cockpit, il est demandé au pilote d'effectuer certaines actions si l'avion a été mis sous tension dans les six dernières heures, et d'autres si non. Ou alors, il n'est demandé de faire certaines actions que lorsque la croix ambrée de l'indication de la température des gaz d'échappements a disparu. Dans de tel cas, il est difficile de savoir si les opérations définies doivent faire partie d'un arbre normal d'opérations, ou d'un arbre conditionnel d'opérations.

Pour aider l'ontologiste dans ses choix, nous listons ici une série de règles. Ces règles visent à aider dans la proposition de descripteurs d'opérations, de descripteurs de conditions environnementales, et dans le choix entre l'itération d'un arbre normal d'opérations ou d'un arbre conditionnel d'opérations :

- a) S'il y a plusieurs possibilités dans le choix de l'opération à effectuer, alors une condition environnementale doit être proposée permettant d'identifier le choix correct de la suite des opérations en même temps qu'une opération visant à vérifier la condition environnementale en question ;
- b) Si, suivant le point (a) ci-dessus, toutes les possibilités dans le choix de la suite des opérations doivent vérifier au moins une condition environnementale, alors l'une de ces possibilités doit être considérée comme le cas normal. Ce cas normal sera traité comme le point (c) ci-dessous ;
- c) Si une condition environnementale est identifiée, et qu'il n'y a pas d'alternative dans le choix des opérations à effectuer, alors la définition d'une opération visant à vérifier la condition environnementale en question est suffisante, et la définition de la condition environnementale en tant que tel n'est pas nécessaire.

Dans la figure 35 nous montrons un exemple tiré de la documentation opérationnelle pour illustrer la construction de l'arbre normal des opérations. Cet exemple concerne une procédure des SOP à effectuer dans la phase d'approche avant l'atterrissage. L'arbre normal d'opérations que l'on peut déduire de la figure 35 est résumé ci-après.⁵⁷ En dessous, quelques remarques expliquent les choix effectués :

⁵⁷ En raison du vocabulaire technique utilisé dans les exemples d'arbres d'opérations, la terminologie anglaise à été conservée

- Condition environnementale : aucune (opération normale) ;
- Phase de vol : *approach* ;
- Opération : *perform ILS intermediate final approach* <comprend>
 - Opération : *communicate gear down* (voir la remarque 1) ;
 - Opération : *set landing gear down* ;
 - Opération : *set ground spoiler down* ;
 - Opération : *set auto-brake as required* <extensionCondition> *short runway, contaminated runway* (voir la remarque 2) ;
 - Opération : *check landing gear down* ;
 - Opération : *communicate flaps 3* ;
 - Opération : *check speed VFE*⁵⁸ (voir la remarque 3) ;
 - Opération : *set flaps 3* ;
 - Opération : *communicate flaps 3*.

```

WHEN FLAPS ARE AT 2
-ORDER ..... "GEAR DOWN"
-L/G DOWN ..... SELECT
-GROUND SPOILERS ..... ARM
-AUTO BRK ..... AS RQRD
Use of the autobrake is recommended.
Use of MAX mode is not recommended at landing.
On short or contaminated runways, use MED mode.
On long and dry runways, LO mode is recommended.

Note : If, on very long runways, the pilot anticipates that braking will not be needed,
use of the autobrake is unnecessary.
Press the appropriate pushbutton, according to runway length and condition, and
check that the related ON light comes on.
-CONFIRM/ANNOUNCE ..... "GEAR DOWN"

WHEN LANDING GEAR IS DOWN
-ORDER ..... "FLAPS 3"
-FLAPS 3 ..... SELECT
● Select FLAPS 3 below VFE.
● It is recommended that the speedbrakes be retracted before selecting FLAPS 3.
-CONFIRM/ANNOUNCE ..... "FLAPS 3"

```

Figure 35 : Exemple de SOP pour la phase d'approche (extrait du FCOM, 1996)

Remarque 1 : Les opérations décrivent les tâches des pilotes, et à leur plus bas niveau deviennent des actions de procédures. Dans la documentation opérationnelle, les actions de procédures sont décrites en général comme la somme d'un verbe couplé à un système ou à un paramètre, et son état à obtenir. Afin de maintenir une homogénéité entre les descripteurs d'opérations, nous avons limité les verbes utilisés en choisissant la syntaxe suivante :

- Commence par *perform* si l'opération comprend d'autres opérations ;
- Commence par *check* s'il s'agit d'une opération feuille (que nous appellerons par la suite une action) et que la modalité est la vue ou l'ouïe ;
- Commence par *set* s'il s'agit d'une action demandant une manipulation afin de modifier l'état de quelque chose ;

⁵⁸ Vitesse maximale avec les volets hypersustentateurs sortis (VFE)

- Commence par *communicate* s'il s'agit d'une action dont le but est de transmettre une information à un acteur sans la modification directe de l'état de quelque chose d'autre que le moyen de communication.

Remarque 2 : L'opération *set auto break as required* est un cas qui identifie deux conditions environnementales potentielles : *short runway* et *contaminated runway*. La description de pistes longues et sèches ne mène pas à la définition de conditions environnementales particulières et est considérée comme appartenant au cas normal d'opération.

Remarque 3 : L'opération *check speed VFE* est un exemple de descripteur venant d'un objet documentaire prescriptif qui n'est pas une action de procédure, mais quelque chose que le pilote doit accomplir.

Cet exemple illustre une partie de la construction de l'arbre normal d'opérations concernant la phase d'approche. Les objets documentaires prescriptifs relatifs à chaque phase de vol doivent être analysés pour en extraire les arbres normaux d'opérations. La construction de ces arbres proposent des descripteurs d'opérations et de conditions environnementales. Chaque nouveau descripteur de condition environnementale est le premier élément nécessaire à la construction d'un arbre conditionnel d'opérations.

5.3.6.3 Itérer les arbres conditionnels d'opérations

Rôle : Ontologiste

Lorsqu'un arbre d'opérations (normal ou conditionnel) est construit, à chaque définition d'une nouvelle condition environnementale un nouvel arbre conditionnel d'opération est défini. Le premier élément de ce nouvel arbre est la branche conditionnelle d'opérations d'où la condition environnementale a été proposée à laquelle on remplace la condition environnementale d'origine par la nouvelle condition environnementale. Pour illustrer ce processus, nous reprenons l'exemple de la section précédente. Soit la branche normale d'opérations suivante (tirée de la figure 35) :

- Condition environnementale : aucune (opération normale) ;
- Phase de vol : *approach* ;
- Opération : *perform ILS intermediate final approach* <comprend>
 - Opération : *set auto-break as required* <extensionCondition> *contaminated runway*.

L'opération *set auto-break as required* définit la nouvelle condition environnementale *contaminated runway*. Le premier élément de l'arbre conditionnel d'opérations défini par la phase de vol *approach* et la condition environnementale *contaminated runway* est :

- Condition environnementale : *contaminated runway* ;
- Phase de vol : *approach* ;
- Opération : *perform ILS intermediate final approach* <comprend>
 - Opération : *set auto-break as required*.

Une fois un arbre conditionnel d'opérations défini, le domaine doit réfléchir l'impact de la condition environnementale sur les autres phases de vol. Ce faisant, à chaque fois qu'une phase de vol est impactée (au sens que de nouvelles opérations sont à effectuer ou que la condition

environnementale modifie la compréhension que le pilote a d'une opération existante), l'arbre conditionnel d'opérations respectif doit être enrichi.

L'exemple de la figure 36 ci-dessous montre la construction d'arbres conditionnels d'opérations à partir d'un arbre normal d'opération. Cet exemple concerne une procédure des SOP à effectuer dans la phase pré-vol pendant la préparation préliminaire du cockpit. Dans un premier temps, la construction de l'arbre normal d'opérations propose :

- Condition environnementale : aucune (opération normale) ;
- Phase de vol : *pre-flight* ;
- Opération : *perform preliminary cockpit preparation* <comprend>
 - Opération : *set wipers off* ;
 - Opération : *check aircraft electrical supply* <extensionCondition> *insufficient electrical supply* (à la place de : *6 hours or more after last aircraft electrical supply*).

-WIPERS OFF

ELEC

- If the aircraft has not been electrically supplied for 6 hours or more, perform the following check.
 - BAT 1 and 2 and APU BAT CHECK OFF
 - BAT 1 and 2 and APU BAT VOLTAGE CHECK ABOVE 25.5 V
Battery voltage above 25.5 V ensures a charge above 50 %. After the check, the selector should remain on APU position to avoid discharge of BAT 1 or 2.
 - If battery voltage is below 25.5 V :
a charging cycle of about 20 minutes is required.
 - BAT 1 and 2 and APU BAT AUTO
 - EXT PWR ON
Check on ECAM ELEC DC page, battery contactors closed and batteries charging.
 - after 20 minutes :
 - BAT 1 + 2 and APU BAT OFF
 - BAT 1 and 2 and APU BAT VOLTAGE CHECK ABOVE 25.5 V
After the check, the selector should remain on APU position.

Figure 36 : Exemple de SOP pour la phase de pré-vol (extrait du FCOM, 1996)

L'objet prescriptif : '*If the aircraft has not been electrically supplied (...), perform the following check*' (voir la figure 36) engendre plusieurs alternatives dans le choix des opérations à effectuer. Cet objet propose une opération *check aircraft electrical supply* ainsi qu'une condition environnementale *insufficient electrical supply*.⁵⁹ La branche d'opérations d'où la condition environnementale à été extraite initie l'arbre conditionnel d'opérations constitué de la phase de vol *pre-flight* et de la condition environnementale *insufficient electrical supply*. Ensuite, ce dernier arbre peut être complété par les opérations supplémentaires à effectuer lorsque la condition environnementale en question a été vérifiée :

⁵⁹ Afin de ne pas dupliquer les concepts, nous évitons tant que possible les valeurs quantitatives finies

- Condition environnementale : *insufficient electrical supply* ;
- Phase de vol : *pre-flight* ;
- Opération : *perform preliminary cockpit preparation* <comprend>
 - Opération : *check aircraft electrical supply* ;
 - Opération ajoutée : *check all battery off* ;
 - Opération ajoutée : *check all battery voltage* <extensionCondition> *low battery voltage* (à la place de : *battery voltage below 25.5* (voir la note 66)).

De nouveau, une condition environnementale est proposée et un nouvel arbre conditionnel d'opérations est construit. Cet arbre se traduit par :

- Condition environnementale : *low battery voltage* ;
- Phase de vol : *pre-flight* ;
- Opération : *perform preliminary cockpit preparation* <comprend>
 - Opération : *check aircraft electrical supply* ;
 - Opération ajoutée : *set all batteries auto* ;
 - Opération ajoutée : *set external power on* ;
 - Opération ajoutée : *check all batteries charging* ;
 - Opération ajoutée : *set all batteries off*.

En marge des conditions environnementales proposées à travers la construction d'arbres d'opérations, certaines d'entre elles émergent de manière autonome. Les pannes et avertissements donnés par l'avion lorsque certaines valeurs sont dépassées en sont des exemples. Pour chacune de ces conditions environnementales, des arbres conditionnels d'opérations doivent être également construits. Par exemple, si l'avion détecte un déséquilibre dans la répartition du carburant, le système d'alerte peut donner un avertissement sous la forme d'un clignotement des valeurs de carburant à vérifier. Puis, si le déséquilibre empire, une panne sera signalée. Deux conditions environnementales liées à ces événements peuvent être définies, respectivement l'avertissement *fuel quantity pulses* et la panne *fuel imbalance*. Une des branches conditionnelles d'opérations pour la condition environnementale *fuel quantity pulses* sera :

- Condition environnementale : *fuel quantity pulses* ;
- Phase de vol : *cruise* ;
- Opération : *check fuel quantity*.

Cette branche conditionnelle d'opérations aura pour informations pertinentes au moins la description des causes possibles menant à un déséquilibre du carburant et comment vérifier la cohérence de la consommation de carburant. Dans le cas de la panne *fuel imbalance* où le déséquilibre de carburant est plus prononcé, une procédure visant à rééquilibrer le carburant existe. Cette procédure doit être traduite sous la forme d'arbres conditionnels d'opérations. Pour la phase de croisière, nous obtenons l'arbre à quatre branches suivant :

- Condition environnementale : *fuel imbalance* ;
- Phase de vol : *cruise* ;
- Opération : *check fuel quantity* ;
- Opération : *set fuel pump on the lighter side off* ;
- Opération : *check fuel balanced* ;
- Opération : *set fuel pump on the lighter side on* ;

La construction de tous les arbres conditionnels d'opérations demande de vérifier pour une condition environnementale particulière dans quelle mesure elle impacte chaque phase de vol prise séparément. Reprenant l'exemple du déséquilibre de carburant, s'il est constaté dans la phase pré-vol et non en croisière alors des opérations différentes de celles décrites ci-dessus seront nécessaires. Au décollage, normalement aucune opération ne sera prescrite avant d'atteindre la phase de montée. En approche, le temps restant avant l'atterrissage ne permet plus d'effectuer des actions correctrices, mais la vitesse d'atterrissage sera peut-être modifiée.

Ce processus de construction des arbres d'opérations doit reprendre l'intégralité de la connaissance prescriptive du domaine. Il permet d'identifier l'ensemble des descripteurs d'opérations et de conditions environnementales du domaine.

5.3.6.4 Créer ou identifier les descripteurs d'opérations et de conditions environnementales préférés

Rôle : Validateur

Afin d'éviter des redondances et/ou inconsistances entre deux descripteurs définissant le même concept, les opérations et les conditions environnementales identifiés lors de la construction des arbres d'opérations doivent être centralisés. Par exemple, dans la section précédente la condition environnementale *battery voltage below 25.5* a été identifiée puis remplacée par *low battery voltage*. Ceci a été effectué afin de ne pas multiplier des concepts de conditions environnementales tels que *battery voltage below 27* ou *battery voltage below 15*. La désambiguïsation des différents concepts se fait alors sur la base du contenu de la documentation opérationnelle et non explicitement dans l'ontologie des scénarios.

Lors de la construction des arbres d'opérations, les descripteurs identifiés sont considérés comme des descripteurs proposés. Après cette étape de validation, ils sont considérés comme préférés et deviennent parties intégrantes de l'ontologie des scénarios. Plusieurs descripteurs proposés peuvent alors être remplacés par le même descripteur préféré.

De plus, nous choisissons cette étape de validation qui consiste à comparer les concepts sémantiquement pour réfléchir les relations de cause à effet entre plusieurs conditions environnementales. Cette relation particulière, dont la nécessité est décrite dans le chapitre suivant (voir le chapitre 6, §6.2.2.2.6), permet lors de l'utilisation de la documentation contextuelle de rendre attentif le pilote aux situations potentiellement corrélées. Par exemple, considérant les descripteurs décrits dans la section précédente, le validateur pourrait décider de lier ensemble les conditions environnementales *insufficient electrical supply* et *low battery voltage* parce que la première est un effet de la seconde. Pour des raisons similaires, il pourrait décider de lier ensemble les descripteurs *fuel quantity pulses* et *fuel imbalance*.

Même si nous sommes convaincus, après avoir évalué les prototypes de notre étude, que cette relation a une utilité dans le processus d'interaction avec la documentation opérationnelle contextuelle, nous n'avons pas trouvé de règles claires afin d'aider le validateur dans le choix des conditions environnementales à relier. Ces règles pourraient être par exemple basées sur des informations pertinentes contradictoires entre les différentes situations.

5.3.6.5 Créer ou détruire les branches d'opérations

Rôle : Validateur

L'itération de chaque arbre d'opérations identifie de nouvelles et/ou d'anciennes branches d'opérations dans l'ontologie des scénarios. Pour chaque nouvelle branche d'opérations, de l'information pertinente provenant de la documentation opérationnelle devra être identifiée. D'un autre côté, les anciennes branches d'opérations devront être enlevées de la représentation de la documentation opérationnelle. La figure 37 propose une architecture assurant une certaine cohérence entre les éléments successivement créés ou obsolètes. Dans cette figure, une nouvelle branche d'opérations est une branche n'ayant pas encore d'informations pertinentes rattachées. Et une ancienne branche d'opérations est une branche dont la branche de référence dans l'arbre des opérations modifié par l'ontologiste a été soit éliminée, soit modifiée sémantiquement.

Le rôle du validateur dans cette étape est d'assurer que les nouvelles branches d'opérations ne sont pas redondantes avec des anciennes branches ou des branches déjà existantes. Si cela devait être le cas, le validateur doit pouvoir réunir les deux branches tout en prenant soin de ne pas éliminer de la documentation opérationnelle pertinente rattachée aux anciennes branches d'opérations.

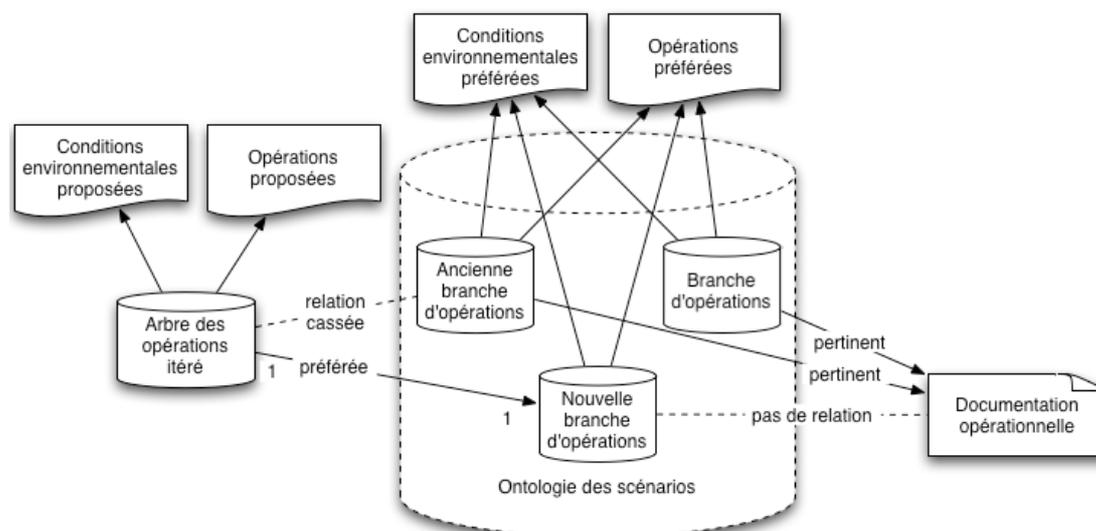


Figure 37 : Résultat lors de l'itération d'un arbre des opérations

5.3.7 Itérer l'ontologie des ressources

La figure 38 montre cette fois les sous-étapes nécessaires à l'itération des arbres de ressources. L'architecture de ce processus est similaire à celle décrite pour les arbres d'opérations. Pour chaque objet descriptif de la documentation opérationnelle, un ontologiste doit identifier quel(s) arbre(s) est(sont) impacté(s), et l'(les)itérer si de nouveaux descripteurs de ressource sont proposés. Le travail des ontologistes peut être également distribué par domaines de compétence.

Par exemple, le spécialiste du système de carburant se chargera du vocabulaire s’y référant. Ensuite, un validateur centralise les descripteurs préférés. Finalement, les branches de ressources sont créées ou détruites en fonction de l’itération des arbres respectifs.

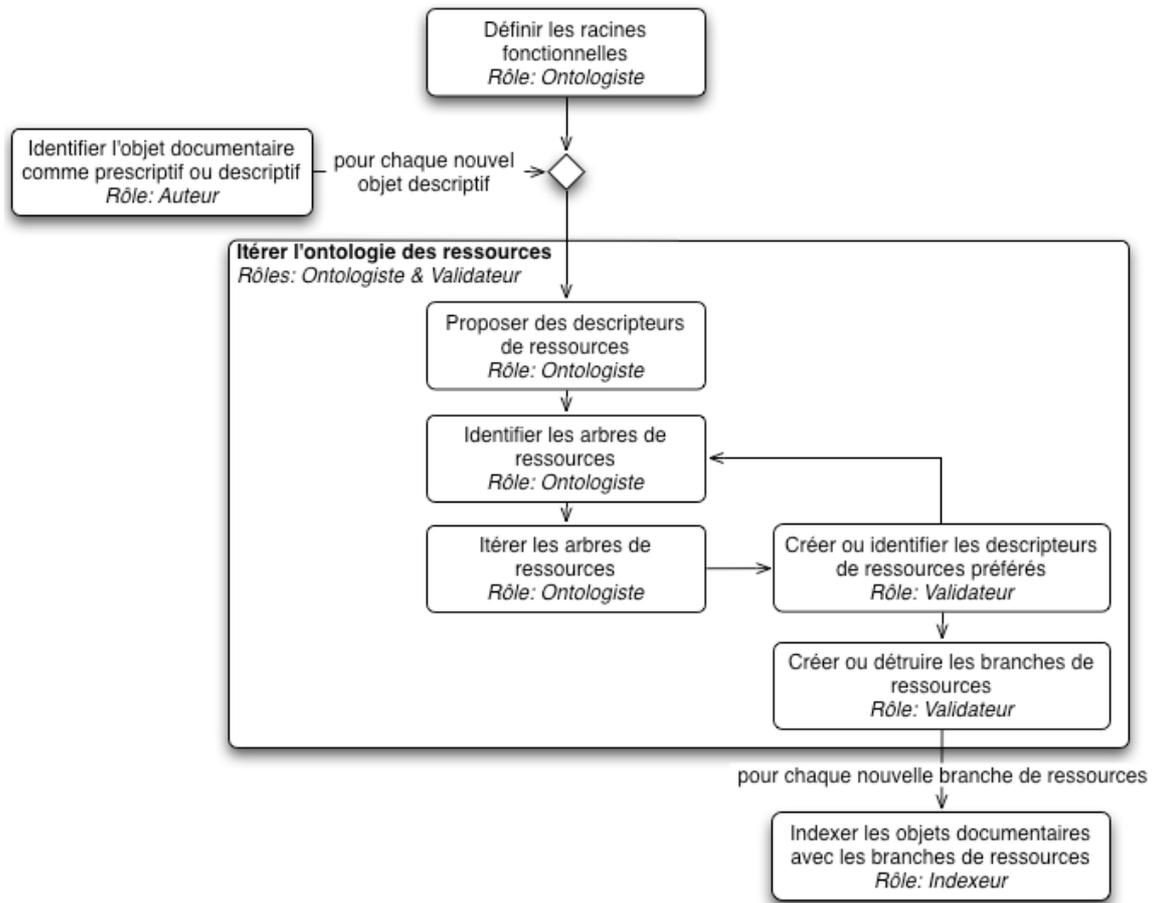


Figure 38 : Itérer l’ontologie des ressources

5.3.7.1 Proposer des descripteurs de ressources

Rôle : Ontologiste

L’ontologiste qui récupère un objet descriptif modifié doit d’abord identifier si de nouveaux concepts de ressources y sont décrits. Si tel est le cas, alors il doit proposer un descripteur de ressource pour ce concept.

5.3.7.2 Identifier et itérer les arbres de ressources

Rôle : Ontologiste

Le descripteur de ressources proposé (ou un descripteur de ressources préféré) doit être ajouté aux arbres de ressources adéquats. Le spécialiste de chaque arbre de ressources identifie si le nouveau descripteur a sa place dans l'arbre sous sa responsabilité, et le modifie en conséquence.⁶⁰

5.3.7.3 Créer ou identifier les descripteurs de ressources préférés

Rôle : Validateur

Afin de limiter les redondances et/ou inconsistances, les descripteurs proposés lors de l'itération des arbres de ressources doivent également être centralisés. Le validateur doit vérifier s'il existe un autre descripteur qui représente le même concept de ressource avant qu'un nouveau descripteur soit défini. Un descripteur validé sera considéré comme préféré et fera partie intégrante de l'ontologie des ressources.

Ce n'est pas nécessaire que cette étape de validation soit faite avant l'itération de l'arbre des ressources. Chaque ontologiste peut comparer ses descripteurs proposés avec des descripteurs préférés déjà existants et le cas échéant intégrer le descripteur préféré dans son modèle. Par contre, cette étape de validation est nécessaire quand plusieurs ontologistes proposent des concepts de ressources en parallèle.

5.3.7.4 Créer ou détruire les branches des arbres de ressources

Rôle : Validateur

Chaque modification des arbres de ressources engendre des nouvelles et/ou anciennes branches dans l'ontologie des ressources. Pour chaque nouvelle branche de ressources, la documentation opérationnelle pertinente devra être identifiée. Les anciennes branches devront être éliminées de la représentation de la documentation opérationnelle. La figure 39 reprend la figure 37 et propose une architecture assurant une certaine cohérence entre les éléments successivement créés ou obsolètes. Le rôle du validateur dans cette étape est de nouveau d'assurer que les nouvelles branches de ressources ne sont pas redondantes avec des anciennes branches ou des branches déjà existantes. Si cela devait être le cas, le validateur doit pouvoir réunir les deux branches tout en prenant soin de ne pas éliminer de la documentation opérationnelle pertinente rattachée aux anciennes branches de ressources.

⁶⁰ Dans l'ontologie des ressources, nous n'excluons pas la possibilité qu'un descripteur existe dans deux arbres différents. La figure 29 de la section §5.2.4.3.1 en donne un exemple. Dans cette figure, le descripteur *hydraulique pump 2* est modélisé dans deux branches de deux arbres différents.

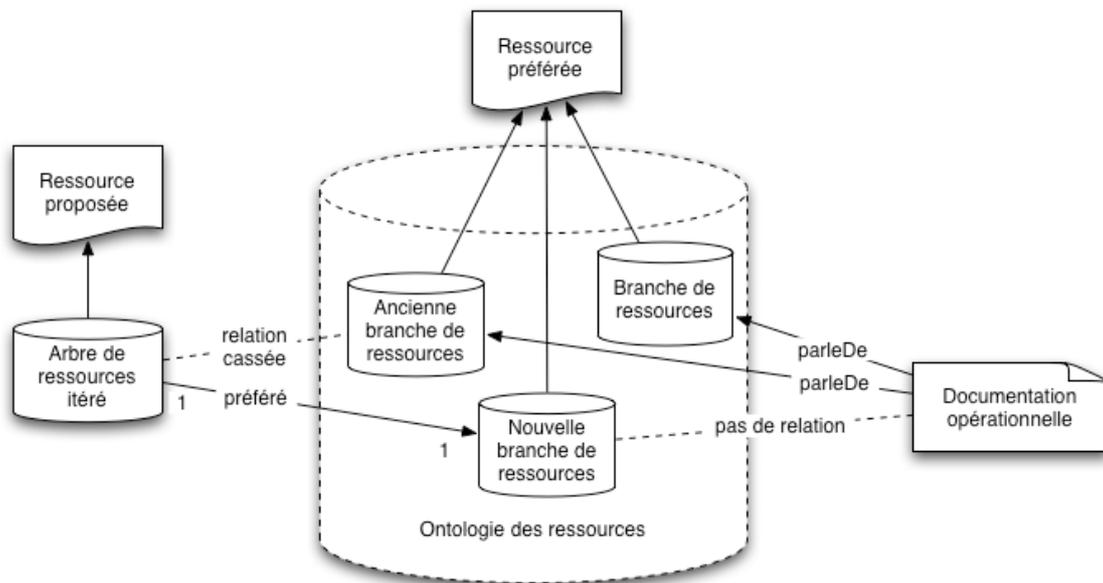


Figure 39 : Résultat lors de l'itération d'un arbre des ressources

5.3.8 Indexer les DO avec les branches d'opérations

Rôle : Indexeur

L'indexation de l'ontologie des scénarios est un processus descendant allant des branches d'opérations (représentation des situations problèmes) vers la spécification de la documentation opérationnelle (aide ou solution face à une situation problème). Chaque branche d'opérations correspond à un problème particulier du domaine, pour lequel un indexeur doit choisir (ou demander à un auteur de créer) de l'information pertinente. Cependant, la production de la documentation opérationnelle est un processus distribué. De plus, certaines de ces informations peuvent être dynamiques et sujettes à des changements imprévus. Ces caractéristiques font que l'indexation de la documentation opérationnelle par un processus descendant est difficile.

Un exemple typique de documentation opérationnelle distribuée et dynamique est l'information concernant la situation météorologique. Les instituts produisant ce genre de documentation sont des organisations autonomes, mettant périodiquement à jour les informations sous leur responsabilité, et les distribuant à la communauté aéronautique. Un autre exemple de documentation distribuée est l'information relative à l'avion lui-même. En effet, chacun des DU est adapté à l'avion qui le concerne, ce qui multiplie le contenu documentaire. De plus, chacun des opérateurs peut modifier le contenu des informations relatives aux avions sous sa responsabilité en fonction de ses usages propres.

Malgré les difficultés engendrées par ces caractéristiques, la nécessité d'indexer la documentation opérationnelle avec les branches d'opérations de manière descendante est au cœur du processus de contextualisation. Pour rendre cette étape réalisable, le processus de contextualisation doit prendre en considération les compétences des acteurs afin qu'ils/elles soient capables de répondre

aux choix d'indexation demandés. Par exemple, un instructeur pilote, en tant qu'expert du domaine, doit pouvoir donner son avis sur quelle information est intéressante pour une situation problématique particulière. Une autre approche serait d'observer l'utilisation de la documentation opérationnelle par les pilotes afin d'en extraire les relations de pertinences en fonction des interactions jugées satisfaisantes. En effet, qui mieux que l'utilisateur a la compétence de juger si une information lui est pertinente ou non, dans des conditions connues ? Cette connaissance peut ensuite être réutilisée par d'autres utilisateurs pour faciliter leur interaction avec le système. C'est l'approche préconisée par les systèmes de recommandations,⁶¹ qui sont des systèmes à apprentissage capable d'observer l'utilisation d'une application afin de mieux cibler l'information à fournir à l'utilisateur, basée sur son profil et sur son utilisation du système (Middleton et al., 2004).

En ce qui concerne la documentation opérationnelle contextuelle, elle est basée sur l'hypothèse qu'un groupe de pilotes partagent le même profil, et donc le même intérêt. Dans notre cas, ce profil fait partie de l'ontologie des scénarios au sens qu'elle est une représentation de leur besoin en information. C'est un profil unique et nous ne prenons ici pas en considération la personnalisation des besoins en information à l'intérieur de ce groupe d'utilisateur. Par contre, l'utilisation de la documentation opérationnelle doit guider les éléments d'information pertinents pour une situation problématique donnée. Nous utilisons cette possibilité pendant le processus de contextualisation pour supporter les indexeurs dans leur tâche d'indexer les DO avec les branches d'opérations.

Dans le §5.3.10, nous décrivons comment des DO potentiellement pertinents sont proposés pour des branches d'opérations. Nous utilisons ces inférences pour proposer à l'indexeur des choix d'indexation. La figure 40 ci-dessous illustre le rôle de l'indexeur dans la validation, ou l'exclusion, des DO pertinents pour une branche d'opérations donnée.

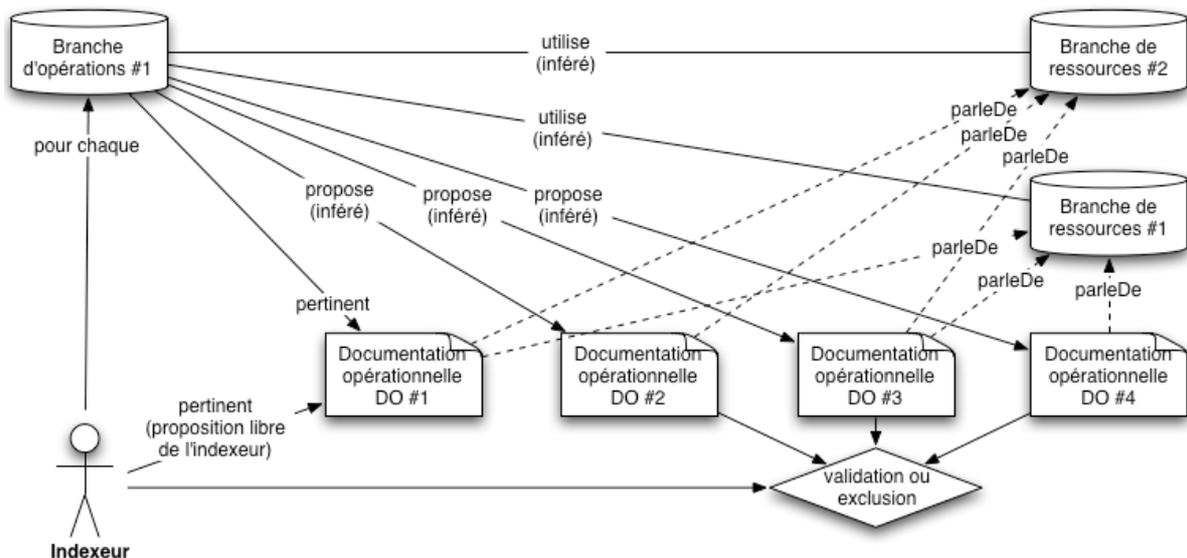


Figure 40 : Exemple abstrait concernant l'indexation de DO avec des branches d'opérations

⁶¹ Recommender Systems

La figure 41 détaille quant à elle les sous-étapes nécessaires à l'indexation des DO descriptifs et prescriptifs avec des branches d'opérations. Elles sont reprises et décrites dans les sections qui suivent.

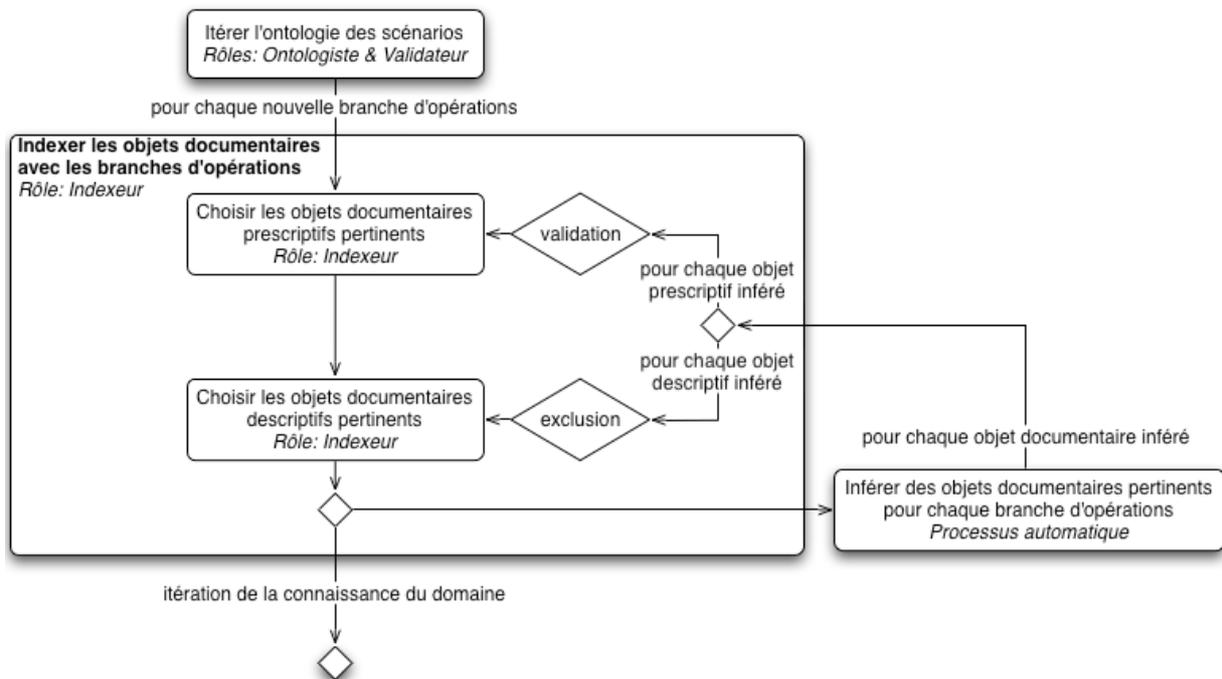


Figure 41 : Indexer les DO avec les branches d'opérations

5.3.8.1 Choisir les DO prescriptifs pertinents

Rôle : Indexeur

La connaissance prescriptive décrit un comportement attendu par rapport à une situation connue et identifiée. Une fois approuvée, nous considérons la connaissance prescriptive comme persistante. Il est donc peu probable que le contenu de ce genre de documentation soit susceptible de changer de manière imprévue, et toute information prescriptive pertinente pour une branche d'opérations doit être connue au préalable du processus d'interaction.

Afin de ne pas ajouter de connaissances prescriptives venant d'inférences automatisées qui pourraient entrer en contradiction avec de la connaissance déjà validée, ces propositions sont soumises à une sous-étape de validation. Ces inférences sont une aide à l'indexeur pour retrouver dans la documentation opérationnelle des connaissances prescriptives potentiellement pertinentes, basées sur de la connaissance pertinente existante. Cette aide peut s'avérer utile au vu de la caractéristique de distributivité de la documentation opérationnelle.

5.3.8.2 Choisir les DO descriptifs pertinents

Rôle : Indexeur

Nous avons considéré la documentation prescriptive comme persistante. Ce n'est pas le cas pour la documentation descriptive dont le contenu peut varier de manière imprévue. Le cas des observations météorologiques discuté ci-dessus en est un exemple. Un autre exemple est la description d'une aide à la navigation qui devient défectueuse. Ces informations sont reportées dans la documentation opérationnelle et peuvent survenir à tout moment.

Afin de pouvoir prendre en considération ces informations au moment de leur parution, ces informations descriptives sont jugées pertinentes si elles répondent au critère 5 discuté préalablement. Néanmoins, une sous-étape d'exclusion permet à l'indexeur d'enlever de la connaissance descriptive inférée non adéquate. Par contre, même si les objets documentaires ajoutés par ce processus complètent l'étape d'indexation des branches d'opérations, ce processus n'est possible qu'après avoir indexé certains objets descriptifs uniquement à l'aide de la connaissance de l'indexeur. Cette sous-étape reste une aide à l'indexation mais ne garantit pas son exhaustivité.

5.3.9 Indexer les DO avec les branches de ressources

Rôle : Indexeur

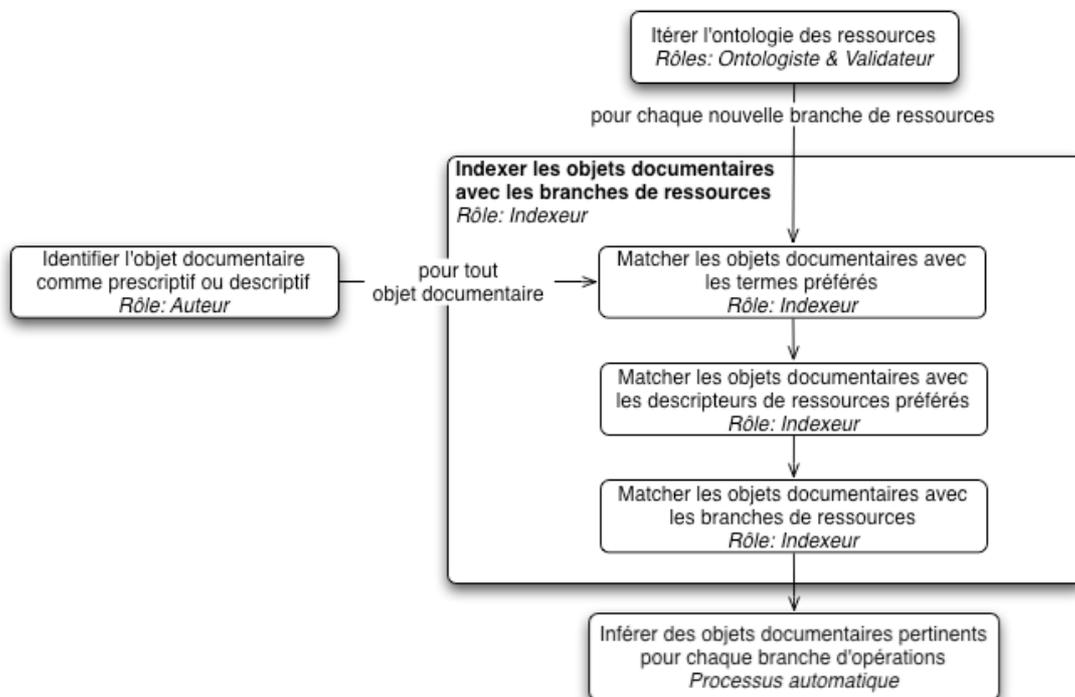


Figure 42 : Indexer les DO avec les branches de ressources

La figure 42 ci-dessus montre les sous-étapes nécessaires à l'indexation de la documentation opérationnelle avec les branches de ressources. Pour l'indexation des descripteurs de ressources, nous acceptons une indexation ascendante de la documentation opérationnelle vers l'ontologie des ressources. En effet, il est peu probable qu'un objet documentaire soit pertinent pour une branche de ressources si aucune des ressources décrite dans la branche ne figure dans le contenu de l'objet documentaire considéré. Nous reprenons donc l'hypothèse classique de la recherche d'information qui assigne la pertinence d'un descripteur à un document en fonction de son apparition dans ce document (voir les critères 2 de pertinence pour l'ontologie des ressources dans le §5.2.4.3). Ainsi, un processus supervisé comparant à la fois le contenu de la documentation et les descripteurs de l'ontologie peut être envisagé. Nous n'avons pas étudié la possibilité de remplacer l'indexation de la documentation opérationnelle avec les branches de ressources par un processus complètement automatisé, mais ne l'excluons pas.

Deux cas existent qui mènent à l'indexation des objets documentaires avec l'ontologie des ressources. Soit (a) un objet documentaire est modifié et l'ontologie des ressources n'est pas impactée car aucun nouveau descripteur de ressource supplémentaire n'est défini, ou (b) l'ontologie est impactée. Si l'ontologie des ressources n'est pas impactée et qu'aucune nouvelles branches ne sont définies, seuls les objets documentaires modifiés sont à indexer. Dans le cas où l'ontologie des ressources est impactée, l'intégralité de la documentation doit être à nouveau analysée afin de garantir que les nouvelles branches de ressources sont prises en considération. Bien sûr, les choix d'indexation effectués pour les objets documentaires représentés par des branches de ressources non modifiées peuvent être conservés.

Les sous-étapes que nous décrivons ci-dessous correspondent à un processus supervisé où un algorithme aide l'indexeur dans ses choix successifs. L'aide décrite reprend les critères 2 de pertinence et suit dans son principe l'arbre de décisions illustré dans la figure 29 du §5.2.4.3.

5.3.9.1 Apparier les DO avec les termes préférés

Rôle : Indexeur

Cette sous-étape peut servir de contrôle du vocabulaire en remplaçant certains termes utilisés par les auteurs par des termes jugés préférables. Pour cela un dictionnaire des synonymes doit être développé en marge de l'ontologie des ressources pour pouvoir de manière automatisée reconnaître le contenu brut de la documentation opérationnelle avec les termes des descripteurs préférés.

5.3.9.2 Apparier les DO avec les descripteurs de ressources préférés

Une fois que la sous-étape précédente a repéré les descripteurs préférés, une sous-étape de désambiguïsation est nécessaire. En effet, comme les descripteurs de ressources sont formés de termes multiples, l'indexeur doit choisir quel(s) descripteur(s) représente(nt) le DO considéré.

Dans notre étude, nous avons développé une application simple de reconnaissance de textes permettant d'identifier dans un premier temps les termes préférés contenus dans l'objet

documentaire, puis de proposer les descripteurs de ressources possibles. La figure 43 est une capture d'écran de cette application et montre les choix effectués par un indexeur pour un objet documentaire traitant de la description du système du carburant.

✶ Authoring: Context Indexation Support

✶ [Task Context Management](#)
✶ [Resource Context Management](#)

1. Resource Context Management: Keyword Search: Enter the text to be processed

the fuel pump is located in the inner tank and feeds the engine

the fuel pump is located in the inner tank and feeds the engine

2.1. Select associated keywords :

_fuel
 _pump
 _inner

→

2.2. You can choose the next series of keywords : →

2.3. Display result : →

3. Select the resource context descriptor(s) relevant to your text :

main_fuel_pump
 standby_fuel_pump
 transfer_fuel_pump

→

Figure 43 : Exemple d'un descripteur de ressource choisi pour représenter un objet documentaire

5.3.9.3 Apparier les DO avec les branches de ressources

Chaque descripteur de ressource définit un ensemble de branches de ressources potentiellement pertinentes pour l'objet documentaire. Une fois encore, une sous-étape de désambiguïsation est nécessaire. En effet, chaque branche de ressource (constituée de plusieurs descripteurs) est un élément à indexer et doit être désambiguïsée par un indexeur au même titre que le descripteur (constitué de plusieurs mots) a dû l'être. Néanmoins, les points (d) et (e) des critères 2 de pertinence décrits dans la spécification de l'ontologie des ressources permettent de limiter les choix à effectuer. Ces points ont été discutés avec l'aide d'un exemple illustré par la figure 29.

5.3.10 Inférer des DO pertinents pour chaque branche d'opérations

La figure 44 décrit un processus d'inférence afin de retrouver des DO potentiellement pertinents pour une branche d'opérations donnée. Ce processus est proposé pour diminuer le problème lié à une indexation descendante. En effet, il est possible que le contenu d'un DO ne contienne aucun descripteur d'une branche d'opérations qui lui est pertinente. Par exemple, soit la branche d'opérations :

Condition environnementale : aucune ;
Phase de vol : *taxi* ;
Opération : *set thrust levers as required* ;

Et les objets documentaires :

DO #1 : *The speed limitation during taxi is 25 knots* ;
DO #2 : *The airspeed indication on the PFD starts at 30 knots* ;
DO #3 : *The groundspeed is indicated on the performance page of the MCDU*⁶².

On peut raisonnablement considérer que cette branche d'opérations est pertinente pour les trois objets documentaires mentionnés. Par contre, seul le DO #1 reprend explicitement l'un des descripteurs de la branche d'opérations considérée (en l'occurrence : *taxi*). Dans le processus d'inférence, nous proposons d'utiliser la connaissance ajoutée par le rapprochement entre la branche d'opérations et les ressources mentionnées, pour proposer d'autres DO potentiellement pertinents. En effet, si l'indexeur choisit uniquement le DO #1 comme pertinent, le fait que ce DO parle de la notion de vitesse indiquée peut permettre de faciliter le processus d'indexation descendant pour les DO #2 et DO #3.

Afin d'illustrer à travers l'exemple ci-dessus l'étape d'indexation des DO avec les branches d'opérations (voir le chapitre 5, §5.3.8), nous faisons remarquer que le DO #1 est un DO prescriptif (car il répond à la question : Comment est-ce que la tâche est faite ?), et que les DO #2 & #3 sont des DO descriptifs (en tant que définitions du domaine). Ainsi, si ces trois DO étaient proposés en tant que DO potentiellement pertinents par le processus d'inférence, le DO #1 serait soumis à une sous-étape de validation, alors que les DO #2 & #3 seraient directement pris en tant que DO pertinents, tout en laissant la possibilité à l'indexeur de les exclure.

Le processus d'inférence décrit n'est possible que si chaque DO est déjà représenté par des descripteurs de ressources adéquats. Comme l'indexation des DO par l'ontologie des ressources est ascendante, nous admettons que c'est le cas. Le critère 3 de pertinence (voir le chapitre 5, §5.2.4.4) est le processus d'inférence proposé pour représenter les branches d'opérations par des branches de ressources corrélées. Le critère 4 de pertinence ci-dessous reprend le critère 3 et ajoute un processus d'inférence pour proposer des DO potentiellement pertinents pour chaque branche d'opérations.

En effet, sachant la représentation des branches d'opérations en termes de branches de ressources, et connaissant la représentation des DO également en termes de branches de ressources, il est possible de comparer les deux représentations et d'inférer une probabilité qu'un DO soit pertinent pour une branche d'opérations. Cependant, le calcul de cette probabilité impose à nouveau une notion de poids pour cette relation et nous avons écarté cette possibilité (voir le chapitre 5, §5.1.2). Afin de ne pas introduire cette pondération, l'approche la plus conservatrice est de considérer un DO comme potentiellement pertinent si au moins une branche de ressources est similaire dans les deux représentations.

⁶² Multi Control Display Unit (MCDU)

processus de contextualisation décrit tout en minimisant les efforts nécessaires. De plus, cet outil doit être fait dans un environnement de compétences et d'informations distribuées.

Dans le projet CRIISTAL⁶³, l'ontologie des contextes opérationnels et une partie du processus de contextualisation ont été réalisés en utilisant l'outil de développement d'ontologies Protégé.⁶⁴ Protégé est un logiciel gratuit utilisant une interface intuitive pour le développement d'ontologies, avec une facilité d'export en langage OWL⁶⁵, et un accès à des API⁶⁶ développés de manière collaborative. Même si Protégé a été un outil intéressant pour la spécification, l'itération et l'instanciation des développements du projet, un outil de gestion de connaissance industriel devra être développé spécifiquement pour le processus qu'il devra supporter. Le chapitre 5 donne un aperçu dans cette direction.

Cependant, la contextualisation de la documentation opérationnelle pose des problèmes liés à la validité et à l'exhaustivité de la connaissance modélisée. Le rôle principal de la documentation opérationnelle contextuelle est de permettre au pilote de bénéficier de connaissances ajoutées en proposant des raccourcis et inférences pendant le processus d'interaction. Afin de limiter au minimum les possibles déviations lors du processus de contextualisation, la connaissance ajoutée doit être partagée par les acteurs responsables pour sa validité. Avec la documentation opérationnelle statique (comme la documentation papier), seul le contenu de la documentation peut transférer l'information. Avec la documentation opérationnelle contextuelle, les développements permettant l'interactivité ou l'automatisation de la documentation insèrent au niveau de sa structure des connaissances supplémentaires. Cette connaissance ajoutée, non disponible précédemment, doit à son tour être partagée, revue et validée.

Finalement, l'effort nécessaire pour le développement de la documentation opérationnelle contextuelle est au stade de cette étude beaucoup plus conséquent que sa rédaction seule. Davantage d'études sur le développement d'un outil de gestion de connaissance dédié à la contextualisation de la documentation sont nécessaires pour rendre acceptable l'effort demandé. Sur la base des observations faites lors du projet CRIISTAL, nous recommandons la séparation d'un outil de contextualisation en trois entités. Premièrement, le processus de rédaction existant doit être maintenu et le contenu ainsi créé doit être mis à disposition de la communauté. Cela assure que, quelque soit le résultat du processus global de contextualisation, la fonctionnalité statique de la documentation ne soit pas altérée. Deuxièmement, un outil de développement d'ontologies doit être utilisé pour la modélisation et l'itération de l'ontologie des contextes opérationnels. Les ontologies doivent également être mises à la disposition de la communauté afin d'en assurer l'acceptation et la validité. Troisièmement, un outil spécifique avec en entrées le contenu documentaire et les ontologies doit pouvoir aider aux tâches d'indexation du processus de contextualisation.

Deux aspects de cet outil d'indexation sont à considérer particulièrement. Pendant la phase initiale de contextualisation, lorsque l'intégralité de la documentation opérationnelle n'est pas

⁶³ Le projet CRIISTAL (Contextual & Integrated Information System: Training And Learning) a été mené à EURISCO International en collaboration avec Airbus entre 2004 et 2006, et qui a servi de cadre industriel à cette thèse

⁶⁴ <http://protege.stanford.edu/overview/protege-owl.html>

⁶⁵ Ontology Web Language (OWL)

⁶⁶ Application Programming Interfaces (API)

encore contextualisée, l'outil doit être accessible par le plus grand nombre d'utilisateurs comme les auteurs, les instructeurs, et même les pilotes eux-mêmes. Ceci afin de bénéficier d'un maximum de compétences et de connaissances implicites. Une fois la majorité de la documentation contextualisée, l'outil d'indexation doit pouvoir tracer la connaissance ajoutée lors des choix d'indexation afin de la réutiliser lors de l'itération de la connaissance du domaine. Cet apprentissage de l'outil d'indexation doit pouvoir rendre l'effort d'indexation à chaque nouveau contenu documentaire créé acceptable. La démonstration d'une phase de maintenance acceptable de la documentation opérationnelle contextuelle est l'une des clés pour permettre son intégration dans l'environnement industriel aéronautique.

CHAPITRE VI : PROTOTYPAGE ET ÉVALUATIONS

« Le cyclone, ce n'est rien. On sauve sa peau. Mais auparavant ! Mais cette rencontre que l'on fait ! »

Antoine de Saint-Exupéry, Vol de Nuit, 1931

6 PROTOTYPAGE ET ÉVALUATIONS

6.1 Introduction

En raison du niveau élevé d'entraînement que requiert la compétence de pilote de transport aérien, ainsi que des caractéristiques spécifiques du domaine aéronautique, les pilotes sont considérés comme des experts dans leur domaine. Marchionini et al. (1993) ont étudié les différences de comportement entre les novices et les experts d'un domaine lorsque ceux-ci sont confrontés à une tâche de recherche d'information. Le comportement d'un expert est décrit comme :

- Comprend assez vite le problème à résoudre ;
- Utilise des termes de recherche très spécifiques pour produire des requêtes ;
- Est capable d'anticiper et de prédire les réponses proposées par le système ;
- Est capable d'évaluer la pertinence des résultats avec une grande certitude et de manière relativement rapide.

Cette description de la capacité d'un expert à pouvoir prédire et évaluer la pertinence des résultats d'un système de recherche d'information est intéressante. Cette caractéristique antécédente la possibilité d'utiliser les pilotes comme sujets pour les évaluations formatives des prototypes de documentation opérationnelle contextuelle de notre étude. En ce qui concerne les caractéristiques concernant la compréhension du problème et les termes spécifiques utilisés, nous ne les considérons pas uniquement au niveau du vocabulaire utilisé, mais les étendons à la stratégie utilisée. Nous espérons que les pilotes, en tant qu'experts du domaine, montrent une même stratégie dans la compréhension et la résolution du problème, pas seulement entre eux, mais également entre les problèmes à résoudre. L'explicitation d'une telle stratégie, si elle existe, est un des objectifs de nos évaluations.

Dans une étude précédente, nous avons proposé une stratégie de navigation et de recherche d'information dans la documentation opérationnelle basée sur la description de tâches.⁶⁷ Cette idée a fait l'objet d'un premier démonstrateur. Ce démonstrateur permet au pilote de choisir entre plusieurs tâches afin d'entrer dans la documentation opérationnelle électronique, et propose ensuite une navigation basée sur la propriété chronologique des tâches et sous-tâches (Ramu, 2002).

Ce démonstrateur initial est articulé selon trois fonctionnalités principales (voir la figure 45) :

- La navigation par les tâches permet de regrouper un ensemble de DU pour une tâche choisie, et de naviguer en fonction des propriétés chronologiques et hiérarchiques des tâches voisines ;
- La navigation par les domaines permet de changer de type de documentation choisie. Par exemple, les domaines proposés dans ce démonstrateur sont les domaines des procédures, des descriptions, des limitations et des performances ;

⁶⁷ Le projet ArtiFACT (Articulation between FCOM And Courseware/Training) a été mené à EURISCO International en collaboration avec Airbus entre 2001 et 2002

- La navigation par les niveaux d'information reprend les recommandations de Blomberg et al. (2000) et permet de désencombrer par des critères qualitatifs le contenu d'un DU. Cette fonctionnalité est réalisée dans ce démonstrateur par une facilité libellée *more* (pour obtenir de l'information plus approfondie) ou *less* (pour revenir à l'information jugée essentielle).

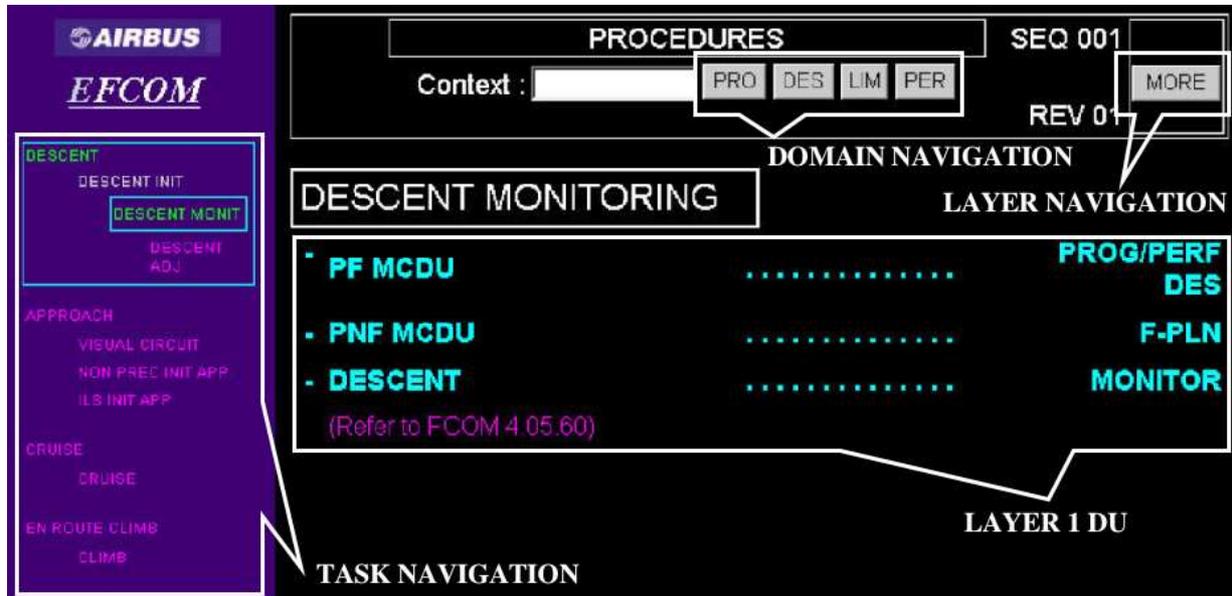


Figure 45 : Exemple du démonstrateur initial

Trois interviews d'instructeurs pilotes ont été effectués avec ce démonstrateur. Les discussions ont été particulièrement positives sur deux aspects du démonstrateur (Barnard et al., 2002) :

- L'approche orientée tâche est intéressante pour la recherche d'information et l'utilisation de la navigation par les tâches est intéressante dans un environnement d'entraînement ;
- La séparation entre les tâches, les domaines et les niveaux d'information est considérée comme 'user-friendly'.

D'un point de vue de l'outil de consultation de la documentation électronique, et considérant que la documentation opérationnelle est constituée de DU qui sont des blocs d'informations qui ne peuvent être affichés séparément, nous distinguons quatre fonctionnalités de navigation permises par la documentation électronique : (1) naviguer d'un groupe de DU vers un autre groupe de DU (fonctionnalité que nous appelons : 'grouper') ; (2) passer d'un groupe de DU à un sous-groupe de DU ('choisir') ; (3) afficher un DU particulier d'un groupe de DU sélectionné ('focaliser') ; et (4) naviguer à l'intérieur d'un DU affiché ('zoomer'). La figure 46 résume ces quatre possibilités de base. Les actions documentaires sur la documentation opérationnelle contextuelle devront utiliser ces fonctionnalités de manière adéquate, afin de répondre à une éventuelle stratégie commune de recherche et de navigation dans la documentation opérationnelle électronique par les pilotes.

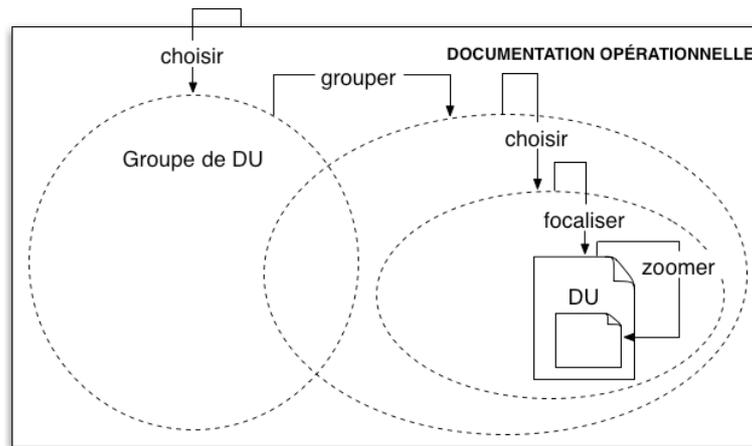


Figure 46 : Fonctionnalités de base pour la navigation dans la documentation électronique

Dans ce chapitre, nous rapportons sur les évaluations effectuées avec deux prototypes successifs de navigation dans la documentation opérationnelle électronique grâce aux propriétés de l'ontologie des contextes opérationnels. Les descripteurs de contexte, en tant qu'indices informationnels décrivant des éléments de situations, permettent en premier lieu de grouper et de choisir dans la documentation opérationnelle. Pour permettre l'utilisation du démonstrateur en tant qu'outil de consultation, les fonctionnalités permettant de focaliser et de zoomer ont également été rendues disponibles, mais n'étaient pas réalisées grâce à l'ontologie des contextes opérationnels.

Le développement puis l'évaluation du premier prototype ont permis d'un point de vue de l'artefact d'acquérir la technologie, et d'un point de vue de l'utilisateur de mettre en évidence des difficultés majeures rencontrées lors de son utilisation. En ce qui concerne le deuxième prototype, nous avons pu nous concentrer sur le développement de fonctionnalités répondant aux difficultés mises en évidence. Lors de son évaluation, nous avons procédé à une mesure d'utilisabilité par le biais d'un questionnaire.

6.1.1 Développement des prototypes

Toutes les propriétés de notre ontologie des contextes opérationnels ont été modélisées puis instanciées en utilisant l'outil de développement d'ontologie Protégé. Toutes les propriétés corrélant l'ontologie des contextes opérationnels aux éléments de la documentation opérationnelle ont été également modélisées avec Protégé. À cause du grand nombre d'informations modélisées, et de la limitation en taille des fichiers créés par Protégé, nous avons utilisé l'architecture de la figure 47 pour réaliser le modèle global.⁶⁸ Dans cette architecture, l'ontologie des scénarios et l'ontologie des ressources sont deux modules séparés. De plus, les propriétés corrélées à la documentation opérationnelle (table des matières et liens vers les DO) forment également un module séparé. Finalement, un module d'indexation comprend les

⁶⁸ Nombres de descripteurs de contexte et de DO modélisés lors du développement du second prototype : 42 conditions environnementales ; 17 phases de vol ; 241 opérations ; 270 ressources ; et 330 DO.

propriétés pour corréler ensemble les trois modules précédents en utilisant une fonctionnalité d'import disponible avec Protégé.

La figure 47 montre une vue globale de l'architecture du second prototype de l'étude. Dans cette architecture, l'ontologie des contextes opérationnels ainsi que le module d'indexation sont exportés en langage OWL, puis transférés dans une base de données SQL⁶⁹ ad hoc. Cette architecture redondante a été effectuée afin de palier à la performance faible obtenue lors du processus d'interaction utilisant directement les ontologies en format OWL (ces faibles performances ont d'ailleurs rendu les évaluations du premier prototype difficiles). En guise de contenu de documentation opérationnelle, nous avons essentiellement utilisé les données de l'avion Airbus A340 sous format HTML (FCOM (1996) pour ce qui concerne le contenu concernant les informations sur l'avion), et des données provenant d'internet pour les autres informations.

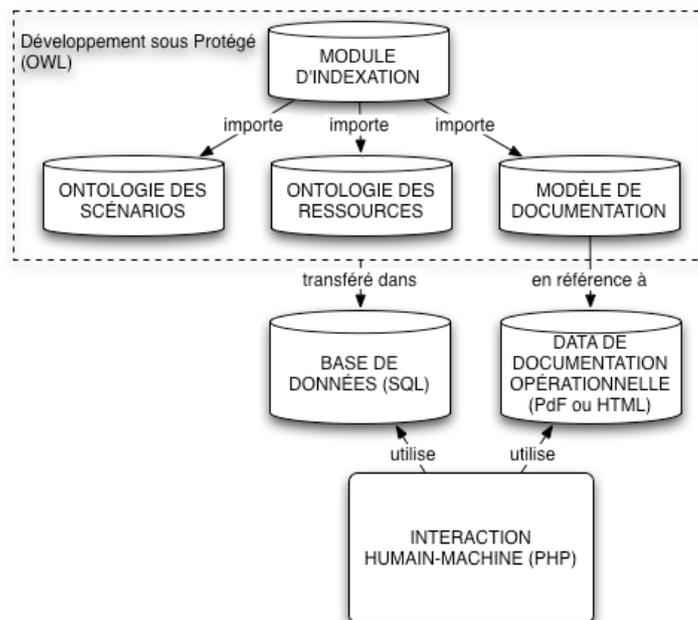


Figure 47 : Vue globale de l'architecture du second prototype

L'instanciation des prototypes a été effectuée sur la base de développement de scénarios et qui décrivent des situations d'intérêt servant de données pour les évaluations. Par exemple, une stagiaire de fin d'études d'ingénieurs intégrée dans notre étude a eu pour cahier des charges de décrire sous forme de cas d'utilisation ces situations d'intérêts. Ce travail a permis à la fois de tester et d'itérer le processus de contextualisation décrit dans le chapitre 5, et de réaliser l'ontologie des contextes opérationnels et le module d'indexation dans la perspective de l'évaluation du second prototype (Froger, 2006).

⁶⁹ Structured Query Language

6.1.2 Organisation des évaluations

Nous avons procédé à deux campagnes d'évaluations. Dans la première campagne, beaucoup d'énergie a été nécessaire pour acquérir la technologie et développer l'architecture du prototype de documentation opérationnelle contextuelle. Pendant et après la première campagne d'évaluation, des développements ont permis d'améliorer des fonctionnalités d'Interaction Humain-Machine (IHM). Lors de la première campagne d'évaluation, le manque de maturité du premier prototype a permis de discuter de manière critique avec les sujets des fonctionnalités du prototype. En conséquence, nous considérons cette première campagne d'évaluation comme formative. Les compétences acquises lors du développement du premier prototype, ainsi que l'analyse de la première évaluation, nous ont permis de concentrer les développements du second prototype dans l'amélioration du processus d'interaction. Afin d'évaluer la satisfaction de l'utilisateur envers notre proposition de documentation opérationnelle contextuelle, la deuxième campagne d'évaluation effectuée avec le second prototype de l'étude a été considérée comme summative. En conséquence, les évaluations lors de la deuxième campagne ont été effectuées dans les mêmes conditions (pas de développements supplémentaires sur le prototype entre les évaluations), et un questionnaire d'utilisabilité a été intégré aux évaluations.

6.2 Étude du premier prototype

6.2.1 Méthode

6.2.1.1 Banc d'essai pour les évaluations

Le premier prototype était disponible sur un ordinateur portable, avec un clavier périphérique et une souris. Les évaluations ont été enregistrées grâce à une caméra digitale. La caméra était placée à côté du sujet de manière à enregistrer sa voix et filmer l'interface du prototype. La figure 48 montre la disposition utilisée pour les évaluations :

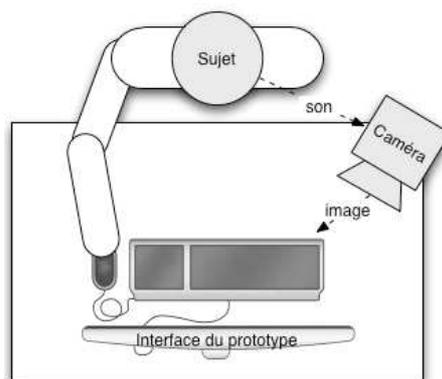


Figure 48 : Banc d'essai pour les évaluations des prototypes

L'ordinateur portable utilisé lors des évaluations comprend un écran de dix-sept pouces. Bien que la présentation et le format du prototype ne sont pas des objectifs d'évaluation de notre étude, nous notons sans le commenter que la taille d'écran est un facteur limitatif dans les possibilités d'interaction. La taille d'écran d'outils actuels de consultation de documentation opérationnelle à bord d'avion varie entre dix et douze pouces.

6.2.1.2 Profil des sujets

Pour la première campagne d'évaluations, quatre sujets pilotes commerciaux ont été évalués. Le tableau 20 présente leur profil. Leur expérience de vol permet de considérer ces sujets comme des sujets expérimentés à très expérimentés. De plus, trois sujets ont également la compétence de pilote instructeur, et un sujet est pilote d'essai ayant une expérience dans le développement de nouvelles applications.

Tableau 20 : Profil des sujets pour la première campagne d'évaluations

	Pilote de ligne	Pilote instructeur	Pilote d'essai	Expérience de vol	Types d'avions
1	NON	OUI	OUI	12 000 heures	A319&320&321/A330&340
2	OUI	NON	NON	3 500 heures	B737/A330&340
3	OUI	OUI	NON	10 000 heures	A300/Learjet
4	OUI	OUI	NON	20 000 heures	B707/B747/A319&320&321

6.2.1.3 Description du premier prototype

Le premier prototype permettait de faire des requêtes pour de la documentation opérationnelle en choisissant des descripteurs de contexte séparés en trois catégories : les conditions environnementales, les tâches et les ressources. Pour chaque catégorie, une liste déroulante permet de choisir le descripteur. Basés sur la requête déjà effectuée, des liens d'affinage du contexte sont proposés. Ces liens d'affinage du contexte sont des descripteurs disponibles dans les listes des catégories de requêtes, et sont calculés de manière à choisir un groupe de DU d'au moins un DU lorsque ajouté à la requête déjà effectuée. Par la suite, le processus d'interaction lors de l'utilisation du premier prototype est un processus itératif où :

- (1) L'utilisateur déclare un intérêt par la sélection d'une requête de contexte ;
- (2) L'utilisateur affine sa requête grâce aux liens d'affinage du contexte ;

La table des matières de la documentation opérationnelle s'étend en fonction de la requête effectuée, ensuite :

- (3) L'utilisateur se focalise sur un DU disponible dans la table des matières ;
- (4) L'utilisateur itère les étapes 2 et/ou 3 jusqu'à ce qu'il/elle soit satisfait/satisfaite avec les informations obtenues.

Dans le processus d'interaction du premier prototype, nous avons distingué entre trois modes d'interaction : le mode *home*, le mode de déclaration de l'intérêt, et le mode de navigation.

- **Mode *home*** : Le mode *home* était le mode par défaut lorsque ni un descripteur de contexte, ni un DU, n'était choisi. Dans le mode *home*, les listes de requête proposaient tous les descripteurs de contexte. Ces listes étaient organisées hiérarchiquement avec les descripteurs décrivant des concepts génériques au-dessus des descripteurs décrivant des concepts plus spécifiques.

- **Mode de déclaration de l'intérêt :** Le mode de déclaration de l'intérêt était le mode où l'utilisateur définissait une requête. Ce mode s'engageait une fois que l'utilisateur choisissait le premier descripteur. En réponse à la requête, le prototype proposait d'une part un groupe de DU pertinents (*DU hits*) déroulés dans la table des matières, et d'autre part les liens d'affinage du contexte dans les listes respectives. Dans le mode de déclaration de l'intérêt, l'utilisateur manipulait la requête et visionnait les *DU hits*, mais aucun DU n'était focalisé.
- **Mode de navigation :** Le mode de navigation était le mode où l'utilisateur modifiait sa requête en fonction du contenu visionné. Ce mode s'engageait dès qu'un DU était focalisé. Le DU focalisé pouvait provenir soit de *DU hits* d'une requête déjà effectuée, soit être n'importe quel DU choisi librement dans la table des matières. Si l'utilisateur choisissait un DU de la table des matières ne faisant pas partie des *DU hits* d'une requête effectuée, alors la requête s'effaçait. Dans le mode de navigation, des liens d'affinage du contexte étaient également disponibles, mais étaient calculés de manière un peu différente. Alors que dans le mode de déclaration de l'intérêt les liens d'affinage du contexte étaient calculés afin d'obtenir au moins un *DU hit*, dans le mode de navigation les liens d'affinage du contexte étaient calculés afin d'obtenir un groupe de *DU hits* comprenant au minimum le DU focalisé. Nous avons imaginé cette fonctionnalité afin de faciliter le rassemblement d'informations autour d'une information jugée intéressante à un moment donné de l'interaction. De plus, elle permettait de transmettre directement la connaissance liée à la représentation d'une information.

Dans chaque mode, l'utilisateur avait à disposition les fonctionnalités suivantes :

- Un bouton reset permettant de retourner au mode *home* ;
- La sélection d'un descripteur de contexte dans les listes respectives. Les descripteurs proposés dans les listes étant fonction de la requête déjà effectuée et/ou d'un DU focalisé ;
- La suppression d'un descripteur de contexte déjà sélectionné ;
- La sélection d'un DU provenant soit de *DU hits*, soit choisi librement dans la table des matières ;
- La suppression du DU focalisé lorsqu'un DU était affiché.

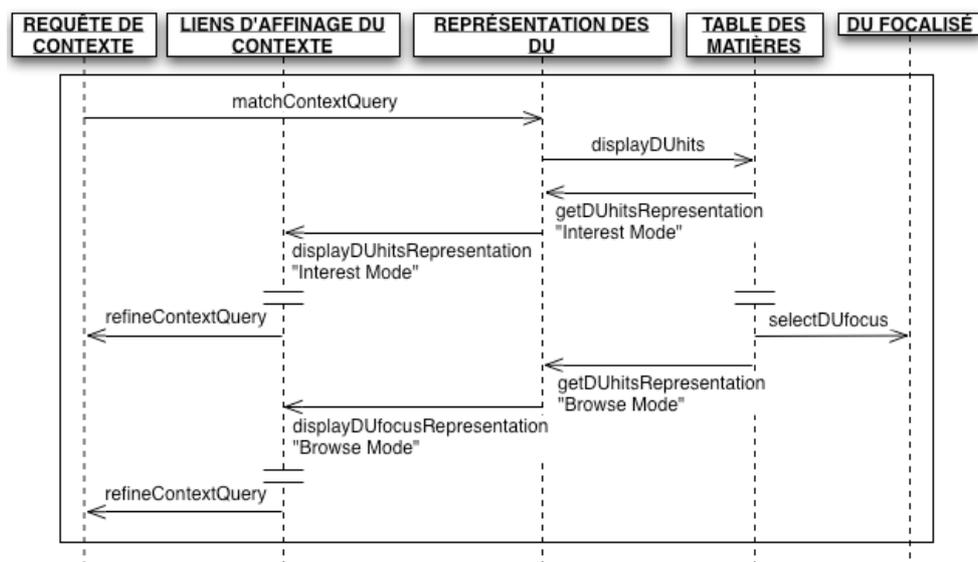


Figure 49 : Diagramme de séquence pour l'utilisation du premier prototype

L'utilisateur du premier prototype pouvait naviguer dans la documentation opérationnelle en utilisant les fonctionnalités décrites ci-dessus. La figure 49 ci-dessus présente sous la forme d'un diagramme de séquences le processus d'interaction avec ce prototype.⁷⁰ Dans ce diagramme, on remarque que les liens d'affinage du contexte, lorsque aucun DU n'est affiché (mode de déclaration de l'intérêt), proviennent de la représentation de tous les *DU hits*. Alors que lorsqu'un DU est affiché (mode de navigation), ces liens proviennent uniquement de la représentation du DU focalisé. À chaque itération de la requête ou du DU focalisé, le prototype inférait les nouveaux *DU hits* et liens d'affinage.

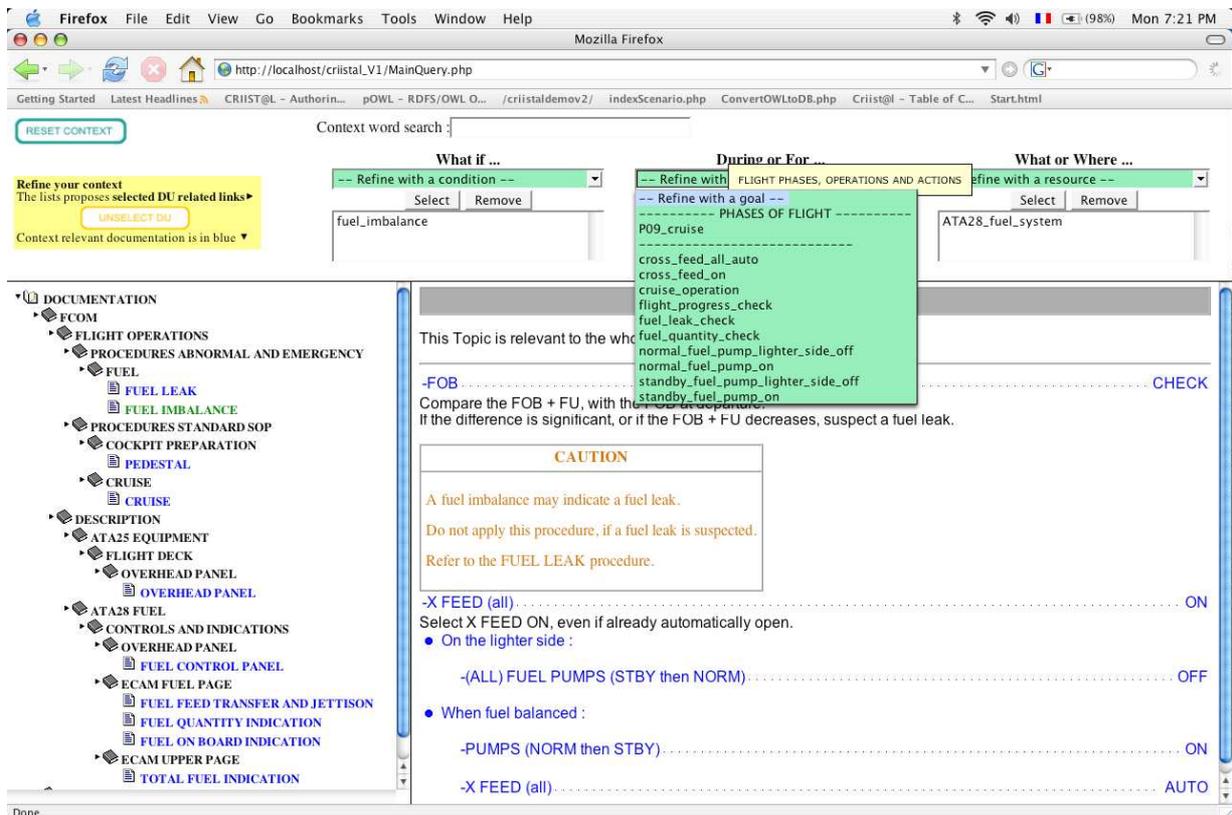


Figure 50 : Exemple de l'interface du premier prototype

La figure 50 ci-dessus présente une capture d'écran de l'interface du premier prototype dans le mode de navigation. Cette capture d'écran montre l'interface telle qu'elle était lors de la dernière évaluation de la première campagne. En haut, l'utilisateur pouvait sélectionner une requête constituée d'une condition environnementale (libellé 'What if...'), de plusieurs tâches (libellé 'During or For...'), et/ou de plusieurs ressources (libellé 'What or Where...'). Cette capture d'écran montre en détail les propositions de liens d'affinage du contexte pour la catégorie des tâches. Ces propositions sont fonctions de la requête déjà effectuée (en l'occurrence : le descripteur de condition environnementale *fuel imbalance* et le descripteur de ressource *fuel*

⁷⁰ Les différentes figures constituées de diagrammes et de captures d'écrans faisant référence à des fonctions des prototypes comprennent une terminologie en anglais. Nous n'avons pas traduit ces termes spécifiques et avons gardé la terminologie utilisée lors de l'étude.

system), et du DU focalisé (en l'occurrence la procédure de *fuel imbalance*). Les *DU hits* sont proposés sur la gauche, dans une table des matières déroulée n'affichant que les *DU hits* respectifs. La fonctionnalité de *context word search* tout en haut de la capture d'écran est une fonctionnalité qui a été rajoutée entre deux évaluations de la première campagne. Cette fonctionnalité permet simplement de surligner dans les listes déroulantes les descripteurs de contexte comprenant une chaîne de caractère particulière.

6.2.1.4 Mesures des évaluations

L'application de documentation opérationnelle contextuelle doit être fondée sur des spécifications en accord avec le processus mental de l'utilisateur dans l'utilisation de la documentation opérationnelle avec les propriétés de la documentation électronique. Un des objectifs de la première campagne d'évaluation était de rendre plus explicite ce processus mental. La méthode dite de pensée à voix haute (Ericsson & Simon, 1980 ; Someren et al., 1994) permet d'explicitier le processus mental d'un sujet et a l'avantage d'être une méthode d'évaluation relativement simple à réaliser. En résumé, la méthode de pensée à voix haute demande aux sujets d'exprimer leurs pensées tout en résolvant un problème. Cette demande est répétée si nécessaire tout au long du processus de résolution de problème afin d'encourager le sujet à verbaliser ses pensées. C'est la méthode que nous avons choisie pour les évaluations de la première campagne.

En tant qu'évaluation formative, la première campagne s'est concentrée sur l'amélioration des fonctionnalités du prototype de documentation opérationnelle contextuelle. Pendant cette campagne, le retour d'expérience directe des évaluations a permis d'améliorer successivement le prototype entre chaque session d'évaluation. Ces modifications se sont limitées à des modifications superficielles comme l'ajout de raccourcis ou la modification de labels. Pour les modifications plus profondes comme un réajustement des fonctionnalités du prototype pour s'accorder à un éventuel processus mental de l'utilisateur, elles ont été réalisées dans le second prototype de l'étude, en se basant sur l'analyse des résultats de l'évaluation par la méthode de pensée à voix haute.

6.2.1.5 Protocole des évaluations

L'évaluation du premier prototype consistait en trois exercices. Les deux premiers exercices se référaient à la même situation problème. Le premier de ces exercices demandait au sujet de trouver une information directement liée à cette situation, alors que le deuxième demandait de trouver de l'information liée à une autre situation pouvant être une conséquence de la situation problème précédemment mentionnée. Ce faisant, le deuxième exercice demandait au sujet un travail d'anticipation face à une situation particulière. Quant au troisième exercice, il consistait en une navigation libre avec le prototype, en demandant au sujet d'analyser les causes et conséquences d'une situation particulière. Ci-dessous, sont décrits les exercices et les objectifs demandés aux sujets. Ensuite, sont listées les étapes que nous avons suivies pour la réalisation des évaluations.

Exercice 1 :

- **Description :** L'événement suivant est en train de se passer : « L'indication de quantité de carburant clignote dans les réservoirs intérieurs et extérieurs »
- **Objectif :** Trouver cette information dans la documentation opérationnelle

Exercice 2 :

- **Description :** L'événement suivant est en train de se passer : « L'indication de quantité de carburant clignote dans les réservoirs intérieurs et extérieurs »
- **Objectif :** Quelle pourrait être l'altitude maximum de vol ?

Exercice 3 :

- **Description :** L'un de vos collègues a expérimenté une fuite de carburant lors de l'un de ses derniers vols long-courrier. Cette défektivité a amené l'équipage à atterrir l'avion à destination avec un niveau restant de carburant faible. Vous êtes planifié pour un vol long-courrier demain matin et avez un peu de temps à disposition dans votre chambre d'hôtel. Vous décidez de réviser les informations à votre disposition pour mieux comprendre les causes et conséquences d'une situation de fuite de carburant.
- **Objectifs :**
 - (1) Trouvez les causes possibles d'une fuite de carburant ;
 - (2) Étudiez quelques conséquences d'une situation de fuite de carburant.

Étapes des évaluations :

- **Étape 1 :** Le sujet est interviewé sur son expérience dans le domaine (10 minutes) ;
- **Étape 2 :** L'évaluateur introduit les thèmes de l'étude et explique le démonstrateur. Un tour guidé permet au sujet de se familiariser avec les fonctionnalités et limites du démonstrateur (10 minutes) ;
- **Étape 3 :** L'évaluateur donne la main au sujet. L'évaluateur introduit le premier exercice et l'objectif à réaliser. Le sujet commence ensuite avec le premier exercice et verbalise autant que possible ses pensées. L'évaluateur rappelle au sujet de verbaliser ses pensées autant que nécessaire (15 minutes) ;
- **Étape 4 :** Lorsque le sujet a terminé, ou d'un commun accord entre le sujet et l'évaluateur, la résolution optimale de l'exercice est démontrée par l'évaluateur, puis discutée avec le sujet (5 minutes) ;
- **Étape 5 & 6 :** Répétition des étapes 3 & 4 avec le second exercice (20 minutes) ;
- **Étape 7 & 8 :** Répétition des étapes 3 & 4 avec le troisième exercice (20 minutes) ;
- **Étape 9 :** Le sujet est interviewé sur les avantages et désavantages du prototype (15 minutes) ;
- **Étape 10 :** L'évaluation se termine sur une discussion ouverte entre le sujet et l'évaluateur (15 minutes) ;
- **Durée :** Environ 1 heure 30 minutes.

6.2.2 Analyse des résultats

La transcription de l'analyse des résultats est organisée de la manière suivante. D'abord, nous listons sommairement les problèmes d'interaction récurrents rencontrés lors des évaluations. Ensuite, nous détaillons et analysons chaque problème séparément. Nous prenons soin dans ces analyses de mettre en évidence les itérations prévues pour le deuxième prototype afin de mieux répondre aux problèmes rencontrés.

6.2.2.1 Problèmes d'interaction

Sept problèmes d'interaction récurrents ont été rencontrés lors de l'évaluation du premier prototype :

- **Guidage lors de l'interaction** : Le sujet se trouvait perdu dans l'interaction sans savoir quelle information chercher et où de l'information pour le guider était disponible ;
- **Surcharge des *DU hits*** : Trop de *DU hits* étaient proposés en même temps et l'utilisateur n'était pas capable de gérer ces informations ;
- **Surcharge du *DU focalisé*** : Le sujet devait scroller excessivement le *DU* affiché pour aller chercher du contenu ;
- **Surcharge des liens d'affinage du contexte** : Le choix d'un descripteur particulier dans la liste des descripteurs disponibles était problématique ;
- **Labels pas intuitifs** : Les labels des catégories de requête ne permettaient pas au sujet de facilement identifier sémantiquement une requête souhaitée avec la catégorie adéquate de descripteurs ;
- **Requête de contexte inadaptée** : La requête ne représentait pas le souhait du sujet alors que la requête a été choisie délibérément ;
- **Représentation inadéquate de l'information** : Les inférences effectuées pour les propositions de descripteurs de contexte (liens d'affinage du contexte) ne permettent pas de rendre plus explicite les situations problématiques du domaine.

6.2.2.2 Guidage lors de l'interaction

6.2.2.2.1 Description

Le prototype de documentation opérationnelle contextuelle propose de nouvelles fonctionnalités que la documentation opérationnelle traditionnelle dans l'aéronautique ne propose pas encore. En particulier, l'organisation de la documentation est supportée par une structure multidimensionnelle sous forme de requêtes à la place de la structure monodimensionnelle de la table des matières sous forme d'arborescence. De plus, le *look and feel* des menus déroulants pour le choix des descripteurs de contexte ne ressemble pas à un arbre bien que leur structure s'y apparente (avec des liens dynamiques, c'est-à-dire qui changent au cours de l'interaction).

Avec cette nouvelle organisation de la recherche, la possibilité de choisir librement la requête à travers des catégories multiples a eu pour effet de conduire le sujet dans l'incertitude. Le guidage d'une documentation traditionnelle basée sur l'itération de la recherche dans une table des matières devenue plus ou moins familière n'était pas remplacé par un autre guidage logique des fonctionnalités du prototype.

6.2.2.2.2 Analyse

Les évaluations avec la méthode de pensée à voix haute ont permis d'explicitier chez certains sujets quelques étapes caractéristiques lors de la recherche d'information dans la documentation opérationnelle. Par exemple, la volonté en premier lieu de rechercher de la documentation prescriptive (les procédures) car plus directive et pratique. La nécessité de reconnaître

correctement la situation pour pouvoir choisir la bonne procédure et la volonté d'anticiper les risques potentiels. Ces étapes peuvent être ordonnées selon un processus mental que nous proposons pour le guidage de l'interaction avec la documentation opérationnelle. Nous distinguons les étapes chronologiques suivantes :

- (1) Le choix d'une situation et l'analyse des situations connexes ;
- (2) Pour une situation donnée, la sélection des procédures et autres informations pertinentes ;
- (3) La possibilité d'analyser les conséquences d'une situation particulière sur les situations futures ;
- (4) La répétition de l'étape (2) pour les situations futures découlant de la situation initiale.

Supporter ce processus mental est l'objectif principal fixé pour le développement du deuxième prototype. Ceci peut permettre de mieux guider l'utilisateur dans son interaction avec la documentation opérationnelle contextuelle. Dans les sections suivantes, nous allons nous attacher à discuter les problèmes rencontrés et essayer de trouver des solutions qui à la fois diminuent le problème, et s'adaptent au processus mental.

6.2.2.3 Surcharge des *DU hits*

6.2.2.3.1 Description

Dans le premier prototype, la table des matières se déroulait automatiquement après avoir choisi le premier descripteur sous forme de requête. Les liens d'affinage du contexte étaient cachés dans leur liste respective alors que les *DU hits* apparaissaient dynamiquement. Cela a eu pour effet de mener la plupart des sujets à directement se concentrer sur les *DU hits*, sans affiner la requête à l'aide des liens de contexte proposés. Ne pas entrer dans la boucle d'affinage du contexte a eu deux conséquences : premièrement, les sujets avaient à s'occuper d'un grand nombre de *DU hits* ; deuxièmement, les sujets n'ont pas formulé une requête sous la forme d'une description de situation en choisissant une combinaison de descripteurs de contexte de catégories différentes.

6.2.2.3.2 Analyse

Dans les systèmes de recherche d'information classique, la surcharge des informations pertinentes d'une requête est gérée par le classement des résultats de haut en bas en fonction du score de chaque information pertinente prise individuellement. La possibilité de classer les DU de cette manière a été discutée dans le chapitre 5, §5.1.2, et nous l'avons écartée.

En conséquence, le prototype ne classe pas les DU par priorité. L'utilisateur doit donc être guidé dans la formulation d'une requête suffisamment précise pour obtenir un nombre de *DU hits* gérable. Pour le deuxième prototype, l'évaluation du nombre de *DU hits* obtenus sera introduite comme étape intermédiaire entre la formulation de la requête (respectivement le choix d'une situation) et l'interprétation des *DU hits*. Comme la deuxième étape du processus mental se réfère explicitement à un type particulier de la documentation opérationnelle (le domaine des procédures), les descripteurs de domaines permettront de choisir le type de documentation à consulter (voir le chapitre 5, §5.3.1). Les descripteurs de domaine que nous avons utilisés sont : les procédures ; les descriptions ; les performances ; les limitations ; les cartes ; et

l'environnement. La consultation de la documentation opérationnelle devra permettre de choisir aisément le domaine des procédures, que nous mettrons en tête de liste par rapport aux autres domaines. Cette séparation permettra également de réduire le nombre de *DU hits* par domaine considéré.

Contrairement au premier prototype, la table des matières ne sera donc pas déroulée automatiquement mais sur demande. Cette demande correspond aux étapes (2) et (4) du processus mental. De plus, le nombre de *DU hits* sera mis en valeur lors des étapes (1) et (3) du processus mental afin d'encourager l'utilisateur dans la construction d'une requête de contexte adéquate.

6.2.2.4 Surcharge du DU focalisé

6.2.2.4.1 Description

Chaque contenu d'information devrait être adapté aux caractéristiques du support matériel utilisé. Cependant, les documents utilisés pour le premier prototype sont des fichiers HTML ou PdF de documentations opérationnelles existantes. Ces fichiers ont souvent gardé la structure de la documentation papier d'origine et il n'est pas rare qu'un fichier corresponde à l'équivalent de plusieurs pages papier. Ces fichiers intégrés dans un outil de documentation électronique demandent un effort considérable de scrolling et une bonne partie de leurs contenu est de ce fait caché.

De plus, ces fichiers rassemblent quelquefois plusieurs sections de thèmes différents. Pour une requête particulière, certaines de ces sections peuvent être pertinentes, alors que d'autres pas. Afficher un tel fichier sans distinguer quelles parties du fichier sont pertinentes et lesquelles ne correspondent pas à la requête a conduit certains sujets à perdre confiance dans le prototype.

6.2.2.4.2 Analyse

Afin d'aider l'utilisateur dans la recherche de l'information pertinente à l'intérieur d'un DU contenant beaucoup d'informations hétérogènes, le deuxième prototype aura une facilité permettant de surligner quelles parties d'un DU sont pertinentes en fonction de la requête formulée. Cela réduira le problème de surcharge d'un DU focalisé en permettant de scanner rapidement quelles parties sont pertinentes mêmes si celles-ci sont cachées à l'ouverture du DU.

Une autre possibilité pour réduire la surcharge du contenu documentaire est la réalisation du principe de niveaux d'information décrit en introduction (voir le §6.1). Nous n'avons pas retenu cette possibilité dans le développement du deuxième prototype car elle impose d'autres réflexions que celles qui sont engendrées par la contextualisation de la documentation opérationnelle. Par contre, nous pensons que les deux approches sont complémentaires et non contradictoires.

6.2.2.5 Surcharge des liens d'affinage du contexte

6.2.2.5.1 Description

Les liens d'affinage du contexte regroupent un grand nombre de descripteurs sous forme de listes déroulantes. Le choix d'un descripteur parmi ces listes est problématique. Afin de réduire ce problème, nous avons organisé les listes de manière hiérarchique (les descripteurs génériques au-dessus de descripteurs plus spécifiques). Cependant, les sujets demandaient la possibilité d'utiliser le langage naturel comme source de requête. Bien qu'une telle fonctionnalité a des avantages et peut paraître attractive, nous faisons remarquer dans l'analyse ci-dessous les limites de cette facilité appliquée à notre approche de documentation opérationnelle contextuelle. Quoiqu'il en soit, nous ne possédions pas au stade de notre étude la technologie et la connaissance nécessaires pour réaliser cette fonctionnalité de manière satisfaisante dans notre prototype.

Néanmoins, pour la dernière évaluation avec le premier prototype, une facilité de recherche par chaîne de caractères a été ajoutée. Cette facilité permet de surligner dans les listes des descripteurs de contexte ceux qui correspondaient à la chaîne de caractère recherchée. Cette fonctionnalité permet uniquement de surligner la chaîne de caractères exacte dans chacune des listes, mais ne prend pas en considération les notions de synonymies, acronymies et/ou les erreurs de frappe.

6.2.2.5.2 Analyse

Le processus mental ne se concentre pas seulement sur la recherche d'un DU, mais comprend aussi des étapes sur la requête elle-même afin d'identifier les situations possibles ou de rechercher des situations futures. Pour cette analyse de la requête, les vecteurs de communication se trouvent au niveau des concepts sémantiques traduits par les descripteurs de contexte. Par le biais des liens d'affinage du contexte, le prototype tente d'utiliser les descripteurs comme source d'information pour l'analyse des situations possibles, ainsi que pour proposer des situations futures d'intérêt. Contourner ces étapes du processus mental en réalisant une recherche d'information sur la base unique d'un processeur de langage naturel pour obtenir un accès direct au contenu serait contradictoire avec notre approche.

Le calcul des liens d'affinage du contexte dans le premier prototype était basé sur la logique que si un descripteur était ajouté à la requête courante, et que la requête augmentée de ce descripteur obtenait comme résultat au moins un *DU hit*, alors ce descripteur faisait partie des liens d'affinage du contexte. Ces inférences entre les descripteurs de contexte permettent d'explicitier les relations qui existent au niveau des catégories générales du contexte, c'est-à-dire entre les conditions environnementales, les tâches et les ressources. Par exemple, ces associations permettent à l'utilisateur d'évaluer quelles ressources ont un rapport avec quelles tâches, ou quelles tâches sont impactées par quelles conditions environnementales. Ces types d'associations sont celles que nous aimerions exploiter pour permettre au pilote d'analyser les situations possibles. Par là, elles permettent de découvrir de nouvelles situations d'intérêt, et donc des informations pertinentes pour ces situations que l'utilisateur a priori ne connaissait pas. Il a été

reconnu pendant la campagne d'évaluations avec le premier prototype que celui-ci a un potentiel certain pour la découverte d'informations.

Afin de diminuer le problème lié à la surcharge des liens d'affinage du contexte, et de simplifier le processus d'associations entre les catégories de contexte décrit ci-dessus, la catégorie des tâches sera divisée en deux catégories : la catégorie des phases de vol et la catégorie des opérations. En effet, à cause du nombre limité de phases de vol (dix-sept phases de vol), et de leur séquençement temporel logique pour un pilote initié, le choix d'une phase de vol particulière ou la revue des phases de vol possibles pour l'analyse des situations semble raisonnable. De plus, une fois la phase de vol choisie, cela limite considérablement les liens d'affinage du contexte des autres catégories de contexte. Dans le même esprit que le problème lié à la surcharge des *DU hits*, nous allons afficher le nombre de liens d'affinage du contexte disponibles par liste afin d'encourager l'utilisateur à les utiliser.

Dans le premier prototype, le mode de navigation était également un moyen prévu pour réduire le nombre de liens d'affinage du contexte. Il réduisait ce nombre en considérant non seulement la requête déjà formulée, mais également le DU focalisé. Un des avantages du mode de navigation du premier prototype était de permettre à l'utilisateur d'apprendre sur la structure (la représentation) d'un DU en particulier, respectivement le DU focalisé. Même si ce mode peut avoir un intérêt pour acquérir des connaissances sur le système d'information, cette fonctionnalité ne sera pas retenue dans le deuxième prototype. L'effort lors du développement du deuxième prototype a été concentré pour répondre aux étapes du processus mental décrit ci-dessus, et la logique du mode de navigation ne semble pas pouvoir aider directement dans ce processus.

6.2.2.6 Labels pas intuitifs

6.2.2.6.1 Description

Plusieurs fois pendant la première campagne d'évaluations, les labels des catégories de contexte ont été changés sans jamais trouver de solutions satisfaisantes. La solution finale a été de multiplier les labels (voir la figure 50). Les labels disponibles étaient : le titre de la liste sous forme de question, une description sommaire de la liste en reprenant le nom de la catégorie de contexte, et une description plus détaillée sous forme de bulle lorsque la souris passait sur une liste particulière.

6.2.2.6.2 Analyse

Pour le second prototype, nous proposons de baser le choix de la catégorie pour la formulation d'une requête non seulement sur les labels des listes, mais aussi sur un agencement des catégories de manière à correspondre au processus mental considéré. Les catégories seront disposées de gauche à droite en respectant une analogie avec les étapes (1) et (3) de processus mental. On peut considérer que le choix d'une situation et l'analyse des situations connexes (étape (1)) est l'analyse, pour une phase de vol donnée, des conditions environnementales possibles ; et que l'analyse des conséquences sur les situations futures (étape (3)) est l'analyse, pour des conditions environnementales données, des phases de vol futures possibles.

Un exemple de cette logique est :

- Analyser une situation particulière : « Qu'est-ce qui se passe si j'ai des conditions givrantes (descripteur de conditions environnementales '*icing conditions*') pendant le démarrage des moteurs (descripteur de phase de vol '*engine start/departure*') » ;
- Analyser les conséquences sur les situations futures : « Après avoir mis en marche les moteurs, quel est l'impact de ces conditions givrantes pendant le roulage en direction de la piste de décollage (phase de vol '*taxi-out*') ».

Dans cette logique, les liens d'affinage du contexte entre les conditions environnementales et les phases de vol guident la construction de la situation et le processus d'analyse. La catégorie des opérations quant à elle permet, pour une situation donnée, de visionner quelles tâches spécifiques y sont rattachées, et donc de choisir encore plus finement de la documentation opérationnelle pertinente pour ces tâches spécifiques. Par exemple, lors d'une situation définie par la condition environnementale '*icing conditions*' et la phase de vol '*engine start/departure*', le descripteur d'opération '*perform de-icing procedure*' est un lien d'affinage du contexte possible, et montre qu'il existe une procédure particulière dans ces conditions. De plus, les liens d'affinage du contexte en rapport avec les ressources montrent quelles ressources sont associées à cette situation. Par exemple, si à la place de la phase de vol '*engine start/departure*' le pilote choisit la phase de vol à venir, soit '*taxi-out*', alors il/elle pourra remarquer que les volets hypersustentateurs font partie des liens d'affinage du contexte en rapport avec les ressources. En effet, lorsque la piste est contaminée (par exemple par de la neige), il peut être demandé au pilote de ne pas sortir les volets pendant la phase de roulage.

6.2.2.7 Requête de contexte inadaptée

6.2.2.7.1 Description

Pendant la première campagne d'évaluation, quelques sujets n'ont pas interprété un groupe de situations ayant une relation de cause à effet entre elles comme des situations différentes. Cela les a menés à ne pas changer une requête bien que leur intention était d'obtenir des informations pertinentes pour une autre de ces situations. La corrélation entre les descripteurs de conditions environnementales *fuel quantity pulses* et *fuel imbalance* est un bon exemple. Dans le premier cas, l'indication de quantité de carburant qui clignote est un avertissement qui demande au pilote de surveiller attentivement les variations de carburants. Dans le deuxième cas, un déséquilibre trop important des niveaux de carburant engendre une alarme demandant au pilote d'effectuer une procédure particulière pour ramener les niveaux de carburant de différents réservoirs à des niveaux comparables. Lors des évaluations avec le premier prototype, et suivant la description du premier exercice, les sujets ont facilement effectué la bonne requête en utilisant le descripteur de condition environnementale *fuel quantity pulses*. Grâce à cette requête, les sujets ont trouvé l'information donnant la raison pour cet événement (l'indication clignote lorsqu'un léger déséquilibre de carburant entre plusieurs réservoirs est détecté). Cependant, le deuxième exercice demandait de chercher de l'information pertinente justement pour la condition environnementale décrivant un déséquilibre de carburant (soit le descripteur de condition environnementale *fuel imbalance*), et plusieurs sujets n'ont pas senti le besoin de changer la requête de condition environnementale de *fuel quantity pulses* à *fuel imbalance*. Dans cet exemple, le déséquilibre de carburant est une cause de l'indication de carburant qui clignote.

Un autre exemple s'est produit avec les descripteurs de conditions environnementales *fuel imbalance* et *fuel leak*. En effet, dans l'exercice deux où il est demandé de trouver une altitude maximale de vol dans une situation de déséquilibre de carburant, certains sujets étaient tentés de formuler la requête (logique) suivante : condition environnementale *fuel imbalance*, phase de vol *cruise*, et ressource *altitude*. Il n'existe pas de limitation en altitude lors d'une situation de déséquilibre de carburant, et cette requête était infructueuse. Par contre, il existe une limitation en altitude dans une situation de fuite de carburant (descripteur de condition environnementale *fuel leak*). Dans ce deuxième exemple, le déséquilibre de carburant est un effet de la fuite de carburant.

Ce problème de cause à effet entre les conditions environnementales n'a pas été anticipé dans les spécifications du premier prototype. La requête de condition environnementale n'acceptait la sélection que d'un descripteur à la fois. Les liens d'affinage du contexte en rapport avec les conditions environnementales proposaient bien les descripteurs sémantiquement proches, mais le choix de plusieurs descripteurs à la fois n'était pas possible. De plus, les sujets n'ont pas pensé à utiliser ces liens. Par exemple, lorsque le sujet avait découvert que la raison d'une indication de carburant qui clignote était un déséquilibre de carburant, il/elle ne pensait pas à changer la requête en conséquence si toutefois c'est cette nouvelle situation qui l'intéressait. Par contre, un sujet qui connaissait déjà au moment de la requête la raison du clignotement de l'indication de carburant hésitait entre laquelle des deux conditions environnementales choisir.

6.2.2.7.2 Analyse

Afin de permettre le choix entre des conditions environnementales corrélées par des liens de cause à effet pendant l'étape d'analyse de la situation, ces relations ont été rendues explicites dans l'ontologie des scénarios et instanciées en conséquence (voir le chapitre 5, §5.2.4.2.2). Une fois que l'utilisateur choisit un descripteur de condition environnementale pour formuler une requête, tous les descripteurs de condition environnementale liés au descripteur choisi sont automatiquement ajoutés à la requête et affichés. Les liens d'affinage du contexte et les *DU hits* deviennent la somme des liens d'affinage du contexte et des *DU hits* de chaque condition environnementale prise séparément. L'utilisateur peut ensuite soit choisir un autre descripteur de condition environnementale, soit supprimer les descripteurs inférés par la relation de cause à effet qui lui paraissent inutiles.

Cette approche particulière appliquée à l'utilisation de la catégorie des conditions environnementales permet de changer la stratégie d'analyse de la situation. Le premier prototype n'acceptait dans la requête qu'une condition environnementale à la fois, forçant donc de changer de condition environnementale à chaque nouvelle analyse de la situation. La stratégie du second prototype est d'obtenir une vue globale des conditions environnementales connexes, suivie de la suppression des conditions environnementales jugées inintéressantes.

De plus, cette approche complète l'analyse des conséquences sur les situations futures, par le fait que les effets des causes peuvent être décalés dans le temps. Par exemple, la condition environnementale 'piste mouillée' pourrait être liée par la relation de cause à effet à la condition environnementale 'piste trop courte', puisque la seconde pourrait être un effet de la première.

Dans cet exemple, il est probable que l'information concernant le calcul de la distance de piste nécessaire soit une information pertinente pour la condition environnementale 'piste mouillée'. Par contre, l'information sur comment choisir un autre aéroport de destination sera pertinente pour la condition environnementale 'piste trop courte'. Si après avoir calculé la longueur de piste nécessaire, le pilote se rend compte que la longueur de piste est suffisante, alors il/elle pourra supprimer de la requête la condition environnementale 'piste trop courte'. Cependant, il/elle aura au moins été averti/avertie qu'une piste mouillée peut mener à une situation dangereuse de piste trop courte.

6.2.2.8 Représentation inadéquate de l'information

6.2.2.8.1 Description

Le calcul des liens d'affinage du contexte dans le premier prototype était basé sur la logique que si un descripteur était ajouté à la requête courante, et que la requête augmentée de ce descripteur obtenait comme résultat au moins un *DU hit*, alors ce descripteur faisait partie des liens d'affinage du contexte. Ces associations étaient basées sur l'hypothèse que deux descripteurs ont un lien sémantique simplement si ces deux descripteurs représentent le même DU. Cependant, cette hypothèse se justifie uniquement en considérant que le prototype ne doit pas mentir, au sens qu'il ne doit pas proposer des liens qui ne délivrent aucune information.

Nous avons déjà décrit ci-dessus que les liens d'affinage du contexte doivent être un moyen pour communiquer sur les situations possibles. Avec cette idée en tête, l'hypothèse sur le calcul des liens d'affinage du contexte change. Pour pouvoir communiquer sur la représentation des situations cette fois, deux descripteurs deviennent liés sémantiquement si ces deux descripteurs représentent la même situation (au lieu du même DU).

6.2.2.8.2 Analyse

En effet, afin de permettre les étapes du processus mental que nous avons décrit, les associations proposées par les liens d'affinage du contexte permettant l'analyse des situations doivent être basées sur la représentation de ces situations. Dans notre ontologie des contextes, la description d'une situation élémentaire est une branche d'opérations (voir le chapitre 5, §5.2.4). Et la représentation d'une branche d'opérations en termes de descripteurs de contexte est constituée d'une condition environnementale, d'une phase de vol, d'une ou de plusieurs opérations organisées hiérarchiquement, et d'une ou de plusieurs branches de ressources.

Afin d'explicitier les relations entre les situations, et de permettre le choix entre ces situations, les liens d'affinage du contexte seront basés sur l'hypothèse que deux descripteurs sont liés sémantiquement si ces deux descripteurs représentent la même branche d'opérations. Par conséquent, une requête formée par le biais des liens d'affinage du contexte aura comme résultat au moins une branche d'opérations. Par suite, le plus petit groupe de *DU hits* pour une requête de contexte sera un groupe de DU pertinents pour une branche d'opérations.

Cette approche dans le découpage de la documentation est intéressante. Nous avons introduit la notion de DU comme un module de la documentation opérationnelle, et étant le plus petit élément qu'un système de recherche d'information peut proposer (voir le chapitre 5, §5.1). Mais d'un point de vue de l'utilisateur (ou de l'auteur qui se confronte au même problème), la frontière sémantique d'un DU est vague. En effet, qu'est-ce qui limite le contenu d'un DU ? Au contraire, la frontière d'une situation élémentaire basée sur la granularité de l'ontologie des contextes est claire. Par exemple, une situation élémentaire dans l'ontologie des scénarios est traduite par une branche d'opération. Cependant, la somme des informations pertinentes pour une situation élémentaire reste vague. En effet, il reste difficile de pouvoir garantir que toute l'information utile à un utilisateur face à une situation élémentaire est bien liée à cette situation élémentaire.

Quoi qu'il en soit, nous espérons que ce changement dans la logique de représentation de l'information permettra à l'utilisateur de mieux appréhender les requêtes. Ce faisant, nous espérons que les associations disponibles pour naviguer dans la documentation opérationnelle contextuelle seront en accord avec le processus mental proposé.

6.3 Étude du deuxième prototype

6.3.1 Méthode

6.3.1.1 Banc d'essai pour les évaluations

Le même banc d'essai a été utilisé lors de l'évaluation du deuxième prototype que lors de l'évaluation du premier prototype (voir le § 6.2.1.1).

6.3.1.2 Profil des sujets

La deuxième campagne d'évaluation avec le deuxième prototype a été effectuée avec treize sujets pilotes commerciaux, dont neuf avaient la qualification de pilote instructeur. Leur expérience de vol est bien répartie, tout comme la répartition entre des opérations de long- ou court-courrier. Ceci est intéressant afin d'obtenir des résultats traduisant des pratiques basées sur des opérations de types différents. De plus, sept sujets sur les treize ont opéré des avions commerciaux civils avec le rôle de capitaine et donc avec la responsabilité de l'application correcte des prescriptions. Par contre, la provenance et l'éducation des sujets varie peu. Sur les treize sujets évalués, cinq sont de nationalité française et huit de nationalité suisse.

Le tableau 21 ci-dessous résume l'expérience de vol des sujets. L'expérience moyenne s'élève à 7'500 heures de vol ce qui peut être considéré comme une expérience professionnelle de dix années d'opérations aériennes. En dessous, le tableau 22 décrit plus en détail les profils de chaque sujet.

Tableau 21 : Expérience de vol pour les sujets de la deuxième campagne d'évaluations

Expérience moyenne	0-4000 heures	4000-8000 heures	8000-12000 heures	12000 et + heures
7500 heures	15%	46%	23%	15%

Tableau 22 : Profil des sujets pour la deuxième campagne d'évaluations

	Pilote de ligne	Pilote instructeur	Capitaine ou premier-officier	Long-courrier	Court-courrier	Types d'avions
1	OUI	OUI	Capitaine	NON	OUI	METP ⁷¹
2	OUI	OUI	Capitaine	NON	OUI	METP/BJ ⁷²
3	OUI	NON	Capitaine	NON	OUI	BJ
4	OUI	OUI	Capitaine	NON	OUI	A320
5	OUI	NON	Premier-officier	OUI	OUI	MD80/MD11/A320/ B747
6	OUI	NON	Premier-officier	OUI	OUI	MD80/MD11
7	OUI	OUI	Premier-officier	OUI	OUI	A320/MD11
8	OUI	OUI	Premier-officier	OUI	OUI	MD80/MD11/B747/A330/A340
9	OUI	NON	Capitaine	OUI	OUI	BJ/B737 long range
10	OUI	OUI	Capitaine	OUI	OUI	DC8/DC9/MD11
11	OUI	OUI	Capitaine	OUI	OUI	A320/A330/A340/B737/B747
12	OUI	OUI	Capitaine	OUI	OUI	METP/BJ/DC9/B747/A330/A340
13	OUI	OUI	Premier-officier	OUI	OUI	MD80/MD11/B747/A330/ A340

6.3.1.3 Description du deuxième prototype

La figure 51 montre une capture d'écran de l'interface du deuxième prototype. En haut à gauche, le logo du projet CRIISTAL permet de reseter l'application et affiche quelques instructions pour guider l'utilisateur dans l'utilisation de l'outil. Le reste du haut de l'interface est réservé à la manipulation des quatre listes des catégories de contexte. De gauche à droite, on a : la liste des conditions environnementales (libellée *What if...*), la liste des phases de vol (libellée *During phase of flight...*), la liste des opérations (libellée *For action/operation...*), et la liste des ressources (libellée *What or Where...*). En dessous de ces fonctionnalités, et sur la gauche de l'interface, les descripteurs de domaines sont représentés ensemble avec la table des matières traditionnelle. Chaque descripteur de domaine est présenté par un onglet labellisé par une abréviation du domaine considéré. Il permettent de filtrer dans la table des matières les *DU hits* d'un domaine en particulier. Un onglet labellisé *All* permet de prendre en considération les *DU hits* de l'ensemble de la table des matières. La partie vide en bas à droite est réservée pour l'affichage du DU focalisé.

⁷¹ Multi moteurs à turbines (METP : Multi-Engines Turbo-Prop)

⁷² Business Jet (BJ)

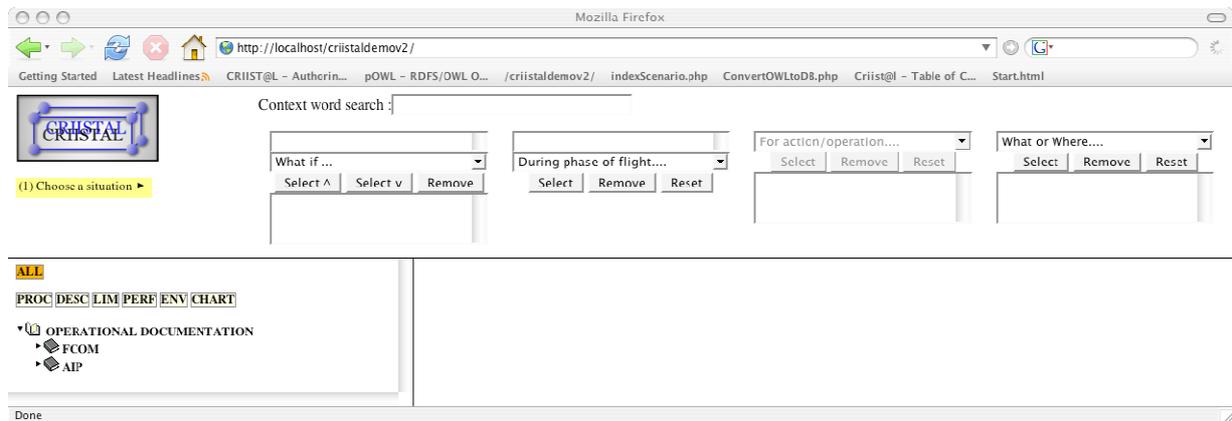


Figure 51 : Interface du deuxième prototype

Dans les sections suivantes, nous reprenons les étapes du processus mental discuté dans le §6.2.2.2, et discutons comment ces étapes peuvent être réalisées en utilisant l'interface du deuxième démonstrateur. Pour chacune de ces étapes, un diagramme de séquence montre dans un premier temps les fonctions du prototype, ensuite un exemple reprenant l'interface est présenté.

6.3.1.3.1 Étape (1) : choix d'une situation et analyse des situations connexes

La figure 52 présente le diagramme de séquence pour l'étape (1) du processus mental. Cette étape d'analyse de la situation propose les conditions environnementales possibles pour l'affinage du contexte. Ces propositions de conditions environnementales proviennent d'inférences en considérant une requête déjà formée d'une phase de vol, d'une ou de plusieurs opérations et/ou d'une ou de plusieurs ressources. Complémentairement, lorsqu'un utilisateur choisit une requête dans la catégorie des condition environnementale, les conditions environnementales liées par la relation de cause à effet sont automatiquement ajoutées à la requête. Les fonctions de la figure 52 sont décrites ci-dessous :⁷³

- **Prendre la représentation des branches d'opérations (matchSBRepresentation) :** Cette fonction sélectionne les branches d'opérations correspondant à chaque descripteur d'une requête. Pour chacune des catégories de requête, la logique suivante est utilisée :
 - Pour la catégorie des conditions environnementales, les branches d'opérations sélectionnées sont la somme des branches d'opérations liées à chaque condition environnementale de la requête ;
 - Pour la catégorie des phases de vol, les branches d'opérations sélectionnées sont la somme des branches d'opérations liées à l'unique phase de vol de la requête ;

⁷³ Dans la logique décrite ici, nous n'avons pas pris en considération la paramétrisation générale de l'application. Par exemple : quel avion est volé ; quelles régions géographiques sont considérées (aéroport de départ, de destination, route survolée). Cette paramétrisation générale est normalement définie lors de l'initialisation de l'application, afin de cadrer la documentation opérationnelle prise en considération. Bien que nécessaire et à notre avis complémentaire à l'approche que nous décrivons, nous n'avons pas défini formellement comment cette paramétrisation générale peut être intégrée ou ajoutée dans ou en complément de l'ontologie des contextes opérationnels.

- Pour la catégorie des opérations, les branches d'opérations sélectionnées sont la somme des branches d'opérations liées à toutes les opérations de la requête ;
- Pour la catégorie des ressources, d'abord les branches de ressources liées à toutes les ressources de la requête sont sélectionnées, ensuite les branches d'opérations sélectionnées sont la somme des branches d'opérations liées à chaque branche de ressources précédemment sélectionnées.
- **Rassembler les branches d'opérations pour la phase d'analyse de la situation (mergeSBAnalyseRepresentations) :** Cette fonction reprend les groupes de branches d'opérations pour les catégories des phases de vol, des opérations et des ressources sélectionnées par la fonction précédente (matchSBRepresentation), et sélectionne l'intersection des groupes entre eux. Elle permet d'analyser les conditions environnementales liées à une combinaison de phases de vol, d'opérations et de ressources ;
- **Afficher les liens d'affinage du contexte en rapport avec les conditions environnementales (displayEnvironmentalConditionRefinementLinks) :** Cette fonction reprend les descripteurs de conditions environnementales représentés dans la fonction précédente (mergeSBAnalyseRepresentations) et les affiche dans la liste de la catégorie en question. Elle calcule également le nombre des descripteurs considérés et l'affiche sur la liste ;
- **Changer la requête de condition environnementale (changeEnvironmentalConditionContextQuery) :** Cette fonction permet de manipuler la requête des conditions environnementales. Trois possibilités sont proposées (voir la figure 55 où les boutons de sélection pour la catégorie des conditions environnementales sont visibles). Soit l'utilisateur veut changer la requête de condition environnementale et la fonction remplace celle existante par la condition environnementale choisie (bouton 'Select up'). Soit il/elle veut ajouter à la requête une condition environnementale supplémentaire (bouton 'Select down'). Finalement, un bouton 'Remove' permet de supprimer une condition environnementale sélectionnée dans la requête ;
- **Ajouter les conditions environnementales secondaires (addSecondaryEnvironmentalConditions) :** En utilisant les liens de cause à effet, cette fonction ajoute automatiquement à la requête les conditions environnementales corrélées à la condition environnementale principale. La condition environnementale principale est celle choisie par le bouton 'Select up' décrit ci-dessus.

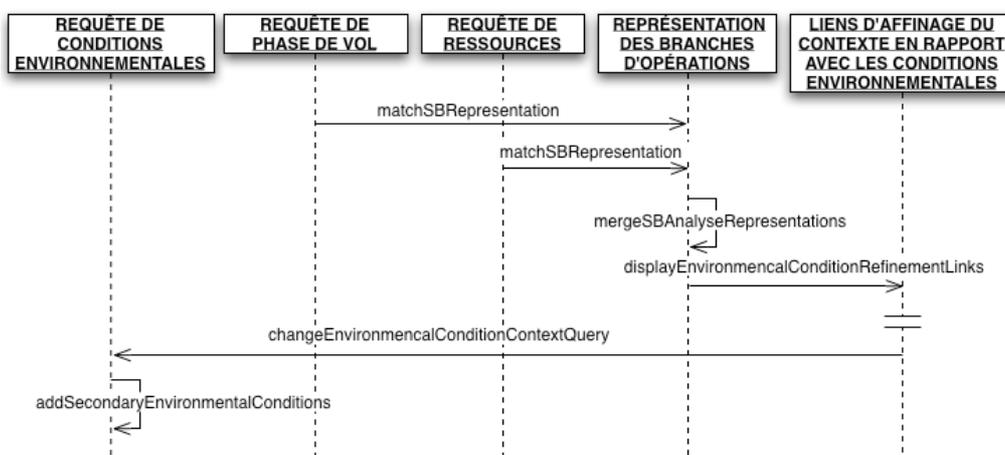


Figure 52 : Diagramme de séquence pour l'étape (1) d'analyse de la situation

La figure 53 présente une capture d'écran du deuxième prototype et montre les résultats obtenus pour une requête constituée de la phase de vol 'engine start/departure' et de la ressource 'aircraft general'. La liste contenant les liens d'affinage du contexte en rapport avec les conditions environnementales est déroulée et montre les inférences obtenues. Complémentairement, on peut voir affiché sur la liste le nombre de liens proposés. De manière similaire, sur le côté gauche le nombre de *DU hits* obtenu est affiché sur chaque onglet des domaines considérés.

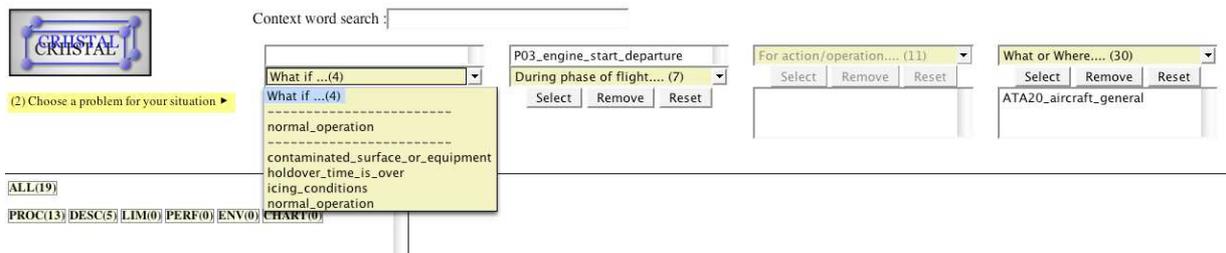


Figure 53 : Exemple d'interface pour l'étape (1) d'analyse de la situation

6.3.1.3.2 Étapes (2) et (4) : sélection des procédures et autres informations pertinentes

Les étapes (2) et (4) consistent en la sélection des procédures et autres informations pertinentes. Ces étapes permettent de naviguer dans les *DU hits* et d'en affiner le groupe. En proposant les procédures pertinentes pour la(les) situation(s) d'intérêt, et en proposant les opérations en tant que lien d'affinage du contexte qui sont par définition directement liées à la connaissance prescriptive du domaine, l'interface du prototype permet relativement aisément de cibler une tâche spécifique et d'en grouper les informations pertinentes. La figure 54 présente le diagramme de séquence pour ces étapes. Ci-dessous, les fonctions du diagramme de séquence sont décrites :

- **Prendre la représentation des branches d'opérations (matchSBRepresentation) :** (voir le §6.3.1.3.1 ci-dessus) ;
- **Rassembler les branches d'opérations (mergeSBRepresentation) :** Cette fonction reprend les groupes de branches d'opérations pour toutes les catégories de contexte sélectionnées par la fonction précédente (matchSBRepresentation), et sélectionne l'intersection des groupes entre eux ;
- **Afficher les liens d'affinage du contexte en rapport avec les opérations (displayOperationActionRefinementLinks) :** Cette fonction reprend les descripteurs d'opérations représentés dans la fonction précédente (mergeSBRepresentation) et les affiche dans la liste de la catégorie en question. Elle calcule également le nombre des descripteurs considérés et l'affiche sur la liste ;
- **Ajouter un descripteur d'opération à la requête (addOperationActionContextQuery) :** Cette fonction ajoute un descripteur d'opération à la requête lorsqu'il est sélectionné parmi les liens d'affinage du contexte ;
- **Afficher les liens d'affinage du contexte en rapport avec les ressources (displayResourceRefinementLinks) :** D'abord, cette fonction sélectionne les branches de ressource liées aux branches d'opérations provenant de la fonction mergeSBRepresentation.

Ensuite, cette fonction reprend les descripteurs de ressources représentés dans les branches de ressources sélectionnées et les affiche dans la liste de la catégorie en question. Elle calcule également le nombre des descripteurs considérés et l’affiche sur la liste ;

- **Ajouter un descripteur de ressource à la requête (addResourceContextQuery) :** Cette fonction ajoute un descripteur de ressource à la requête lorsqu’il est sélectionné parmi les liens d’affinage du contexte ;
- **Afficher le nombre de DU hits (displayDUHitsNumber) :** Cette fonction reprend les branches d’opérations provenant de la fonction mergeSBRepresentation et calcule le nombre de DU hits pour chaque domaine. Ces nombres sont affichés sur les onglets respectifs ;
- **Sélection du domaine (selectDomain) :** Finalement, cette fonction déroule la table des matières afin d’afficher les titres des DU hits correspondant à un domaine choisi. Les DU hits sont les DU pertinents pour les branches d’opérations sélectionnées par la fonction mergeSBRepresentation.

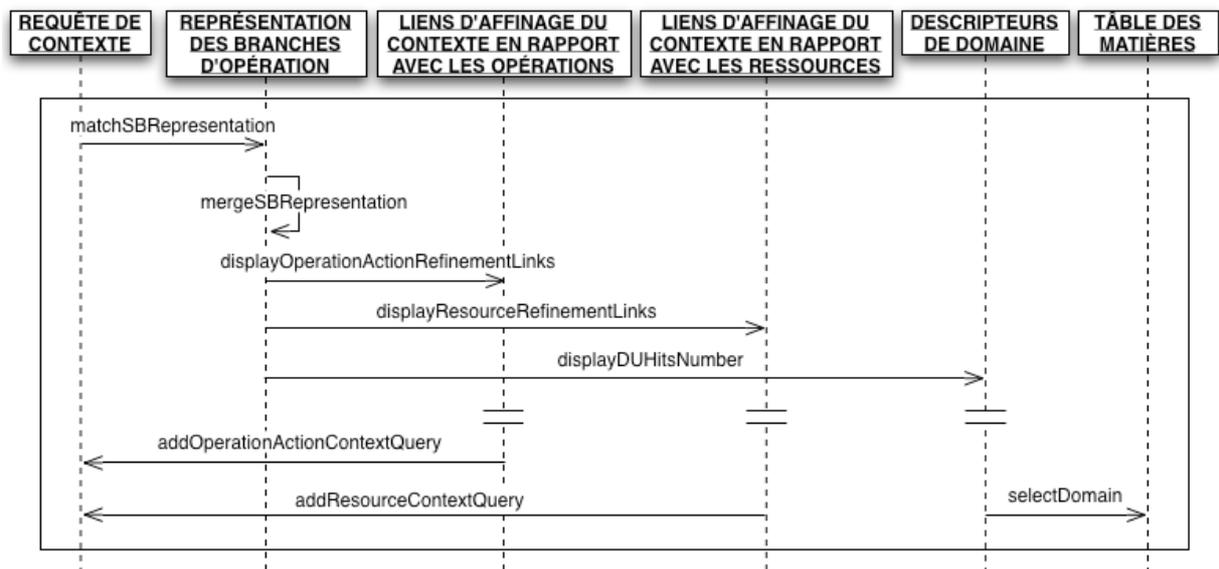


Figure 54 : Diagramme de séquence pour les étapes (2) et (4) de sélection des informations pertinentes

La figure 55 montre l’interface lorsque de l’information pertinente est sélectionnée. La requête de contexte montre que la condition environnementale primaire choisie est le descripteur ‘icing conditions’. Liés par la relation de cause à effet, les descripteurs de condition environnementale ‘contaminated surface or equipment’, ‘contaminated taxiway’ et ‘hold over time is over’ ont été automatiquement ajoutés à la requête en tant que conditions environnementales secondaires. Si l’utilisateur n’est pas d’accord avec ces inférences, il/elle peut à tout moment supprimer l’un ou l’autre des descripteurs de la liste de la requête. Les autres requêtes que l’on peut voir sur la figure sont : le descripteur de phase de vol ‘taxi’ ainsi que le descripteur de ressource ‘aircraft general’. De plus, la liste des liens d’affinage du contexte en rapport avec les opérations est déroulée.

L’information pertinente choisie est le DU hit ‘taxiing on contaminated taxiway’ du domaine des procédures. Les autres procédures pertinentes pour la requête sont déroulées dans la table des matières. Le DU hit choisi est affiché en bas à droite de l’interface. L’information surlignée en

jaune correspond aux DO pertinents pour les branches d'opérations sélectionnées par la fonction mergeSBRepresentation ci-dessus. Dans la logique du deuxième démonstrateur, afin d'augmenter le nombre de d'informations pertinentes par rapport à une requête et d'inciter l'utilisateur à affiner celle-ci, le nombre affiché dans les onglets de domaine correspondait non pas au nombre de *DU hits*, mais au nombre de DO pertinents. Par exemple, dans la figure 55, le nombre quatre est affiché à côté du titre du DU focalisé. Ce nombre correspond au nombre de DO pertinents à l'intérieur du DU considéré. Il correspond également au nombre d'éléments qui seront surlignés à l'affichage du DU.

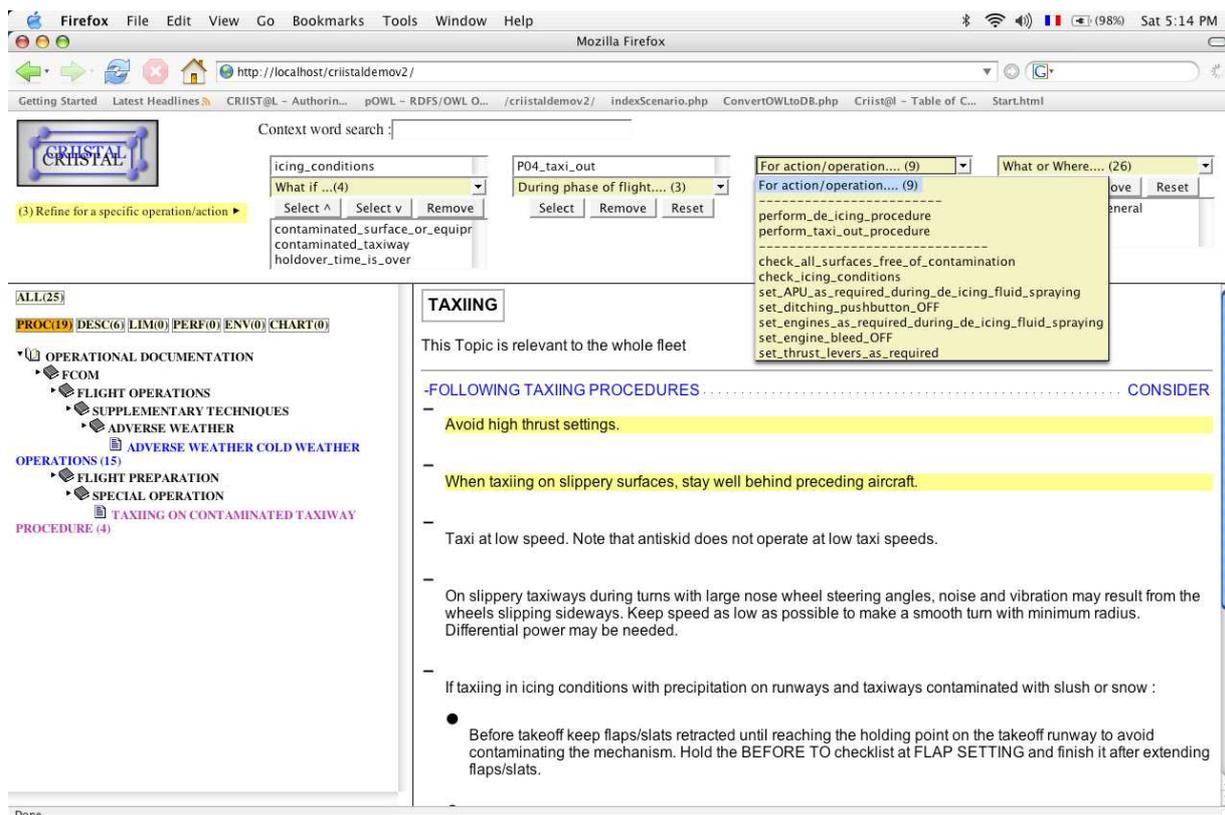


Figure 55 : Exemple d'interface pour les étapes (2) et (4) de sélection des informations pertinentes

6.3.1.3.3 Étape (3) : analyser les conséquences sur les situations futures

La figure 56 présente le diagramme de séquence pour l'étape (3) d'analyse des conséquences. Cette étape propose pour une requête formée d'un groupe de conditions environnementales et/ou d'un groupe de ressources, les liens d'affinage du contexte en rapport avec les phases de vol concernées. Les fonctions du diagramme de séquence sont décrites ci-dessous :

- **Prendre la représentation des branches d'opérations (matchSBRepresentation) :** (voir le §6.3.1.3.1 ci-dessus) ;
- **Rassembler les branches d'opérations pour la phase d'analyse des conséquences (mergeSBConsequenceRepresentations) :** Cette fonction reprend les groupes de branches

d'opérations pour les catégories des conditions environnementales et des ressources sélectionnées par la fonction précédente (`matchSBRepresentation`), et sélectionne l'intersection des groupes entre eux. Elle permet d'analyser les phases de vol liées à une combinaison de conditions environnementales et de ressources ;

- **Afficher les liens d'affinage du contexte en rapport avec les phases de vol (`displayPhaseOfFlightRefinementLinks`)** : Cette fonction reprend les descripteurs de phases de vol représentés dans la fonction précédente (`mergeSBConsequenceRepresentations`) et les affiche dans la liste de la catégorie en question. Elle calcule également le nombre des descripteurs considérés et l'affiche sur la liste ;
- **Changer la requête de phase de vol (`changePhaseOfFlightContextQuery`)** : Cette fonction permet de manipuler la requête des phases de vol. Comme le choix des opérations est dépendant de la phase de vol sélectionnée en requête, la fonction supprime les requêtes d'opérations présélectionnées et réinitialise la liste d'affinage du contexte en rapport avec les opérations. Cette fonction permet à l'utilisateur de naviguer entre les différentes phase de vol corrélées à une série de conditions environnementales et/ou de ressources ;

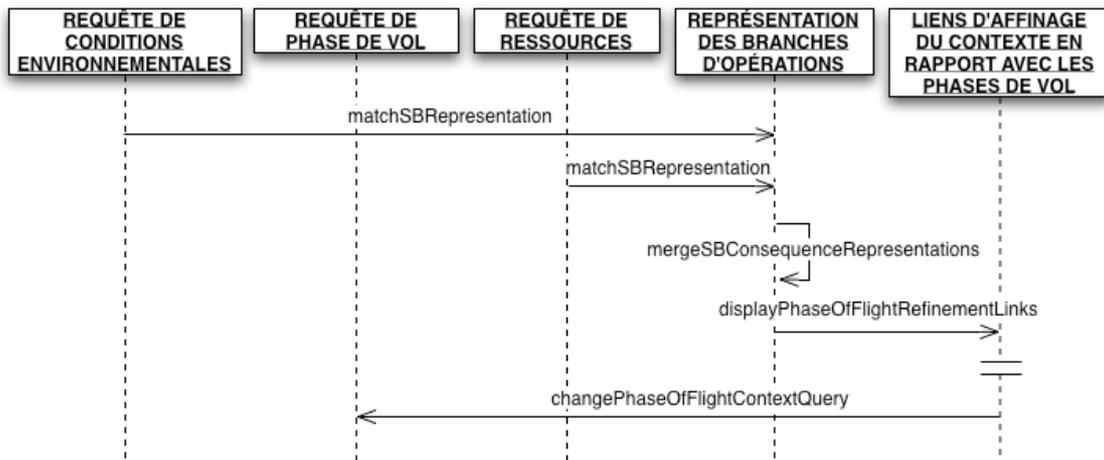


Figure 56 : Diagramme de séquence pour l'étape (3) d'analyse des conséquences

La figure 57 montre les résultats obtenus pour une requête constituée de la condition environnementale principale *'icing conditions'* et les conditions environnementales secondaires *'contaminated surface or equipment'* et *'hold over time is over'*, ainsi que la ressource *'aircraft general'*. La liste contenant les liens d'affinage du contexte en rapport avec les phases de vol est déroulée et montre les inférences obtenues. On remarque que la liste propose des phases de vol futures (et passées) afin de permettre de recueillir des informations pertinentes sur une situation à venir. Par exemple, la liste déroulée montre que trois phases de vol sont impactées par la requête déjà formulée, dont une passée (*'pre flight'*) et deux à venir (*'taxi out'* et *'arrival/engine shutdown'*). À nouveau, on peut voir affiché sur la liste le nombre de liens proposés, et sur le côté gauche le nombre de *DU hits* obtenu est affiché sur chaque onglet des domaines considérés.

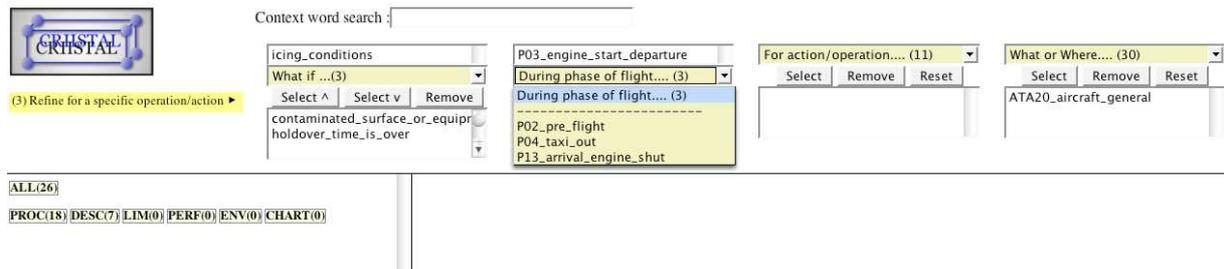


Figure 57 : Exemple d'interface pour l'étape (3) d'analyse des conséquences

6.3.1.4 Mesures des évaluations

Le problème principal rencontré lors de la première campagne d'évaluations a été le guidage de l'interaction. Dans cette première campagne, nous avons utilisé la méthode de pensées à voix haute pour essayer d'explicitier une stratégie commune dans l'utilisation de la documentation opérationnelle. Cette méthode nous a permis de mettre en évidence un processus mental des pilotes qui est relativement générique dans l'analyse de situations et qui peut aider à guider l'utilisateur dans son interaction avec la documentation opérationnelle. Nous avons orienté les développements du deuxième prototype de documentation opérationnelle contextuelle afin de manière à pouvoir supporter ce processus mental. La deuxième campagne d'évaluations effectuée avec ce deuxième prototype a été traitée comme une évaluation sommative afin de pouvoir juger des solutions d'interaction proposées.

Tableau 23 : Critères de mesure de l'utilisabilité du deuxième prototype

Critère	Mesure de l'utilisabilité		
	Question de mesure	Efficacité	Efficiency
Adéquation à la tâche	% des buts atteints	Temps pour réaliser la tâche	Echelle de jugement de satisfaction
	Étiez-vous capable d'atteindre les objectifs ?	Comment jugez-vous le nombre d'étapes pour atteindre les objectifs ?	Étes-vous satisfait de l'interaction ?
	Mesure de la performance par comparaison du prototype avec un outil de consultation de la documentation opérationnelle électronique existant		
Approprié pour l'utilisateur entraîné	Nombre de fonctions importantes utilisées	Efficacité relative comparée à un expert	Echelle de jugement de satisfaction
	Non mesuré	Non mesuré	Étes-vous satisfait de l'interaction ?
Apprenabilité	% des fonctions apprises	Temps d'apprentissage	Echelle de jugement de la facilité d'utilisation
	Vous rappelez-vous toutes les fonctions que vous avez utilisées ?	Avez-vous appris les fonctions rapidement ?	Les fonctions étaient-elles faciles à utiliser ?
Tolérance à l'erreur	% d'erreurs corrigées	Temps passé à corriger les erreurs	Echelle de jugement de la facilité de correction
	Non mesuré	Non mesuré	Non mesuré

En conséquence, nous avons choisi d'analyser les résultats des évaluations du deuxième prototype à l'aide d'un questionnaire d'utilisabilité. Pour cela, nous avons utilisé les critères de

mesure d'utilisabilité recommandés par la norme ISO 9241 (Baccino et al., 2005). Le tableau 23 ci-dessus résume ces critères, et les questions que nous avons choisies pour les mesurer.

Les critères d'adéquation à la tâche et d'apprenabilité ont été mesurés grâce aux questions rapportées dans le tableau 23 et attribuées d'une échelle à cinq rangs. Le critère selon lequel l'outil est approprié pour l'utilisateur entraîné n'a été que partiellement mesuré à travers la même question de satisfaction que le critère d'adéquation à la tâche. Quand au critère de tolérance à l'erreur, il n'a pas été évalué. Ce critère correspond à notre avis à une interaction trop fine par rapport aux solutions proposées pour aider le guidage dans l'interaction avec la documentation opérationnelle contextuelle.

En plus du questionnaire pour la mesure de l'utilisabilité, nous avons effectué une expérience en marge de l'évaluation permettant de comparer la performance entre le prototype et un autre outil de consultation de documentation opérationnelle électronique. Afin d'évaluer la performance relative entre ces deux outils, nous avons comparé le temps moyen pour atteindre deux objectifs parmi les exercices de l'évaluation avec l'un ou l'autre des outils de consultation.

6.3.1.5 Protocole des évaluations

La deuxième campagne d'évaluations consistait en trois exercices incluant chaque fois deux objectifs distincts. Le premier objectif demandait de retrouver une information spécifique dans la documentation opérationnelle, le deuxième par contre demandait d'évaluer certaines causes ou conséquences corrélées aux informations recherchées lors du premier objectif. Ci-dessous, les exercices et les objectifs demandés aux sujets sont décrits. Ensuite, les étapes que nous avons suivies pour la réalisation des évaluations sont listées.

Exercice 1 :

- **Description :** Lors d'un vol récent l'un de vos collègues a expérimenté une alerte TCAS⁷⁴.
- **Objectifs :**
 - (1) Trouvez la procédure lors d'un avertissement de trafic ;
 - (2) Trouvez quand est-ce qu'une alerte TCAS peut engendrer de devoir faire une remise des gaz.

Exercice 2 :

- **Description :** Pendant la planification de votre vol, des conditions givrantes sont rapportées à Toulouse. Les pistes ainsi que les taxiways sont contaminés par de la neige fondue.
- **Objectifs :**
 - (1) Trouvez le bulletin météorologique de Toulouse-Blagnac ;
 - (2) Étudiez certaines opérations particulières à faire dans ces conditions avant le décollage.

Exercice 3 :

Cet exercice est séparé en deux phases corrélées :

- **Description de la première phase :** L'événement suivant est entrain de se passer :
« L'indication de quantité de carburant clignote dans les réservoirs intérieurs et extérieurs »
- **Objectif :** Trouver la cause de cet événement.

⁷⁴ Système d'évitement du trafic aérien (TCAS : Traffic Collision Avoidance System)

- **Description de la deuxième phase :** Pendant la phase de vol de croisière, l'alarme *fuel imbalance* retenti. Votre outil de consultation de la documentation opérationnelle électronique vous propose de l'information pertinente pour cette situation.⁷⁵
- **Objectif :**
 - (1) Utilisez l'outil de consultation pour analyser la situation ;
 - (2) Existe-t-il une situation possible qui pourrait amener à une restriction en altitude ?

Étapes des évaluations :

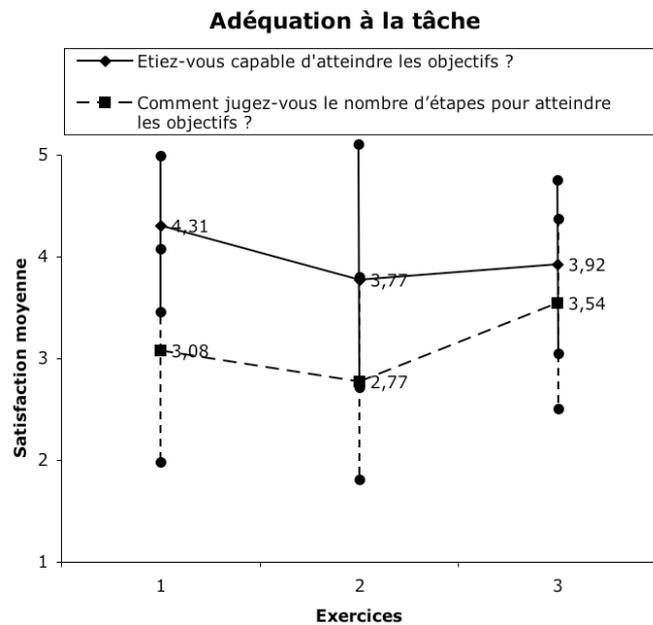
- **Étape 1 :** Le sujet est interviewé sur son expérience dans le domaine (10 minutes) ;
- **Étape 2 :** L'évaluateur introduit les thèmes de l'étude et explique le démonstrateur. Un tour guidé permet au sujet de se familiariser avec les fonctionnalités et limites du démonstrateur (10 minutes) ;
- **Étape 3 :** L'évaluateur donne la main au sujet. L'évaluateur introduit le premier exercice et les objectifs à réaliser. Le sujet ensuite commence avec le premier exercice dans le but d'atteindre les objectifs (10 minutes) ;
- **Étape 4 :** Lorsque le sujet a terminé, ou d'un commun accord entre le sujet et l'évaluateur, le sujet répond à un questionnaire d'utilisabilité sur l'exercice 1 (5 minutes) ;
- **Étape 5 :** La résolution optimale de l'exercice 1 est démontrée par l'évaluateur, puis discutée avec le sujet (5 minutes) ;
- **Étape 6, 7 & 8 :** Répétition des étapes 3, 4 & 5 avec le second exercice (20 minutes) ;
- **Étape 9, 10 & 11 :** Répétition des étapes 3, 4 & 5 avec le troisième exercice (20 minutes) ;
- **Étape 12 :** L'évaluation se termine sur une discussion ouverte entre le sujet et l'évaluateur (15 minutes) ;
- **Durée :** Environ 1 heure 15 minutes.

6.3.2 Analyse des résultats

6.3.2.1 Mesure de l'adéquation à la tâche

La figure 58 montre les résultats du questionnaire d'utilisabilité pour les critères d'efficacité et d'efficience concernant la mesure de l'adéquation à la tâche. Ces résultats montrent une bonne corrélation en ce qui concerne les tendances des résultats aux deux questions. La satisfaction moyenne sur les trois exercices est de 64%, ce qui montre une adéquation à la tâche au-dessus de la moyenne. La forme en « V » que l'on remarque dans la séquence des exercices peut être expliquée par la nature des exercices considérés. En effet, le deuxième exercice comportait un objectif nécessitant une recherche libre sur un thème particulier sans rechercher une réponse spécifique. L'objectif n'était donc pas clair et le nombre d'étapes était au bon vouloir du sujet. Ces caractéristiques rendent la réponse aux questions de mesure aléatoire, ce qui se traduit d'ailleurs par un écart-type pour l'exercice 2 plus important que pour les autres exercices.

⁷⁵ Pour cette deuxième phase de l'exercice, une fois que le sujet a pris connaissance de l'exercice, l'évaluateur prend la main sur le prototype et choisit la requête suivante : le descripteur de condition environnementale '*fuel imbalance*' et le descripteur de phase de vol '*cruise*'. Ce faisant, il simule la possibilité d'un outil de documentation opérationnelle automatisée.



	Moyenne [0 ; 5]	Moyenne [0 ; 1]	Écart-type
Exercice 1			
Étiez-vous capable d'atteindre les objectifs ?	4,31	83%	± 19%
Comment jugez-vous le nombre d'étapes pour atteindre les objectifs ?	3,08	52%	± 26%
Exercice 2			
Étiez-vous capable d'atteindre les objectifs ?	3,77	69%	± 29%
Comment jugez-vous le nombre d'étapes pour atteindre les objectifs ?	2,77	44%	± 25%
Exercice 3			
Étiez-vous capable d'atteindre les objectifs ?	3,92	73%	± 22%
Comment jugez-vous le nombre d'étapes pour atteindre les objectifs ?	3,54	63%	± 24%

Figure 58 : Résultats pour la mesure de l'adéquation à la tâche

Nous notons également une convergence entre la question « Étiez-vous capable d'atteindre les objectifs ? » et la question « Comment jugez-vous le nombre d'étapes pour atteindre les objectifs ? ». Si l'on considère que l'efficacité relative pour un sujet correspond à l'effort investi pour atteindre un objectif (rang de la deuxième question) par rapport à l'évaluation subjective de ce même objectif (rang de la première question), alors l'efficacité relative des sujets a augmenté au fur et à mesure des exercices. Les résultats du tableau 24 le montre. Par contre, la simulation d'un outil de documentation opérationnelle automatisée lors de l'accomplissement de l'exercice 3 nuance le résultat élevé obtenu pour cet exercice.

Tableau 24 : Mesure de l'efficacité relative

Efficacité = $\frac{\text{Comment jugez-vous le nombre d'étapes pour atteindre les objectifs ?}}{\text{Étiez-vous capable d'atteindre les objectifs ?}}$	Ex. 1	Ex. 2	Ex. 3
	71%	73%	90%

6.3.2.1.1 Mesure de la performance relative

Afin d'apprécier l'impact que le prototype a sur la performance du pilote lors d'une recherche d'information, le temps pour atteindre deux objectifs des exercices d'évaluations a été comparé au temps pour atteindre les mêmes objectifs avec un outil de consultation de la documentation opérationnelle électronique existant. L'application que nous avons choisie pour cette comparaison est l'outil de consultation LPC proposé pour les avions Airbus A320, A330 et A340.

⁷⁶ Les fonctionnalités utilisées dans l'application LPC pour atteindre les objectifs ci-dessus mentionnés sont :

- La table des matières reflétant celle de la documentation opérationnelle papier ;
- Des raccourcis permettant d'atteindre directement une racine ou un nœud de la table de matières.

La figure 59 montre une capture d'écran de l'outil LPC avec la table des matières sur la gauche et les raccourcis sur la droite.

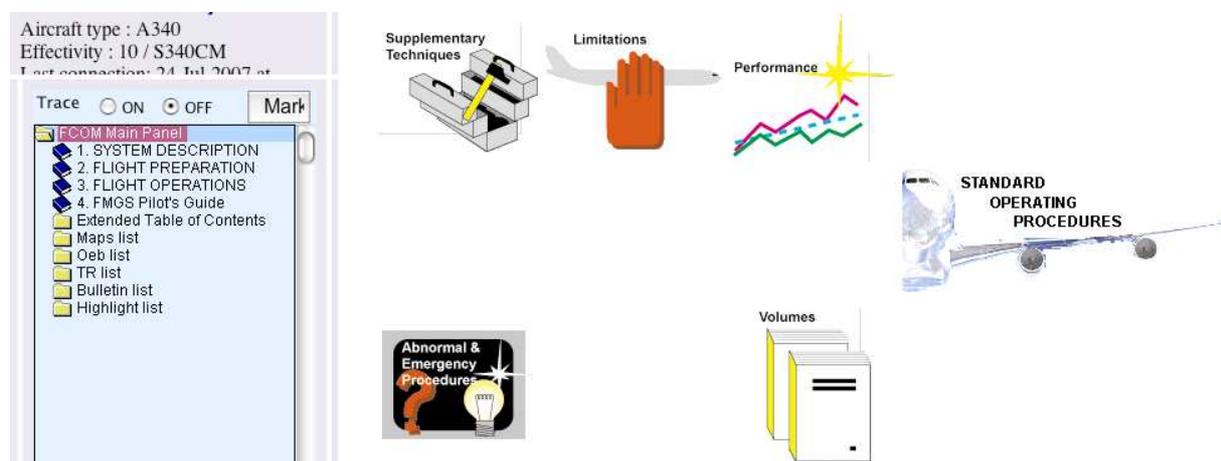


Figure 59 : Outil de consultation de la documentation opérationnelle électronique LPC

Les deux objectifs choisis pour la comparaison de la performance sont deux objectifs de l'évaluation qui requièrent de trouver une information spécifique dans la documentation opérationnelle (une phrase ou une procédure). Ces objectifs sont :

- **Exercice 1, objectif 1** : Trouvez la procédure lors d'un avertissement de trafic (voir la figure 60 gauche).
- **Exercice 3, première phase** : L'événement suivant est en train de se passer : « L'indication de quantité de carburant clignote dans les réservoirs intérieurs et extérieurs »
 - **Objectif** : Trouver la cause de cet événement (voir la figure 60 droite).

Le temps rapporté est le temps entre la première manipulation sur l'outil et le moment où le DU contenant l'information demandée est focalisé. Nous n'avons pas pris en considération la recherche de l'information proprement dite dans le contenu du DU. Pour la mesure des temps avec le prototype de l'étude, les enregistrements des évaluations ont été analysés.

En ce qui concerne la mesure des temps avec l'outil de consultation LPC, trois sujets pilotes de ligne ont participé à cette expérience, dont deux avaient déjà participé à l'évaluation avec le

⁷⁶ Less Paper Cockpit (LPC)

prototype. Par contre, l'intervalle de temps entre la deuxième campagne d'évaluations effectuée avec le deuxième prototype et l'expérience effectuée avec l'outil LPC a été de six mois. Notons que les trois sujets testés ont une expérience opérationnelle sur l'un ou l'autre des types d'avions Airbus. Notons également que la performance de temps n'était pas un critère de réussite lors des évaluations avec le prototype, alors que lors de l'expérience avec l'outil LPC ce critère était explicitement mis en avant.

Afin de pouvoir comparer la moyenne des résultats obtenus, nous avons supprimé les résultats correspondants à des sujets qui soit n'ont pas réussi à atteindre l'objectif dans un laps de temps raisonnable, soit ont atteint l'objectif directement en sachant à l'avance la résolution du problème. Nous considérons que ce dernier cas, bien qu'idéal, ne corresponde pas à une tâche de recherche d'information comparable à celle effectuée avec le prototype qui pour sa part est manipulé sans connaissance préalable de l'outil.

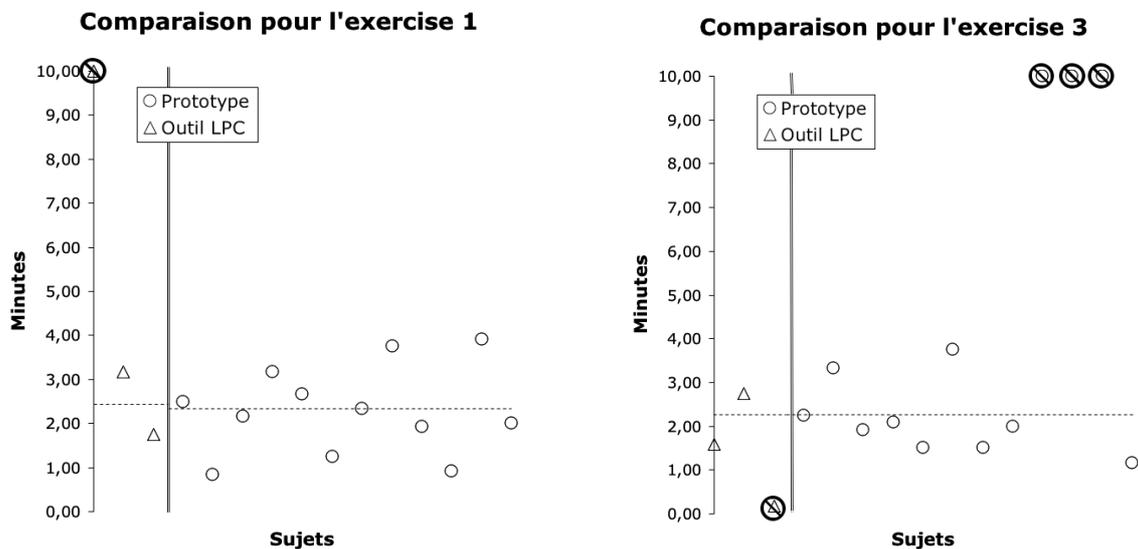


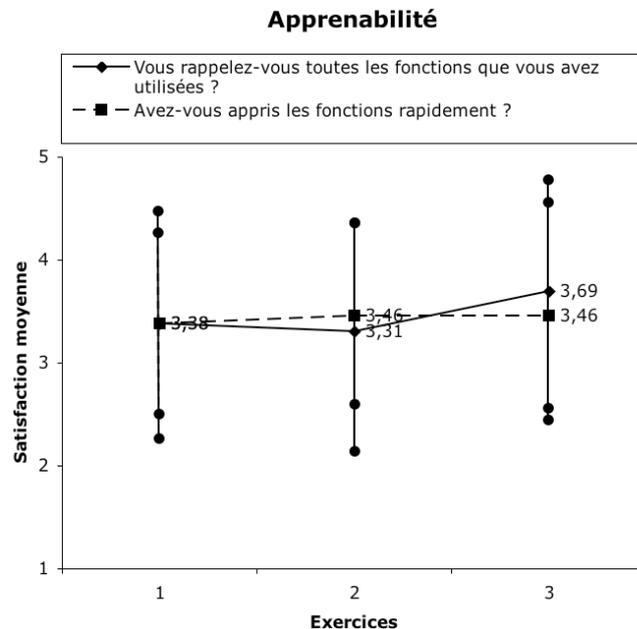
Figure 60 : Recherche d'information sur le TCAS (gauche) et sur le système carburant (droite)

La figure 60 ci-dessus montre que la performance est distribuée de manière équitable entre les deux applications, ainsi qu'entre les deux exercices considérés. Un temps moyen de plus de deux minutes est nécessaire pour trouver une information spécifique dans la documentation opérationnelle électronique, dès qu'il s'agit de manipuler des concepts comme la table des matières de l'outil LPC ou les listes de descripteurs de contexte du prototype.

Ces résultats montrent que nous sommes parvenu avec le prototype à approcher la performance d'un outil de consultation de la documentation opérationnelle classique. Par classique, nous entendons l'utilisation de la table des matières comme principale fonctionnalité pour la recherche d'information. Nous ne pouvons par contre pas conclure à une amélioration de la performance de la tâche de recherche d'information. Cependant, sachant que le prototype a le potentiel de grouper des informations autour de situations problèmes, nous pouvons estimer que le prototype pourra mieux répondre au besoin de recherche d'information lorsque celles-ci sont multiples et disséminées. De plus, l'effort employé lors de la recherche d'information avec le prototype ne se limite pas à la recherche de l'information, mais permet de rendre l'utilisateur attentif à certaines

caractéristiques non seulement de l’outil de consultation, mais aussi du domaine, ce qui peut améliorer ses connaissances.

6.3.2.2 Mesure de l’apprenabilité



	Moyenne [0 ; 5]	Moyenne [0 ; 1]	Écart-type
Exercice 1			
Vous rappelez-vous toutes les fonctions que vous avez utilisées ?	3,38	60%	± 28%
Avez-vous appris les fonctions rapidement ?	3,38	60%	± 22%
Exercice 2			
Vous rappelez-vous toutes les fonctions que vous avez utilisées ?	3,31	58%	± 30%
Avez-vous appris les fonctions rapidement ?	3,46	62%	± 22%
Exercice 3			
Vous rappelez-vous toutes les fonctions que vous avez utilisées ?	3,69	67%	± 30%
Avez-vous appris les fonctions rapidement ?	3,46	62%	± 26%

Figure 61 : Résultats pur la mesure de l’apprenabilité

La figure 61 ci-dessus montre les résultats du questionnaire d’utilisabilité pour les critères d’efficacité et d’efficacité concernant la mesure de l’apprenabilité. Aucune tendance significative ne peut être dégagée de ces résultats. Le tableau 25 ci-dessous résume la mesure d’apprenabilité en termes de moyenne et d’écart-type pour les trois exercices ensemble.

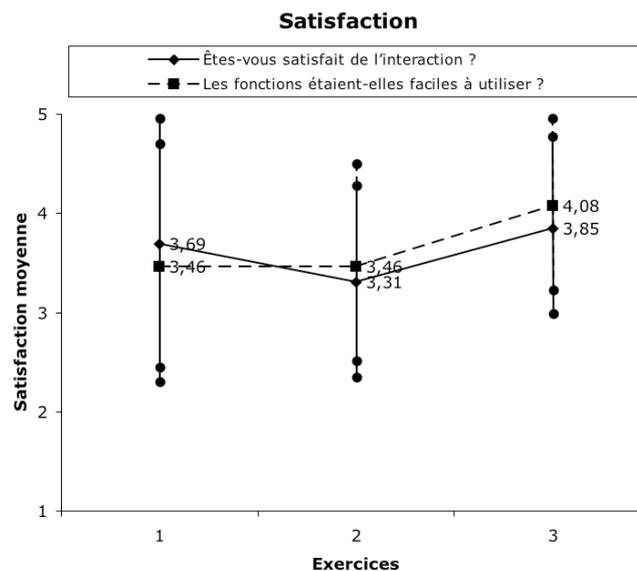
Tableau 25 : Mesure de l’apprenabilité pour les trois exercices ensemble

	Moyenne [0 ; 5] tous exercices	Moyenne [0 ; 1] tous exercices	Écart-type tous exercices
Vous rappelez-vous toutes les fonctions que vous avez utilisées ?	3,46	62%	± 29%
Avez-vous appris les fonctions rapidement ?	3,43	61%	± 23%

Ces résultats montrent que la satisfaction moyenne sur les trois exercices est de 61%, ce qui montre une apprenabilité au-dessus de la moyenne. Cependant, on peut noter un écart-type constamment élevé pour la première question : « Vous rappelez-vous toutes les fonctions que vous avez utilisées ? ». Cet écart-type élevé peut être la conséquence d'une interprétation différenciée entre les sujets de l'objet de la question. En effet, on peut se demander quelles fonctions ont été considérées. Était-ce tous les descripteurs de contexte disponibles (plus de cinq cents descripteurs), ou était-ce les fonctions de haut niveau uniquement (les catégories de contexte, les descripteurs de domaine et la table des matières) ? De plus, la tendance de la courbe des résultats de la figure 61 ne correspond pas à une courbe d'apprentissage. En effet, on aurait pu s'attendre à ce que les sujets apprennent des exercices précédents, et donc que la tendance soit croissante. Est-ce que les sujets ont découvert de nouvelles fonctionnalités tout au long de l'évaluation et à travers les exercices (ce qui aurait pu avoir pour effet d'aplanir la tendance), ou est-ce que les exercices étaient trop différents entre eux ? Nous n'avons pas assez d'éléments avec le questionnaire d'utilisabilité que nous avons utilisé pour dessiner des conclusions sur l'apprenabilité du prototype.

6.3.2.3 Mesure de la satisfaction

La figure 62 ci-dessous donne les résultats pour la mesure de la satisfaction :



	Moyenne [0 ; 5]	Moyenne [0 ; 1]	Écart-type
Exercice 1			
Êtes-vous satisfait de l'interaction ?	3,69	67%	± 31%
Les fonctions étaient-elles faciles à utiliser ?	3,46	62%	± 32%
Exercice 2			
Êtes-vous satisfait de l'interaction ?	3,31	58%	± 24%
Les fonctions étaient-elles faciles à utiliser ?	3,46	62%	± 24%
Exercice 3			
Êtes-vous satisfait de l'interaction ?	3,85	71%	± 22%
Les fonctions étaient-elles faciles à utiliser ?	4,08	77%	± 22%

Figure 62 : Résultats pur la mesure de la satisfaction

Contrairement à la mesure de l'apprenabilité, on observe une tendance croissante de la mesure de la satisfaction des sujets au fur et à mesure des exercices de l'évaluation. Il y a une bonne corrélation entre les deux questions permettant de mesurer ce critère. Les résultats peuvent être qualifiés de au-dessus de la moyenne à bon. La tendance croissante de la mesure de la satisfaction est renforcée par l'analyse de la tendance montrée par l'écart-type. En effet, non seulement la moyenne croit au fur et à mesure des exercices, mais en plus l'écart-type diminue, ce qui appuie un consensus à la fin des évaluations sur une bonne satisfaction des sujets envers les solutions proposées par le prototype. Cette double tendance est encourageante en ce qui concerne le potentiel du deuxième prototype pour répondre aux besoins des pilotes de transport aérien vis-à-vis des possibilités de la documentation opérationnelle électronique.

6.4 Conclusions

Quel genre d'interactions peut-on attendre de la documentation opérationnelle contextuelle ?

Ce chapitre a prouvé la possibilité de proposer un outil de documentation opérationnelle contextuelle permettant de rechercher et de naviguer dans la documentation de manière interactive. Par documentation interactive, nous pensons ici à la possibilité de guider les étapes de navigation de l'utilisateur lors du processus d'interaction en fonction des intérêts préalables qu'il/elle manifeste au travers des choix contextuels effectués.

Les pilotes ayant participé aux évaluations ont souvent apprécié la possibilité de décrire des situations d'intérêt en tant que requête d'informations. L'approche proposée de la recherche d'information dans la documentation opérationnelle contextuelle permet de garder une stratégie de haut niveau identique, quel que soit le besoin d'information. Cette stratégie transverse de haut niveau, basée sur la description de situations d'intérêts, est la solution que le projet propose pour faciliter l'utilisation occasionnelle de la documentation opérationnelle électronique dans des situations nouvelles ou exceptionnelles.

L'utilisation de la description de situations dans la recherche d'information pour la documentation opérationnelle électronique permet d'intéressantes nouvelles fonctionnalités. En particulier, utiliser la même ontologie des contextes en tant que référence pour à la fois assurer l'interactivité et l'automatisation de la documentation permet d'entrevoir l'utilisation d'une documentation opérationnelle partiellement automatisée, communément avec une utilisation interactive. Nous reprenons ci-dessous la matrice des activités documentaires introduite dans le chapitre 3 afin de décrire quelques nouvelles fonctionnalités possibles.

ENVIRONNEMENT D'INSTRUCTION				TOUTES LES SITUATIONS
ENVIRONNEMENT DE PRÉPARATION				SITUATIONS ANTICIPÉES
ENVIRONNEMENT DES OPÉRATIONS				SITUATIONS PRÉSENTES
	CONTENU D'AIDE	CONTENU D'ASSISTANCE	CONTENU DE SUPPLÉANCE	

Afin de générer des parcours pédagogiques répondant aux intentions des apprenants, la mise en mouvement d'un contenu pédagogique peut se faire au

niveau sémantique (Zniber & Cauvet, 2007). L'exploitation des propriétés séquentielles de la catégorie des tâches permet d'entrevoir le développement d'applications dans un environnement d'instruction similaire aux CBT, mais avec les sources d'information provenant directement de la documentation opérationnelle, et en suivant un parcours choisi par l'utilisateur. La figure 63 montre comment nous avons réalisé une application de ce type utilisant les fonctionnalités du deuxième prototype. Pour réaliser ce démonstrateur, en plus de la modélisation existante, nous avons dû organiser séquentiellement les branches d'opérations afin de pouvoir générer des scénarios.

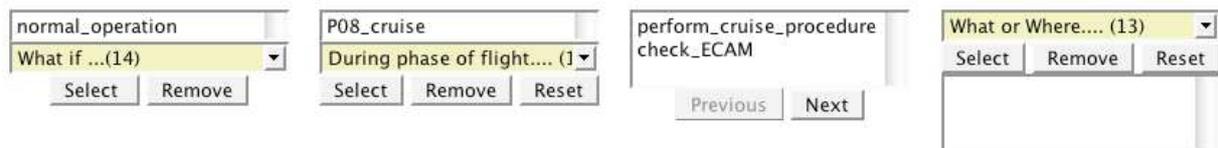


Figure 63 : Démonstrateur de génération de scénarios pour proposer une navigation éducative

Par exemple, la figure 63 décrit la première opération à effectuer en opération normale et dans la phase de vol de croisière. Pour cette situation élémentaire (décrite par une branche d'opérations complète), le pilote peut réviser toute l'information pertinente rattachée, ou se concentrer sur un thème spécifique en choisissant une ressource particulière (par exemple le système de carburant). Quant il/elle est satisfait/satisfaite de sa révision, le bouton *Next* permet de choisir la prochaine opération disponible, en général dans l'ordre chronologique de la procédure concernée. Le processus de révision peut alors continuer. De plus, pour chaque situation élémentaire, les liens d'affinage du contexte en rapport avec les conditions environnementales permettent de choisir une situation problème qui pourrait survenir au moment joué par le scénario, et de la réviser. L'utilisateur entre alors dans un scénario parallèle. La figure 64 ci-dessous illustre cette navigation sur la base de scénarios générés (voir aussi Ramu, 2004). Des démonstrations informelles à quelques pilotes de ligne ont soulevé des critiques positives envers cette possibilité d'utilisation de la documentation opérationnelle électronique.

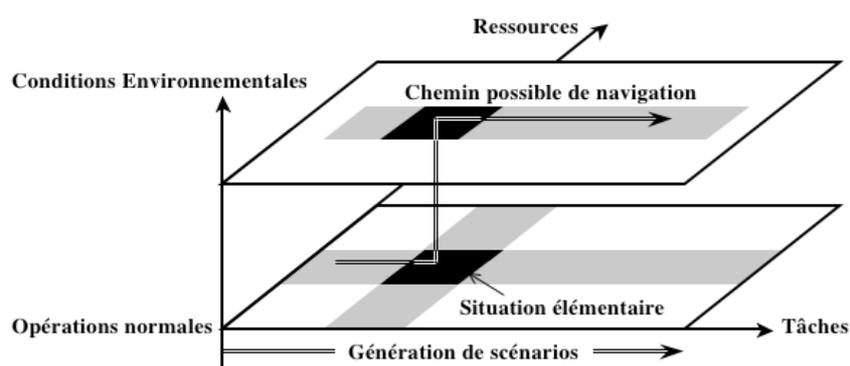


Figure 64 : Navigation dans la documentation opérationnelle contextuelle sur la base de scénarios générés

En marge de l'entraînement libre, une application similaire peut être utilisée pour réviser des scénarios spécifiques, par exemple des scénarios probable non rencontrés depuis un certain temps (par exemple la révision des opérations par temps froid à l'approche de l'hiver). Une telle

application peut être également utile lors de la séance de préparation à une session de simulateur par aussi bien l'instructeur que les élèves.

Dans l'environnement d'instruction, permettre une stratégie de haut niveau commune pour les instructeurs et les élèves lors de l'utilisation de la documentation opérationnelle peut diminuer le problème décrit dans le chapitre 2 concernant l'accès à la documentation (voir le chapitre 2, §2.3). La révision de situations problèmes avant, pendant et après une session de simulateur en utilisant la stratégie proposée peut améliorer la capacité du pilote à utiliser et rechercher de l'information dans sa documentation opérationnelle dans d'autres environnements de travail.

ENVIRONNEMENT D'INSTRUCTION				TOUTES LES SITUATIONS
ENVIRONNEMENT DE PRÉPARATION				SITUATIONS ANTICIPÉES
ENVIRONNEMENT DES OPÉRATIONS				SITUATIONS PRÉSENTES
	CONTENU D'AIDE	CONTENU D'ASSISTANCE	CONTENU DE SUPPLÉANCE	

De manière similaire, une stratégie commune d'analyse de la situation dans tous les environnements de la catégorie de l'assistance peut améliorer la capacité du pilote à utiliser et rechercher de l'information dans sa documentation opérationnelle pour des situations nouvelles ou exceptionnelles, lorsque nécessaire. Cependant, dans nos prototypes, les fonctionnalités d'IHM utilisées pour aider à ces tâches sont limitées. Plus de recherche est nécessaire afin d'aider à d'une part choisir une situation et d'autre part analyser les situations connexes. Pour cela, on peut imaginer un processeur de langage naturel permettant de tout d'abord cadrer les situations d'intérêt. Ensuite, une visualisation adéquate peut aider à manipuler et choisir parmi les situations potentielles. Pour une revue des possibilités concernant les visualisations interactives appliquées à la documentation, voir Mountaz & Beaudouin-Lafon (2003).

De manière complémentaire, l'automatisation de la documentation opérationnelle peut enrichir la requête par des situations détectées présentes ou prévues (en particulier, en ce qui concerne les phases de vol et les conditions environnementales). Permettre cette automatisation rapproche considérablement la documentation opérationnelle du système d'alerte de l'avion, et des contraintes de développement que cela impose.

ENVIRONNEMENT D'INSTRUCTION				TOUTES LES SITUATIONS
ENVIRONNEMENT DE PRÉPARATION				SITUATIONS ANTICIPÉES
ENVIRONNEMENT DES OPÉRATIONS				SITUATIONS PRÉSENTES
	CONTENU D'AIDE	CONTENU D'ASSISTANCE	CONTENU DE SUPPLÉANCE	

Pour la catégorie de suppléance, une meilleure utilisation de la correspondance entre les situations d'intérêt et la connaissance prescriptive de la documentation peut permettre une interaction à notre avis plus facile. Comme chaque connaissance prescriptive de la documentation est normalement représentée par une ou plusieurs branches d'opérations, des liens hypertexte dans le contenu de la documentation peuvent choisir à partir de la connaissance prescriptive pointée les situations d'intérêt respectives. La figure 65 illustre ce processus. Cet exemple montre un utilisateur de documentation opérationnelle pointant sur de la documentation prescriptive. Les branches d'opérations respectives peuvent être instanciées directement en tant que requête et permettre de grouper les informations pertinentes en relation avec la documentation prescriptive pointée. Logiquement, dans cet exemple, les

informations météorologiques de l'aéroport de départ de cet utilisateur doivent être rendues disponibles dans l'onglet environnement des descripteurs de domaine.

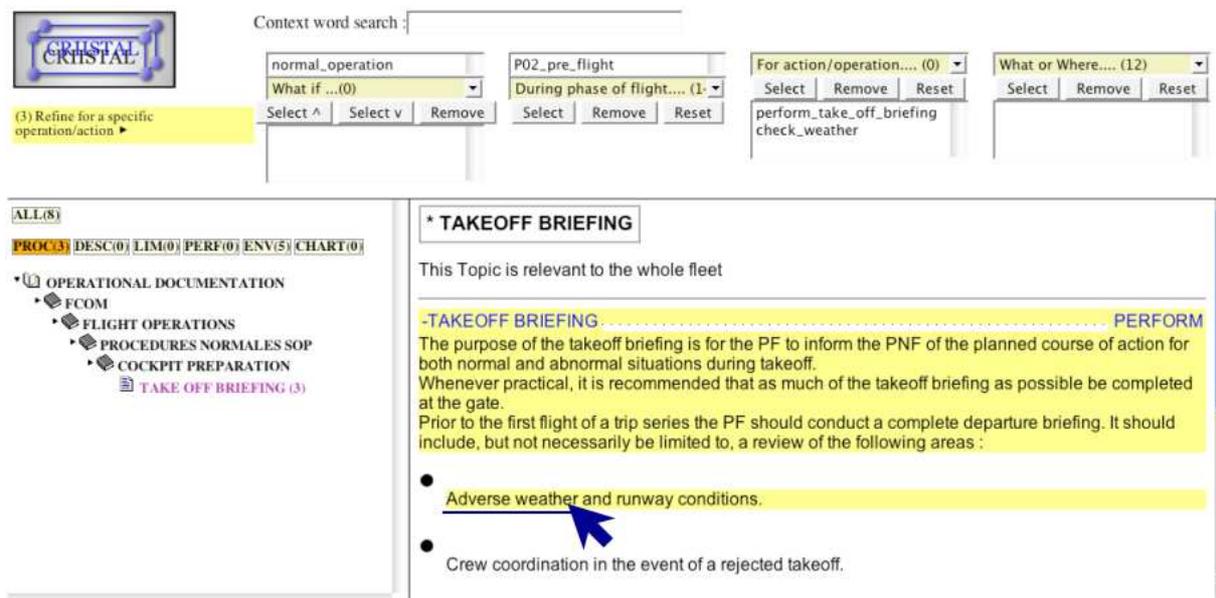


Figure 65 : Utilisation du contenu prescriptif en tant que lien hypertexte pour le choix de la requête

Un pas encore plus grand peut être franchi en direction de la communication entre la documentation et l'utilisateur. On pourrait imaginer une application 'intelligente' qui fournirait non seulement de la documentation pertinente, mais également de l'information directive. Par exemple, si le pilote est intéressé par dérouter sur un autre aéroport, et que cette intention est reconnue à travers les manipulations de l'IHM, alors non seulement les informations pertinentes pour cette intention peuvent être groupées, mais les propriétés sémantiques de ces informations peuvent être corrélées, et de la connaissance déduite. Dans l'exemple mentionné, en plus de grouper la distance d'atterrissage disponible à l'aéroport de déroutement et la distance d'atterrissage requise, l'application pourrait communiquer : « Piste trop courte ».

ENVIRONNEMENT D'INSTRUCTION				TOUTES LES SITUATIONS
ENVIRONNEMENT DE PRÉPARATION				SITUATIONS ANTICIPÉES
ENVIRONNEMENT DES OPÉRATIONS				SITUATIONS PRÉSENTES
	CONTENU D'AIDE	CONTENU D'ASSISTANCE	CONTENU DE SUPPLÉANCE	

Finalement, la catégorie d'aide peut prendre un meilleur avantage de la relation entre les ressources et les représentations de situations. Par exemple, dans un avion de nouvelle génération où il est possible de pointer un curseur sur n'importe lequel des symboles d'un écran de visualisation, l'outil de documentation opérationnelle contextuelle pourrait présélectionner les informations pertinentes pour le symbole pointé. Une telle fonctionnalité pourrait ne pas seulement proposer de l'information pertinente pour ce symbole, mais aussi permettre au pilote de revoir toutes les situations qui utilisent ce symbole. Par exemple, si le pilote pointe sur l'écran de navigation (ND) le symbole d'un aéroport, l'information pertinente présélectionnée pourrait être la description du symbole pointé ainsi que l'information de l'aéroport en question. Si par hasard l'aéroport à ce moment-là connaît une

situation de piste contaminée, alors l'outil peut également proposer de l'information sur cette situation particulière. De cette manière, l'outil de documentation opérationnelle devient une facilité pour découvrir de manière interactive les particularités de l'environnement de travail du pilote.

CHAPITRE VII : CONCLUSIONS

« « Il doit approcher de San Antonio, il doit voir les lumières... » Alors elle se levait, écartait les rideaux, et jugeait le ciel : « Tous ces nuages le gênent... » Parfois la lune se promenait comme un berger. Alors la jeune femme se recouchait, rassurée par cette lune et ces étoiles, ces milliers de présence autour de son mari. »

Antoine de Saint-Exupéry, Vol de Nuit, 1931

7 CONCLUSIONS

Est-il possible de faciliter l'utilisation de la documentation opérationnelle en la contextualisant dans les différentes activités des pilotes de transport aérien ?

7.1 Synthèse

Nous avons présenté dans le chapitre 3 un état de l'art de la modélisation dans le domaine aéronautique. La modélisation est nécessaire pour le développement de produits qui vont être en interaction avec des personnes et des systèmes. En particulier, la modélisation est nécessaire pour le développement de notre documentation opérationnelle contextuelle. En effet, la modélisation du domaine permet de représenter la sémantique de la documentation d'une manière explicite. Elle permet aussi d'enrichir la structure de la documentation opérationnelle et ainsi de diversifier les interactions possibles avec son utilisateur.

Justement, afin de décrire quelles sont les caractéristiques principales souhaitées pour ces interactions, nous proposons un modèle théorique décrivant la tâche de recherche d'information. En effet, l'objectif de la recherche d'information est de proposer un ensemble d'indices informationnels pertinent pour un besoin sémantique, et c'est bien ce besoin sémantique qu'il nous est nécessaire de décrire. Nous avons décrit ce modèle théorique en prenant en considération le caractère dynamique du domaine aéronautique, et il en ressort que la représentation de situations problèmes est un référentiel privilégié pour ce domaine. Nous espérons que la manipulation de la documentation opérationnelle à travers la représentation de situations problèmes est une manière de faciliter son usage.

Nous avons ensuite décrit l'interaction avec la documentation opérationnelle contextuelle par un ensemble d'activités documentaires. Ces activités documentaires sont définies par une matrice à deux dimensions. L'une étant la latence entre (a) une situation potentiellement réellement vécue et (b) une situation d'intérêt décrite lors d'une recherche d'information, lorsque (b) décrit (a). L'autre étant fonction de la propriété du contenu documentaire à désengager plus ou moins l'opérateur de sa situation réelle, en faisant interagir des modes d'interactions propres à l'outil documentaire au détriment de l'interaction avec l'outil fonctionnel. Cette matrice a l'avantage de décrire dans un continuum à la fois les informations nécessaires aux opérations (instruments informationnels) et celles utiles comme outil de formation (informations complémentaires d'un point de vue explicatif ou anticipatoire). En effet, la digitalisation de tous les indices informationnels du domaine a pour effet de permettre la manipulation du corpus informationnel quelle que soit son origine, ayant pour corollaire d'effacer la distinction traditionnelle entre les notions d'instrument informationnel ou de documentation. Chaque catégorie d'activité documentaire est ensuite discutée séparément afin de proposer comment, grâce à la représentation des situations, la documentation opérationnelle contextuelle peut faciliter l'usage de son contenu par le pilote.

Afin d'évaluer le potentiel de l'approche proposée, nous avons effectué une étude utilisateur comportant d'une part un questionnaire sur l'utilisation actuelle de la documentation opérationnelle, et d'autre part deux cycles de conceptions/évaluations d'un prototype de documentation opérationnelle contextuelle. L'analyse du questionnaire rapportée dans le chapitre 4 confirme l'utilisation de la documentation opérationnelle à la fois dans les opérations et au cours de la formation. De plus, elle décrit une utilisation nécessaire tout au long de la carrière du pilote. L'étude montre que le besoin des pilotes de rafraîchir leurs connaissances ne diminue pas avec l'expérience et que la documentation opérationnelle ne peut pas être simplement lue et apprise, mais doit être périodiquement revisitée. Malheureusement, la plus grande critique rencontrée concernant l'utilisation de la documentation opérationnelle est précisément la difficulté à retrouver l'information, s'agissant surtout d'informations utilisées occasionnellement. Cette difficulté est partiellement attribuée à la dispersion de l'information dans l'outil documentaire. L'analyse du questionnaire appuie donc l'intérêt de développer une documentation opérationnelle contextuelle, dont l'un des potentiels est de permettre de regrouper des informations pour un thème particulier, par exemple une description de situation. Justement, en ce qui concerne la description de situations, l'analyse du questionnaire confirme qu'elle est une notion importante dans la motivation à rechercher de l'information, tout comme dans l'établissement d'un diagnostic.

Le chapitre 5 se concentre sur les spécifications de la modélisation sémantique nécessaire à la réalisation de notre prototype. Il décrit à la fois l'architecture des ontologies, et développe de manière détaillée une méthodologie de contextualisation de la documentation opérationnelle. Afin de représenter et d'articuler des notions de situations, nous avons choisi de représenter dans nos ontologies trois catégories de concepts : les tâches, les conditions environnementales, et les ressources. L'association des concepts de tâches et de conditions environnementales constitue l'ontologie des scénarios et décrit l'ensemble des situations problèmes. Complémentairement, les concepts de ressources constituent l'ontologie des ressources et décrivent l'ensemble des concepts physiques et fonctionnels mentionnés dans la documentation. La mise en relation de l'ontologie des scénarios avec l'ontologie des ressources construit ce que nous appelons l'ontologie des contextes opérationnels.

L'objectif des catégories de l'ontologie des contextes opérationnels est de permettre, sous la forme d'une requête, la description d'un besoin sémantique lors de l'utilisation de la documentation opérationnelle. En réponse à cette requête, la documentation opérationnelle doit pouvoir choisir les indices informationnels pertinents. Ces indices informationnels ne se limitent pas au contenu de la documentation opérationnelle. La structure de la documentation contextuelle doit également proposer des indices informationnels en accord avec la requête. Ceci afin d'engager un processus de coopération/communication nécessaire dans la mesure où l'on accepte que l'utilisateur ne connaît pas a priori l'ensemble des situations problèmes. En effet, l'étude du questionnaire dans le chapitre 4 montre que les pilotes ne peuvent pas connaître l'intégralité de la documentation opérationnelle. Nous étendons cette remarque non seulement au contenu de la documentation, mais également à l'ensemble des situations problèmes qu'elle décrit. Nous avons donc défini des critères de pertinences non seulement entre les concepts et la documentation opérationnelle, mais également entre les concepts eux-mêmes. Ces critères de pertinences, décrits et expliqués dans le chapitre 5, constituent la spécification de l'architecture de nos ontologies.

Le chapitre 5 propose également une méthodologie de contextualisation de la documentation opérationnelle. Cette méthodologie est un résultat des deux cycles de conceptions/évaluations de notre prototype et est reportée en tenant compte des retours d'expérience obtenus. Elle est décrite sous la forme d'un processus de travail initié à chaque itération de la connaissance du domaine, et peut servir de procédure pour une organisation souhaitant réaliser une application similaire à notre prototype dans un cadre industriel. Le processus de contextualisation est un processus permettant d'encadrer sémantiquement les éléments de documentation opérationnelle. C'est de plus une manière de rendre explicite la spécification du besoin qui a mené à la mise à disposition de l'information. Malheureusement, la construction de l'ontologie des contextes et la subséquente indexation de la documentation opérationnelle sont basées sur les propriétés sémantiques des concepts manipulés, et la connaissance permettant d'instancier correctement ces deux processus nécessite de la connaissance implicite. Ces choix de modélisation et de désambiguïsation peuvent être supervisés, mais nous avons exclu la possibilité de processus complètement automatisés. Le processus de contextualisation que nous décrivons est un processus manuel, parfois supervisé, et supporté par quelques inférences aidant dans l'indexation d'une documentation comportant de l'information hétérogène, distribuée, et parfois dynamique. Basé sur l'expérience de nos réalisations, nous recommandons la séparation d'un outil de contextualisation en trois entités. Premièrement, le processus de rédaction existant doit être maintenu et le contenu documentaire ainsi créé doit être mis à disposition de la communauté. Cela assure que, quelque soit le résultat du processus global de contextualisation, la fonctionnalité statique de la documentation ne soit pas altérée. Deuxièmement, un outil de développement d'ontologies doit être utilisé pour la modélisation et l'itération de l'ontologie des contextes. Les ontologies doivent également être mises à la disposition de la communauté afin d'en assurer l'acceptation et la validité. Troisièmement, un outil spécifique avec en entrées le contenu documentaire et les ontologies doit pouvoir aider aux tâches d'indexation du processus de contextualisation.

Une fois la documentation opérationnelle contextualisée, elle peut être utilisée afin de rechercher et naviguer dans la documentation opérationnelle de manière interactive. Par interactif, nous entendons ici la possibilité de paramétrer les choix de navigation de l'utilisateur par rapport aux intérêts déjà sollicités par une requête partielle. Les avantages que nous espérions grâce à l'architecture de l'ontologie dans la construction d'une requête étaient multiples. Premièrement, les indices informationnels pour la construction de la requête représentent des concepts extraits de l'environnement opérationnels des pilotes (situations potentielles et ressources à disposition). Deuxièmement, à la manière d'une documentation modulaire il devient possible de regrouper les informations documentaires autour de ces concepts. Troisièmement, la requête admet plusieurs dimensions en entrée (représentées par les catégories de l'ontologie des contextes), ce qui multiplie les possibilités d'accès à la documentation. Enfin, grâce aux multiples dimensions, l'interactivité à proprement parler peut aider le pilote à construire sa requête sous la forme d'une situation d'intérêt afin de traduire son besoin en information, puis naviguer dans l'espace des situations pour compléter son besoin ou améliorer ses connaissances. Deux campagnes d'évaluations de notre prototype nous ont permises de mettre ces possibilités technologiques en perspective. Le chapitre 6 rapporte sur les solutions de conception choisies et les résultats des évaluations.

Mais la diversité des interactions a également généré de la complexité, et la simple mise à disposition de ces fonctionnalités n'a pas suffi à rendre nos options utilisables. Plus que l'évaluation des solutions de conception, la première campagne d'évaluation a permis d'explicitier

chez certains sujets quelques étapes caractéristiques lors de la recherche d'information dans la documentation opérationnelle. Par exemple, la volonté en premier lieu de rechercher de la documentation prescriptive (les procédures) car plus directive et pratique, ainsi que la volonté d'anticiper les risques potentiels. Il est donc nécessaire de reconnaître correctement la situation pour pouvoir choisir la bonne procédure, et de pouvoir projeter cette situation dans le futur. Nous avons ordonné ces étapes selon un processus mental que nous proposons pour le guidage de l'interaction. Nous distinguons les séquences suivantes :

- (1) Le choix d'une situation et l'analyse des situations connexes ;
- (2) Pour une situation donnée, la sélection des procédures et autres informations pertinentes ;
- (3) La possibilité d'analyser les conséquences d'une situation particulière sur les situations futures ;
- (4) La répétition de l'étape (2) pour les situations futures découlant de la situation initiale.

Ces étapes de navigation s'inscrivent bien dans la matrice d'activités documentaires que nous avons précédemment décrite. En effet, la documentation prescriptive étant représentée dans l'ontologie des scénarios, la représentation des situations reste une étape préliminaire et nécessaire à la navigation dans la documentation opérationnelle. De plus, l'analyse des conséquences peut se faire par une manipulation partielle de la représentation des situations selon l'axe temporel de notre matrice. L'avantage de ces étapes est qu'elles apportent une systématique nécessaire pour que l'utilisateur ne se perde pas dans l'espace des possibilités. Les solutions de conception lors de l'itération de notre prototype a tenté de mettre en pratique ce séquençement d'activités documentaires. La mesure de la satisfaction des sujets effectuée lors de la deuxième campagne d'évaluation est encourageante quand au potentiel de cet usage de la documentation opérationnelle. Cependant, la diversité des situations modélisées et la quantité de documentation opérationnelle manipulée ne permettent pas de conclure par nos évaluations à une utilisation facilitée de la documentation opérationnelle. En revanche, l'amélioration dans l'utilisation de la documentation opérationnelle apportée par notre approche se situe à notre avis dans la proposition d'une stratégie unifiée de recherche d'information, quel que soit le contenu documentaire ciblé. Cette stratégie, basée sur des concepts sémantiquement rattachés à l'environnement opérationnel des pilotes, est la solution que la thèse propose face au problème de la recherche d'information dans des situations occasionnelles ou nouvelles.

7.2 Perspectives

L'utilisation de concepts rattachés à l'environnement opérationnel a un autre avantage, celui de pouvoir être observé et par là servir de moyen d'automatisation de l'information. Utiliser le même référentiel pour d'une part l'interactivité avec la documentation et d'autre part son automatisation offre des possibilités d'applications de la documentation opérationnelle contextuelle. Par exemple, il devient possible d'alerter le pilote de transport aérien non seulement d'une situation problématique observée, mais également de mettre en avant d'autres situations qui lui sont corrélées. Lors de l'évaluation de notre prototype, ce fut le cas pour un exercice faisant intervenir une situation de déséquilibre de carburant. Le prototype proposait alors l'ensemble des situations pouvant mener à ce déséquilibre, dont une situation de fuite de carburant qui demande des actions plus sérieuses que le simple rétablissement de l'équilibrage du carburant. De manière similaire, une situation de fuite de carburant peut nécessiter une contrainte

sur l'altitude maximale de vol, qui à son tour peut entrer en conflit avec la navigation prévue due au survol d'une région montagneuse. En aéronautique, la gestion de ce genre de situations critiques fait l'objet d'outils d'information spécifiques. Néanmoins, la perspective dans notre cas d'étude est que ces inférences ne sont plus le résultat d'outils dédiés, mais proviennent d'une approche généralisée à partir de laquelle nous pouvons déduire ces informations. De plus, cette possibilité peut être utilisée de manière moins directe en bénéficiant des observations de l'environnement dans un objectif plus de découverte que de réaction. Par exemple, si lors d'un vol routinier la trajectoire de l'appareil traverse une région montagneuse, alors la documentation contextuelle peut proposer au pilote de revoir les situations pouvant amener à une dégradation des performances de l'avion. Si l'aéroport de destination prévu rencontre des conditions météorologiques particulières, la documentation contextuelle peut proposer de revoir les conséquences pour les opérations. Cette utilisation mixte de la documentation opérationnelle entre interactivité et automatisation, et entre support de performance et révision, est une perspective que la documentation opérationnelle contextuelle peut rendre effective.

Un aspect que nous n'avons pas pris en considération lors de notre étude, et qui pourrait apporter certaines solutions dans la gestion de la documentation opérationnelle, est la personnalisation de la documentation contextuelle. Par personnalisation nous entendons la traçabilité des parcours de navigation d'un individu à travers la documentation, afin d'en cibler l'utilisation. En effet, la quantité et la diversité de l'information contenue dans la documentation opérationnelle est un obstacle considérable à sa manipulation. Cette caractéristique, doublée de la capacité limitée de l'être humain à pouvoir acquérir et retenir toute cette information, est une explication au besoin récurrent de l'utilisation de la documentation opérationnelle. La représentation explicite du domaine offre un espace de navigation permettant de définir les situations devant être périodiquement révisées, quand (par exemple en fonction des situations prévues et/ou en fonction de leur criticité), et à quelle fréquence. Cette prise en charge par l'outil documentaire de la gestion de l'information est similaire à l'organisation de l'entraînement des pilotes de transport aérien. En effet, il est périodiquement demandé aux pilotes de prouver leurs connaissances à travers des exercices de simulation. Plus qu'un contrôle des connaissances, cette logique demanderait non seulement la mise à disposition de la documentation opérationnelle, qui est une exigence actuelle, mais également un travail sur un accès rationalisé de son contenu. Cette logique appliquée à la documentation opérationnelle pourrait amener une culture de l'utilisation de la documentation. S'il est vrai que la connaissance est nécessaire à une bonne gestion des situations, alors une telle culture ne peut qu'en faciliter la réalisation.

REFERENCES

- [1] AMALBERTI René (1996). La conduite des systèmes à risques. Paris : Presses Universitaires de France, 1996.
- [2] AMALBERTI René (2003). Ingénierie Cognitive. Automatisation, gestion de l'erreur humaine et approche écologique. Sous la direction de G. Boy. Paris : Lavoisier, 2003, p. 81-98. (Traité des Sciences Cognitives ; IHM et Cognition)
- [3] ANGEHRN Albert, NABETH Thierry, RAZMERITA Liana & RODA Claudia (2001). K-InCA: Using Artificial Agents to Help People and Adopt New Behaviours. In T. Okamoto, R. Hartley, Kinshuk & J. Klus (Eds.), Proceedings of the IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT'01; 2001; Madison). CS Press, p. 225-226. Available at: <http://csdl2.computer.org/persagen/DLabsToc.jsp?resourcePath=/dl/proceedings/&toc=comp/proceedings/icalt/2001/1013/00/1013toc.xml> [consulted on January 23rd 2008]
- [4] ANSTEY Tim (2004). Electronic Documentation and the Challenge of Transition from Paper. In Y. Barnard & D. Chandra (Eds.), Proceedings of the International Conference on Human-Computer Interaction in Aeronautics. Workshop on Electronic Documentation: Towards the Next Generation (HCI-Aero'04; 2004; Toulouse). Toulouse: EURISCO International, 2004, p. 6-8. Available at: <http://www.eurisco-international.com/hci-aero2004/call2.htm> [consulted on January 23rd 2008]
- [5] AUSSENAC-GILLES Nathalie & CONDAMINES Anne (2004). Documents électroniques et constitution de ressources terminologiques ou ontologiques. Revue Information, Interaction, Intelligence (I3). Numéro spécial sur le document numérique. In J. Charlet et J.-M. Salaün (Eds.). 2004, volume 4(1), p. 75-94. Disponible sur: <http://www.revue-i3.org/volume04/numero01/index.htm> [consulté le 23 janvier 2008]
- [6] BACCINO Thierry, BELLINO Catherine & COLOMBI Teresa (2005). Mesure de l'utilisabilité des interfaces. Paris : Lavoisier, 2005.
- [7] BAINBRIDGE Lisanne (1987) Ironies of automation. In J. Rasmussen, K. Duncan & J. Leplat (Eds.). New technology and human error. Chichester: Wiley, 1987, p. 276-283.
- [8] BALLOUGH James (2007). AC 91-78 Use of Class 1 or Class 2 Electronic Flight Bag (EFB)
- [9] (Advisory Circular). Federal Aviation Administration, 2007. Available at: <http://rgl.faa.gov/> [consulted on January 28th 2008]

- [10] BARNARD Yvonne, BOY Guy, TREMAUD Michel, PAYEUR Francis & FAURE Xavier (2002). Articulation of Operational and Training Materials. In S. Chatty, J. Hansman, & G. Boy (Eds.), Proceedings of the International Conference on Human-Computer Interaction in Aeronautics (HCI-Aero'02; 2002; Boston). Menlo Park: AAAI Press, 2002, p. 30-35. Available at: <http://www.eurisco-international.com/Publications/ol2002.html> [consulted on January 23rd 2008]
- [11] BARNARD Yvonne (2004). Using and Sharing Expertise: the Contribution of Knowledge Management. In A. Pritchett, A. Jackson & G. Boy (Eds.), Proceedings of the International Conference on Human-Computer Interaction in Aeronautics (HCI Aero'04; 2004; Toulouse). Toulouse: EURISCO International, 2004. Available at: <http://www.eurisco-international.com/Publications/ol2004.html> [consulted on January 23rd 2008]
- [12] BARNARD Yvonne, RAMU Jean-Philippe & REISS Matthias (2004). Future Use of Electronic Manuals in Aviation. In Y. Barnard & D. Chandra (Eds.), Proceedings of the International Conference on Human-Computer Interaction in Aeronautics. Workshop on Electronic Documentation: Towards the Next Generation (HCI-Aero'04; 2004; Toulouse). Toulouse: EURISCO International, 2004, p. 13-16. Available at: <http://www.eurisco-international.com/hci-aero2004/call2.htm> [consulted on January 23rd 2008]
- [13] BARRERA ESQUINAS Julian & DURSTEWITZ Markus (2002). Evolution of Human-Device Interface in the Field of Technical Documentation. In S. Chatty, J. Hansman, & G. Boy (Eds.), Proceedings of the International Conference on Human-Computer Interaction in Aeronautics (HCI-Aero'02; 2002; Boston). Menlo Park: AAAI Press, p. 80-86.
- [14] BAZIRE Mary & BRÉZILLON Patrick (2005). Understanding Context before Using It. In A. Dey, B. Kokinov, D. Leake & R. Turner (Eds.), Modeling and Using Context, Proceedings of the 5th International and Interdisciplinary Conference (CONTEXT'05; 2005; Paris). Berlin: Springer-Verlag, p. 20-40.
- [15] BLOMBERG Richard, BOY Guy & SPEYER Jean-Jacques (2000). Information Needs for Flight Operations: Human Centered Structuring of Flight Operations Knowledge. In K. Abbott, J-J. Speyer & G. Boy (Eds.), Proceedings of the International Conference on Human-Computer Interaction in Aeronautics (HCI Aero'00; 2000; Toulouse). Toulouse: Cépaduès Editions, 2000, p. 45-50. Available at: <http://www.eurisco-international.com/Publications/ol2000.html> [consulted on January 23rd 2008]
- [16] BORST Willem Nico (1997). Construction of Engineering Ontologies for Knowledge Sharing and Reuse. Under the direction of H. Akkermans. Enschede: University of Twente, 1997. CTIT Ph. D - series No. 97-14. Available at: <http://doc.utwente.nl/> [consulted on January 23rd 2008]
- [17] BOULLIER Dominique (2006). Aide-toi, l'aide t'aidera. Prise et emprise dans les aides homme-machine. Revue Intellectica. Systèmes d'aide : Enjeux pour les technologies cognitives. In O. Gapenne & D. Boullier (Eds.). 2006/2 n°44.

- [18] BOY Guy (1983). Le système MESSAGE : un premier pas vers l'analyse assistée par ordinateur des interactions homme-machine. *Le Travail Humain*, 46(2).
- [19] BOY Guy (1991). Intelligent Assistant Systems. In J. Boose & B. Gaines (Eds.), *Knowledge-Based Systems*. London: Academic Press, 1991.
- [20] BOY Guy (1997). Active design documents. Proceedings of ACM DIS'97 Conference. ACM Press, New York.
- [21] BOY Guy (1998a). Cognitive Function Analysis for Human-Centered Automation of Safety-Critical Systems. Proceedings of the ACM Conference on Human Factors in Computing Systems (HCI'98; 1998; Los Angeles). New York: ACM Press, 1998.
- [22] BOY Guy (1998b). Cognitive Function Analysis. Ablex-Greenwood Publishing Group Westport, CT, USA.
- [23] BOY Guy (2002). Interfaces procédurales. Actes du Colloque National d'Interaction Homme-Machine. AFIHM. New York: ACM-Press, 2002. Disponible sur: <http://www.eurisco-international.com/Publications/ol2002.html> [consulté le 23 janvier 2008]
- [24] BOY Guy (2003). Ingénierie Cognitive. Introduction à l'Ingénierie Cognitive. Sous la direction de G. Boy. Paris : Lavoisier, 2003, p. 23-51. (Traité des Sciences Cognitives ; IHM et Cognition)
- [25] BRADSHAW Jeffrey (1997). Software Agents. An introduction to Software Agents. In J. Bradshaw (Eds.). Cambridge: AAI/MIT Press, 1997, p. 3-46.
- [26] BRÉZILLON Patrick & POMEROL Jean-Charles (2001). Modelling and using context for system development: Lessons learned from experience. *Journal of decision system*. Special Issue on Decision in Actions. In P. Humphreys & P. Brézillon (Eds.). 2001, volume 10, p. 265-288.
- [27] CALVARY Gaëlle (2002). Interaction Homme-Machine et Recherche d'Information. Ingénierie de l'interaction homme-machine : retrospective et perspectives. Sous la direction de Céline Paganelli. Paris : Lavoisier, 2002, p. 19-63. (Traité des Sciences et Techniques de l'Information ; IHM et Recherche d'Information)
- [28] CARD Stuart, MORAN Thomas & NEWELL Allen (1983). *The Psychology of Human-Computer Interaction*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates, 1983.
- [29] CHALANDON Xavier (2003). Situation Awareness en conception de système. Dans J. M. C. Bastien (Eds.), Actes des Deuxiemes Journées d'étude en Psychologie ergonomique (ÉPIQUE'03, 2003, Boulogne-Billancourt, Institut de Psychologie, INRIA). Disponible sur : <http://sfpsy.org/spe-grape/Actes-epique-2003-tdm.html> [consulté le 22 janvier 2008]

- [30] CHANDRA Divya (2002). Human Factors Evaluation of Electronic Flight Bags. In S. Chatty, J. Hansman, & G. Boy (Eds.), *Proceedings of the International Conference on Human-Computer Interaction in Aeronautics (HCI-Aero'02; 2002; Boston)*. Menlo Park: AAAI Press, p. 69-73.
- [31] CHANDRA Divya, YEH Michelle, RILEY Vic & MANGOLD Susan (2003). Human factors considerations in the design and evaluation of Electronic Flight Bags, Version 2. DOT-VNTSC-FAA-03-07. Cambridge: USDOT Volpe Center, 2003. Available at: <http://www.volpe.dot.gov/hf/aviation/efb/vreppub.html> [consulted on January 22nd 2008]
- [32] CHAUMIER Jacques (2002). *Les techniques documentaires au fil de l'histoire (1950-2000)*. Association des professionnels de l'information et de la documentation. Paris : ADBS éditions, 2002.
- [33] COCKBURN Alistair (2001). *Writing effective Use Cases*. Boston: Addison-Wesley, 2001.
- [34] *Computer Based Training: Flight Crew Course (CBT, 1998)*. Toulouse: Airbus Industries, Training & Flight Operations Support Division, 1998.
- [35] DE BRITO Gabrielle (2000). *Analyse ergonomique du Suivi de Procédures Ecrites dans les Environnements Dynamiques (SPEED) appliquée à l'Aéronautique*. Sous la direction de J. C. Spérandio & G. Boy. Paris : Université Paris V – René Descartes, 2000. Thèse en Psychologie Cognitive.
- [36] DEGANI Asaf & WIENER Earl (1991). *Human Factors of Flight-deck Checklists: The Normal Checklist*. United States: NASA-CR-177549, 1991. Available at: <http://naca.larc.nasa.gov/> [consulted on January 22nd 2008]
- [37] DEGANI Asaf & WIENER Earl (1994). *On the Design of Flight-Deck Procedures*. United States: NASA-CR-177642, 1994. Available at: <http://naca.larc.nasa.gov/> [consulted on January 22nd 2008]
- [38] DEGANI Asaf & WIENER Earl (1998). *Design and Operational Aspects of Flight-Deck Procedures*. *Proceedings of the International Air transport Association (IATA) Annual Meeting*. Montreal: IATA, 1998 (invited lecture). Available at: <http://ti.arc.nasa.gov/people/asaf/pdd/> [consulté le 22 janvier 2008]
- [39] DEGANI Asaf (2004). *Taming HAL: Designing interfaces Beyond 2001*. New York: Palgrave Macmillan, 2004.
- [40] DEY Anind (2001). *Personal and Ubiquitous Computing. Understanding and Using Context*. London: Springer Verlag, 2001, volume 5(1), p. 4-7.

- [41] DINET Jérôme & ROUET Jean-François (2002). Interaction Homme-Machine et Recherche d'Information. La recherche d'information : processus cognitifs, facteurs de difficultés et dimension de l'expertise. Sous la direction de Céline Paganelli. Paris : Lavoisier, 2002, p. 133-161. (Traité des Sciences et Techniques de l'Information ; IHM et Recherche d'Information)
- [42] ENDSLEY Mica (1988). Design and Evaluation for Situation Awareness Enhancement. Proceedings of the Human Factors Society 32nd Annual Meeting. Santa Monica: Human Factors Society, 1988, p. 97-101.
- [43] ENDSLEY Mica (1999). Situation awareness in aviation systems. In D. J. Garland, J. A. Wise & V. D. Hopkin (Eds.), Human factors in aviation systems. Hillsdale: Lawrence Erlbaum, 1999, p. 257-276.
- [44] ERICSSON K A & SIMON H A (1980). Verbal protocols as data. Psychological revue, 87, number 3, pp. 215-251.
- [45] Flight Crew Operating Manual (FCOM, 1996). Toulouse: Airbus Industries, Training & Flight Operations Support Division, 1996, quatre volumes.
- [46] FROGER Agnès (2006). Development of Scenarios for Interactive Operational Documentation in Aeronautics. End of study project report for the grade of Engineer. Toulouse: École National de l'Aviation Civile (ENAC), 2006.
- [47] GERY Gloria (1991). Electronic Performance Support Systems: How and Why to Remake the Workplace Through the Strategic Application of Technology. Boston: Weingarten Publications, 1991.
- [48] GÒMEZ-PÉREZ Asunciòn, FERNÀNDEZ-LÒPEZ Mariano & CORCHO Oscar (2004). Advanced Information and Knowledge Processing. Ontological Engineering. London: Springer, 2004.
- [49] GRUBER Thomas (1993). Towards principles for the design of ontologies used for knowledge sharing. In N. Guarino and R. Poli, (Eds.), Proceedings of the International Workshop on Formal Ontology (1993; Padova). Available at: <http://tomgruber.org/writing/> [consulted on January 23rd 2008]
- [50] GUARINO Nicola, MASOLO Claudio & VETERE Guido (1999). OntoSeek: Content-Based Access to the Web. IEEE Intelligent Systems, 1999, 14(3), p. 70-80. Available at: <http://www.loa-cnr.it/Publications.html> [consulted on January 23rd 2008]
- [51] HARRIS Don (2004). Human Factors for Civil Flight Deck Design. Head-down flight deck display design. In D. Harris (Eds.). Hampshire: Ashgate, 2004, p. 69-102.
- [52] HAWKINS Frank (1993). Human Factors in Flight. Documentation. Second Edition. In H. W. Orlandy (Eds.). Hants: Ashgate, 1993, p. 208-240.

- [53] HIX Deborah & HARTSON Rex (1993). *Developing User Interfaces: Ensuring usability through product & process*. New York: John Wiley & Sons, 1993.
- [54] HOC Jean-Michel (2003). *Ingénierie Cognitive. Coopération humaine et systèmes coopératifs*. Sous la direction de G. Boy. Paris : Lavoisier, 2003, p. 139-187. (Traité des Sciences Cognitives ; IHM et Cognition)
- [55] HOLDER Barbara & McKENZIE Wiliam (2004). *Flight Crew Performance and Non-Normal Checklist Design*. In A. Pritchett, A. Jackson & G. Boy (Eds.), *Proceedings of the International Conference on Human-Computer Interaction in Aeronautics (HCI Aero'04; 2004; Toulouse)*. Toulouse: EURISCO International, 2004.
- [56] HOLLNAGEL Erik (1993). *Human reliability analysis: Context and control*. London: Academic Press, 1993.
- [57] HOLLNAGEL Erik (2002). *Time and time again*. *Theoretical Issues in Ergonomics Science journal*. Taylor & Francis, 2002, 3(2), p. 143-158.
- [58] HOLLNAGEL Erik (2004). *Time to think and time to do? I can fail and so can you!*. *Human Factors and Aerospace Safety journal*. Ashgate, 2004, 4(3), p. 169-179.
- [59] ISO 13407 (1999). *Processus de conception centrée sur l'opérateur humain pour les systèmes interactifs*. Organisation internationale de normalisation (ISO), 1999.
- [60] ISO/TR 16982 (2002). *Ergonomie de l'interaction homme-système – Méthodes d'utilisabilité pour la conception centrée sur l'opérateur humain (rapport technique)*. Organisation internationale de normalisation (ISO), 2002.
- [61] JAMBON Francis, BRUN Philippe & AÏT-AMEUR Yamine (2001). *Analyse et Conception de l'IHM. Spécification des systèmes interactifs*. Sous la direction de C. Kolski. Paris : Hermès, 2001, p. 175-206. (Informatique et Systèmes d'Informatin : Information – Commande – Communication ; Interaction Homme-Machine pour les SI 1)
- [62] JAR-OPS 1 (2007). *Joint Aviation Requirements – Commercial Air Transportation (Aeroplanes)*. Joint Aviation Authorities, Amendment 13, 2007. Available at: http://www.jaat.eu/publications/new_releases.html [consulted on January 28th 2008]
- [63] JOHNSON Peter, JOHNSON Hilary, WADDINGTON Ray & SHOULS Alan (1988). *Task Related Knowledge Structures: Analysis, Modelling and Application*. In D. M. Jones and R. Winder (Eds.), . Manchester: Cambridge University Press, 1988, p. 35-62. Available at: <http://www.cs.bath.ac.uk/~hci/TKS/publications.html> [consulted on January 23rd 2008]
- [64] JORGENSEN Eric (1994). *Department of Defence Classes of Electronic Manuals*. Naval Surface Warfare Centre, Caderock Division, 1994, p. 1-9.

- [65] KOELMAN Hartmut (2000). Human Factors in Certification. Certification of Tactics and Strategies in Aviation. In J. Wise & D. Hopkin (Eds.). Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates, 2000, p. 65-88.
- [66] LEROY Alain & SIGNORET Jean-Pierre (1992). Le Risque Technologique. Paris: Press Universitaire Française, 1992. (Que sais-je ? ; n° 2669)
- [67] LUCQUIAUD Vincent (2005). Sémantique et Outil pour la Modélisation des Tâches Utilisateur: N-MDA. Sous la direction de P. Girard & F. Jambon. Poitiers : Université de Poitiers - École Nationale Supérieure de Mécanique et d'Aérotechnique, 2005. Thèse en Sciences Pour l'Ingénieur.
- [68] MARCHIONINI G., DWIGGINS S., MEADOW C., KATZ A. & LIN X. (1993). Information seeking in full-text end-user-oriented search systems: the role of domain and search expertise. Library and Information Science research, 1993, volume 15(1), p. 35-39.
- [69] MIDDLETON Stuart, SHABOLT Nigel & DE ROURE David (2004). Ontological User Profiling in Recommender Systems. ACM Transactions On Information Systems (TOIS), 2004, volume 22(1), p. 54-88. Available at: <http://eprints.ecs.soton.ac.uk/8926/> [consulted on January 23rd 2008]
- [70] MILLOT Patrick (2003). Ingénierie Cognitive. Supervision et coopération homme-machine: approche système. Sous la direction de G. Boy. Paris : Lavoisier, 2003, p. 191-224. (Traité des Sciences Cognitives ; IHM et Cognition)
- [71] MINKO Anton, GOUARDÈRES Guy & GOUARDÈRES Sophie (2004). Qualitative Modeling of Learner's Behaviour. In A. Pritchett, A. Jackson & G. Boy (Eds.), Proceedings of the International Conference on Human-Computer Interaction in Aeronautics (HCI Aero'04; 2004; Toulouse). Toulouse: EURISCO International, 2004.
- [72] MOUNTAZ Hascoët & BEAUDOUIN-LAFON Michel (2003). Visualisation Interactive d'Information. Revue Information, Interaction, Intelligence (I3). Dans C. Garbay, A. Doucet & H. Prade (Eds.). 2001, volume 1(1), p. 77-108. Disponible sur: <http://www.revue-i3.org/volume01/numero01/index.htm> [consulté le 23 janvier 2008]
- [73] NORMAN Donald & DRAPER Stephen (Eds.) (1986). User centred system design: new perspectives on human-computer interaction. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates, 1986.
- [74] NORMAN Donald (1988). The Psychology of Everyday Things. New York: Basic Books, 1988.
- [75] NOVICK David & WARD Karen (2003). An interaction Initiative Model for Documentation. In S. Jones & D. Novick (Eds.), Proceedings of the 21st annual international conference on Documentation (SIGDOC'03; 2003; San Fransisco). New York: ACM, 2003.

- [76] NOYES Jan, STARR Alison & KAZEM Mandana (2004). Human Factors for Civil Flight Deck Design. Warning system design in civil aircraft. In D. Harris (Eds.). Hampshire: Ashgate, 2004, p. 141-155.
- [77] Object Management Group (OMG, 1997). The Unified Modeling Language. Release 1.1. Reference Manual. Partly available at: <http://www.omg.org/uml-certification/> [consulted on January 24th 2008]
- [78] CALVARY Gaëlle (2002). Interaction Homme-Machine et Recherche d'Information. Ingénierie de l'interaction homme-machine : retrospective et perspectives. Sous la direction de Céline Paganelli. Paris : Lavoisier, 2002, p. 19-63. (Traité des Sciences et Techniques de l'Information ; IHM et Recherche d'Information)
- [79] PAGANELLI Céline (Dir.) (2002). Interaction homme-machine et recherche d'information. Paris : Lavoisier, 2002.
- [80] PATERNÒ Fabio (2003). The Handbook of Task Analysis for Human Computer Interaction . ConcurTaskTrees: an engineering notation for task models. In D. Diaper & N. Stanton (Eds.). London: Lawrence Erlbaum Associates, 2003, p. 483-503.
- [81] PAYEUR Francis (2001). A380 FCOM Product Specification Business Requirements Document. (Technical Report). Toulouse: Airbus Industries, 2001.
- [82] RAMU Jean-Philippe (2002). Task Structure Methodology for Electronic Operational Documentation. In S. Chatty, J. Hansman, & G. Boy (Eds.), Proceedings of the International Conference on Human-Computer Interaction in Aeronautics (HCI-Aero'02; 2002; Boston). Menlo Park: AAAI Press, 2002, p. 62-68. Available at: <http://www.eurisco-international.com/Publications/ol2002.html> [consulted on January 24th 2008]
- [83] RAMU Jean-Philippe, BARNARD Yvonne, PAYEUR Francis & LARROQUE Patrick (2004). Contextualised operational documentation in aviation. In D. de Waard, K. Brookhuis & C. Weikert (Eds.), Human Factors in Design (HFES Europe Chapter; 2003; Lund). Maastricht: Shaker Publishing, 2004, p. 257-269. Available at: <http://www.eurisco-international.com/Publications/ol2004.html> [consulted on January 24th 2008]
- [84] RAMU Jean-Philippe (2004). Electronic Operational Documentation: From Contextualisation towards Communication. In A. Pritchett, A. Jackson & G. Boy (Eds.), Proceedings of the International Conference on Human-Computer Interaction in Aeronautics (HCI Aero'04; 2004; Toulouse). Toulouse: EURISCO International, 2004. Available at: <http://www.eurisco-international.com/Publications/ol2004.html> [consulted on January 24th 2008]
- [85] RAMU Jean-Philippe (2005). Electronic Operational Documentation Use in Civil Aviation. In C. Ghidini, D. Bich-Liên & P. Brézillon (Eds.), Proceedings of the CONTEXT-05: Modelling and Using Context, Doctoral Consortium. Paris: Pierre & Marie Curie University, 2005, p. 115-124. Available at: <http://www.eurisco-international.com/Publications/ol2005.html> [consulted on January 24th 2008]

- [86] RAMU Jean-Philippe & BARNARD Yvonne (2005). User Centred Study on Operational Documentation in Civil Aviation: Questionnaire, Interviews and Observations, phase 2 (Technical Report). Toulouse: EURISCO-International, 2005.
- [87] RASMUSSEN Jens (1986). Information Processing and Human-Machine Interaction: An Approach to Cognitive Engineering. In A. Sage (Eds), North Holland Series in System Science and Engineering. Elsevier Science Ltd, 1986.
- [88] ROUET Jean-François & TRICOT André (1998). Les Hypermédias, approches. cognitives et ergonomiques. Chercher de l'information dans un hypertexte : vers un modèle des processus cognitifs. Dans A. Tricot & J.-F. Rouet (Eds.) Paris : Hermès, 1998, p. 57-74. Disponible sur: <http://pagesperso-orange.fr/andre.tricot/> [consulté le 24 janvier 2008]
- [89] SCAPIN Dominique & BASTIEN Christian (2001). Analyse et Conception de l'IHM. Analyse des tâches et aide ergonomique à la conception: la méthode approche MAD*. Sous la direction de C. Kolski. Paris : Hermès, 2001, p. 85-116. (Informatique et Systèmes d'Informatin : Information – Commande – Communication ; Interaction Homme-Machine pour les SI 1)
- [90] SETCHI Rossitza & WHITE D. (2003). Development of a Hypermedia Maintenance Manual for an Advanced Manufacturing Company. International Journal of Advanced Manufacturing Technology. London: Springer, 2003, volume 22(5-6), p. 456-464.
- [91] SHAMO Marcia (2000). What is an Electronic Flight Bag, and what is it doing in my cockpit? In K. Abbott, J-J. Speyer & G. Boy (Eds.), Proceedings of the International Conference on Human-Computer Interaction in Aeronautics (HCI Aero'00; 2000; Toulouse). Toulouse: Cépaduès Editions, 2000, p. 60-70.
- [92] TARBY Jean-Claude & BARTHET Marie-France (2001). Analyse et Conception de l'IHM. Analyse et modélisation des tâches dans la conception des systèmes d'information: la méthode Diane+. Sous la direction de C. Kolski. Paris : Hermès, 2001, p. 117-144. (Informatique et Systèmes d'Informatin : Information – Commande – Communication ; Interaction Homme-Machine pour les SI 1)
- [93] TARDIEU Hubert, ROCHFELD Arnold & COLLETI René (1983). La Méthode Merise, Tome 1: Principe et outils. Les éditions d'organisations, 1983.
- [94] TRAVERS Rick (2000). Pilot-Centered Phase of Flight Standardization. In K. Abbott, J-J. Speyer & G. Boy (Eds.), Proceedings of the International Conference on Human-Computer Interaction in Aeronautics (HCI Aero'00; 2000; Toulouse). Toulouse: Cépaduès Editions, 2000, p. 51-56.
- [95] USCHOLD Mike & JASPER Robert (1999). A Framework for Understanding and Classifying Ontology Applications. Workshop on Ontology and Problem-Solving Methods: Lessons Learned and Future Trends (IJCAI'99; 1999; Stockholm).

- [96] VAN DER VEER Gerit, LENTING Bert & BERGEVOET Bas (1996). GTA: Groupware Task Analysis – Modeling Complexity. *Acta Psychologica*, volume 91(3), p. 297-322. Available at: <http://www.cs.vu.nl/~martijn/gta/> [consulted on January 24th 2008]
- [97] VAN DIJK Teun & KINTSCH Walter (1983). *Strategies of discourse comprehension*. New York: Academic Press, 1983.
- [98] VAN SOMEREN Maarten, BARNARD Yvonne & SANDBERG Jacobijn (1994). *The think aloud method*. London: Academic Press, 1994. Available at: <http://staff.science.uva.nl/~maarten/> [consulted on January 24th 2008]
- [99] VARNEY Michael (2007). *Training for the New Generation Cockpits*. In *Proceedings of the European Aviation Training Symposium (EATS; 2007)*. Farnborough: Halldale, 2008. Available at: http://www.halldale.com/EATS_Proceedings.aspx [consulted on February 5th 2008].
- [100] WIENER Earl (1988). *Nagel Human Factors in Aviation. Cockpit Automation*. In E. Wiener & D. Nagel (Eds.). London: Academic Press, 1988.
- [101] YEH Michelle, CHANDRA Dyvia (2007). *Electronic Flight Bag (EFB): 2007 Industry Review DOT-VNTSC-FAA-07-04*. Cambridge: USDOT Volpe Center, 2007. Available at: <http://www.volpe.dot.gov/hf/aviation/efb/vreppub.html> [consulted on January 22nd 2008].
- [102] ZNIBER Najlaa & CAUVET Corine (2007). *Des Composants aux Services Pédagogiques. Dans International Journal of Information Sciences for Decision Making (TICE Méditerranée ; 2007 ; Marseille)*. ISDM n°29, 2007. Disponible sur: http://isd.m.univ-tln.fr/articles/num_archives.htm [consulté le 28 janvier 2008]

ANNEXE I : Portail de navigation pour la documentation opérationnelle aéronautique

RAMU Jean-Philippe & MOAL Marie (2006). Navigation Portal for Flight Operations. In F. Reuzeau, K. Korker & G. Boy, Proceedings of the International Conference on Human-Computer Interaction in Aeronautics, demonstration session (HCI Aero'06; 2006; Seattle). Seattle: Cépaduès-Editions, 2006, p. 250-251.

Navigation Portal for Flight Operation Documents

Jean-Philippe Ramu & Marie Moal

EURISCO International

4, avenue Edouard Belin

31400 Toulouse, France

Tel: +33 (0) 5 62 17 38 38

Email: {jean-philippe.ramu; marie.moal}@eurisco.org

ABSTRACT

Through the development of electronic documentation, information currently contained in manuals will become more integrated in the working environment. This will lead to new uses for documentation, during task performance, in preparation and debriefing phases, in using documentation as a reference source and in training. The demonstration will illustrate a particular approach in the use of airline pilot documentation aiming at grouping and navigating through documentation with respect to operational criterion instead of the traditional manual references.

Keywords

Flight operations, documentation, ontology.

INTRODUCTION

Currently, operational documentation contained in flight operation manuals is becoming digitalised and computable. This has led to the development of specialised services such as performance calculation modules or moving maps. Each service is targeted at processing the documentation (or information) it is aimed to replace, and thus accessing to those services is done with the prior knowledge of the service it will deliver. However, task-oriented documentation carries the idea that information is not only separately pulled by the user but may be merged and proposed (pushed). With this idea in mind, we have developed a flight operation representation model supporting the indexation of flight operation documentation of all kinds. Using the indexed documentation, we propose a navigation portal aiming at grouping and navigating through flight operation documentation with respect to operational criterion instead of the traditional manual references.

FLIGHT OPERATION REPRESENTATION

An ontology is a formal, explicit specification of a shared conceptualisation [3]. While ontology definitions describe the vocabulary and structure of a domain representation, context definitions describe the domain representation use as an interaction medium. The context acts like a set of constraints that influence the behaviour of a system [...] embedded in a given task [1]. We have applied those definitions in the frame of the development of contextual operational documentation for the flight operation domain, specifying an ontology to represent the vocabulary of the domain and using this representation through the demonstration of documentation interactivity.

We developed two kinds of ontologies, the task-oriented ontologies and the domain ontologies (see Figure 1). The task-oriented ontologies are derived from the domain procedural knowledge and describe the goals the pilot can reach in terms of phases-of-flight and operations, as well as the environmental conditions impacting the domain. The domain ontologies are derived from the domain descriptive knowledge and describe the functional and physical resources that the domain infrastructure proposes in terms of aircraft, airport and navigational facilities (see also [5]).

The hypotheses for the construction of our task-oriented ontologies derive from guidelines drawn by Chandra & Yeh [4] in the design and evaluation of Electronic Flight Bags. The hypotheses for the construction of the domain ontologies are more inspired from traditional information retrieval technologies, where ontologies are used to guide query modification and inferences but also to complete document representation (indexation process) [2].

FLIGHT OPERATION NAVIGATION PORTAL

Once the flight operation domain represented and the indexation of operational documentation done, we were able to develop a tool for the use of airline pilot documentation (see Figure 2). This tool enables to navigate through a table of content and/or query a context combination of condition (What if?), goals (During a phase of flight and for an operation/action?), and resources (What or Where?). For each query combination, a list of documentation is highlighted in the table of content, and context refinement links are proposed. Highlighted documentation is pertaining information for the chosen context and context refinement links enable to guide documentation exploration. We intend to evaluate several strategies in the use of contextual documentation. In particular, we intend to demonstrate browsing strategies such as partial automation of information with sensed context criterion, or scenario based navigation.

CONTRIBUTION TO THE DOMAIN

Through the transition of domain related information in digital format, many applications and services arise. Those applications will be integrated in the working environment and will replace or complement already existing information sources. A transverse representation of the domain might help in the consistent and comprehensive use of those applications, providing on top of the domain applications a common referential of a shared conceptualisation.

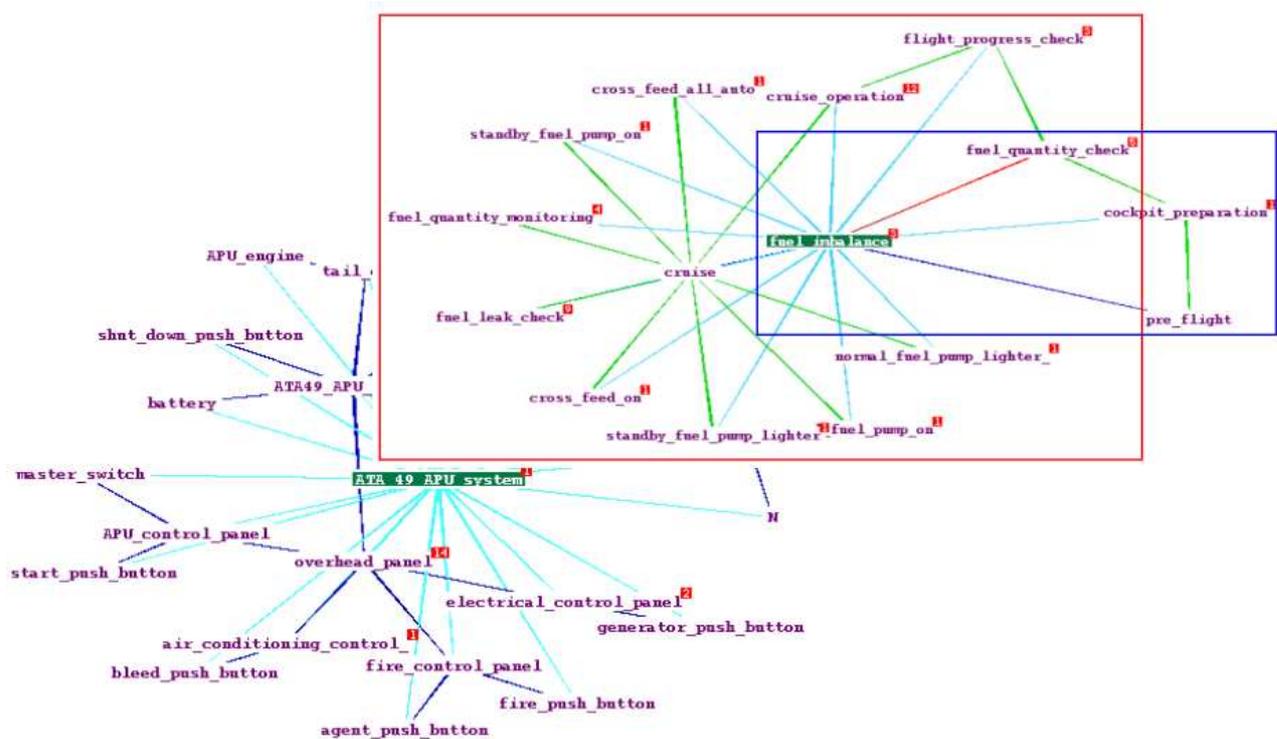


Figure 1: Task-oriented ontology example (top-right) and domain ontology example (bottom-left)

Figure 2: Screenshot of the contextual documentation tool

REFERENCES

- [1] Bazir, M. & Brézillon, P. (2005). *Understanding Context Before Using It*. 5th International and Interdisciplinary Conference CONTEXT 2005, France.
- [2] Baziz, M. (2005). *Indexation Conceptuelle Guidée par Ontologie pour le Recherche d'Information*. PhD Institut de Recherche en Informatique de Toulouse, France.
- [3] Borst, W. N. (1997). *Construction of Engineering Ontologies*. Center for Telematica and Information Technology, University of Twente, The Netherlands.
- [4] Chandra, D. C. & Yeh, M. (2004). *Human Factors Considerations in the Design and Evaluation of Electronic Flight Bags*. Volpe National Transportation Systems Center, Cambridge.
- [5] Ramu J.-Ph. (2004). *Electronic Operational Documentation: From Contextualisation towards Communication*. In A. Pritchett & A. Jackson, Proceedings of the International Conference on Human-Computer Interaction in Aeronautics, September 29th-October 1st 2004, Toulouse, France

ANNEXE II : Résultat brut du questionnaire

Numbers of questionnaires: 43

1. General Questions:

Sexe:

Female: 1

Male: 42

Nationality:

1.html: swiss french

3.html: French

5.html: French

7.html: FRENCH

11.html: french

9.html: genevois

31.html: french, arabic, italian, english

21.html: french

41.html: English

13.html: français

33.html: GERMAN

23.html: French

43.html: french

15.html: French

35.html: Mandarin

25.html: English

37.html: ARABIC-LEBANON

27.html: English

17.html: French

39.html: Filipino, English

29.html: NORWEGIAN

19.html: Francais

2.html: french

4.html: Frech

6.html: FRANCAIS

10.html: french

8.html: french

30.html: Swedish

20.html: german

40.html: Tagalog

12.html: English

32.html: German

22.html: French

42.html: FRENCH

14.html: french

34.html: French

24.html: english

16.html: French

36.html: German

26.html: Norwegian

38.html: Dutch

28.html: English

18.html: swiss french

Experience:

Education:

Civil Aviation school:

37.html: A.S.T

12.html: Swissair SLS

1.html: SLS

9.html: sras

27.html: Fraser Valley College

17.html: ESAT (ecole suisse d aviation de transport)

30.html: TFHS

38.html: X

13.html: ESAT/ Swissair

2.html: yes

28.html: yes

18.html: S Schweizerische Luftverkherschule
SWR

31.html: E.N.A.C.

14.html: swissair

3.html: Swissair Aviation School

21.html: EPAG

32.html: Swissair Aviation School

15.html: ESAT (Swissair)

4.html: ENAC SEFA Air France

22.html: Different french schools & AF school
of aeronautics

33.html: SRAS

40.html: Philippine Airlines

16.html: yes

5.html: Swissair SLS

23.html: Schweizerische Luftverkehrsschule
(SLS)

34.html: Daytona Beach

35.html: University of North Dakata

10.html: SLS Schweizerische

Luftverkehrsschule

42.html: EAC

7.html: NO

36.html: YES

11.html: SLS (Swissair) Zürich

43.html: Ecole Aviation Civile-Sabena

8.html: Twinair

Country:

37.html: SCOTLAND U.K

12.html: Switzerland

1.html: Switzerland

9.html: switzerland

27.html: Canada

17.html: suisse

30.html: Sweden

38.html: Holland

13.html: Switzerland

2.html: swiss/usa
 20.html: USA/Switzerland
 28.html: Canada
 18.html: switzerland
 31.html: FRANCE
 14.html: switzerland
 3.html: switzerland
 21.html: France
 32.html: Switzerland
 15.html: CH
 4.html: France
 22.html: France
 33.html: CH
 40.html: Philippines
 16.html: ch
 5.html: Switzerland
 23.html: Switzerland
 34.html: United State
 35.html: USA
 10.html: Switzerland
 42.html: BELGIUM
 36.html: Austria
 11.html: Switzerland
 43.html: belgium
 8.html: Switzerland
Military Aviation school:
 12.html: Swiss AF
 1.html: yes
 9.html: yes
 13.html: Ueberwachung Geschwader
 2.html: yes
 18.html: Swiss air force
 31.html: COTAM
 39.html: *
 14.html: swiss
 3.html: Swis Air Force
 29.html: RNoAF/USAF 1971-1973
 19.html: X
 32.html: Swiss Air Force, Fighter Pilot School
 15.html: Military aviation school
 22.html: None
 33.html: SAF
 16.html: yes
 5.html: Swiss Air Force air combat
 23.html: Swiss Airforce Pilot School
 10.html: none
 7.html: YES
 25.html: Moose Jaw
 8.html:
 26.html: Yes
Country:
 12.html: Switzerland
 1.html: Switzerland
 9.html: switzerland

13.html: Switzerland
 2.html: swiss
 18.html: switzerland
 31.html: FRANCE
 39.html: Philippines
 14.html: switzerland
 3.html: switzerland
 29.html: NORWAY/USA
 19.html: Suisse
 32.html: Switzerland
 15.html: CH
 33.html: CH
 16.html: ch
 5.html: Switzerland
 23.html: Switzerland
 6.html: France
 7.html: France
 25.html: Canada
 26.html: US
Other:
 16.html: yes
 8.html: Epner
 26.html: Test Pilot School Edwards AFB
 25.html: Bachelor Mechanical Engineering
 24.html: Flying Club
 4.html: Engineer SUPAERO training period
 EURISCO / HF traning designer Air France
 22.html: Acme School of aeronautics
Country:
 16.html: usa
 8.html: France
 26.html: US
 25.html: Canada
 24.html: Canada
 4.html: France
 22.html: USA
Operational:
Line pilot:
 Yes: 40
 No: 1
Flight experience (hours approximately):
 1.html: 6000
 3.html: 1400
 5.html: 3900
 11.html: 12400
 9.html: frozen atpl no experience
 31.html: 10000
 21.html: 2300
 41.html: 2500
 13.html: 7000
 33.html: 3800
 23.html: 12'000
 43.html: 14000

15.html: 4500
35.html: 9000
25.html: 2000
27.html: 10500
17.html: 7000
39.html: 11,000
29.html: 12 000
19.html: 10000
2.html: 9000
4.html: 3000
10.html: 6500
8.html: 3000
30.html: 8000
20.html: 2500
40.html: 5,500
12.html: 8600
32.html: 2500
22.html: 8500
42.html: 17000
14.html: 10500
34.html: 7200
24.html: 12,000
16.html: 3575
36.html: 4000
26.html: 5000
38.html: 12.000 hrs
28.html: 10,000
18.html: 8000

Training pilot:

Yes: 12

No: 9

Flight experience (hours approximately):

31.html: 4000
29.html: 400(sim line checks)
1.html: 500
27.html: 2000
24.html: 3000
13.html: 1000
5.html: 300
2.html: 100
28.html: 4,000
25.html: 3000
14.html: 500
37.html: 15000

Military pilot:

Yes: 22

No: 7

Flight experience (hours approximately):

12.html: 1400
1.html: 2000
9.html: env 1000 heures jet
13.html: 3000
2.html: 1500
18.html: 2000

31.html: 5000
39.html: 3,000
14.html: 1600
3.html: 800
29.html: 1500 (incl. instructor)
19.html: 3000
32.html: 800
15.html: 2000
33.html: 1200
16.html: 1075
5.html: 2100
23.html: 1'500
6.html: 11000
7.html: 3300
25.html: 3000
26.html: 1500
31.html: 4000
29.html: 400 (sim line checks)
1.html: 500
27.html: 2000
24.html: 3000
13.html: 1000
5.html: 300
2.html: 100
28.html: 4,000
25.html: 3000
14.html: 500
37.html: 15000

Test pilot:

Yes: 4

No: 13

Flight experience (hours approximately):

31.html: 500
18.html: I wish
8.html: 600
26.html: 1000
25.html: 1000

Aircraft qualifications:

Airline aircraft type (1):

1.html: MD-83
3.html: C-56XL
5.html: MD80
7.html: F200
11.html: A340/330
9.html: super king air b 300
31.html: B747
21.html: A320
41.html: A320
13.html: Airbus 320
33.html: B753/B762
23.html: A320
43.html: A319 ACJ
15.html: MD80

35.html: China Airlines
25.html: e170/190
37.html: A321/A330
27.html: A320
17.html: MD80
39.html: A330/A340
29.html: A340
19.html: A320
2.html: A-32X
4.html: Airbus A319 320 321
6.html: FALCON 900
10.html: 747-400
8.html: Falcon 20
30.html: A330
20.html: C56X
40.html: A340/A330
12.html: MD-11
32.html: A320
22.html: A320
42.html: A320
14.html: airbus321/20/19
34.html: SB 20
24.html: B767
16.html: A320
36.html: A319/A320/A321
26.html: DC9
38.html: MD11
28.html: B727
18.html: A-332

current_yes_1: 33
current_no_1: 10
captain_1: 24
first_officer_1: 21
long_haul_1: 19
short_haul_1: 25

Airline aircraft type (2):

37.html: A320
12.html: A-330
1.html: MD-11
9.html: f5
27.html: DH-8
17.html: A320
30.html: A340
38.html: A320
13.html: Boeing 747
28.html: DC9-32
18.html: A343
31.html: B737
14.html: b747
29.html: A321
32.html: F-5
15.html: MD11

4.html: Airbus A330 340
33.html: A320
16.html: MD11
5.html: MD11
23.html: A330
34.html: B 737
6.html: FOKKER 28
24.html: A319/320/21
10.html: MD11
7.html: F10
25.html: cl65
11.html: A320
43.html: A340
8.html: King Air 200
26.html: A321

current_yes_2: 14
current_no_2: 16
captain_2: 17
first_officer_2: 15
long_haul_2: 11
short_haul_2: 13

Airline aircraft type (3):

37.html: B707
12.html: A-32X
1.html: A3XX
27.html: LR35
17.html: MD11
30.html: MD80/90
13.html: md-80
28.html: EA32 A320)
18.html: A-345
31.html: SE210-C160-
14.html: dc10
29.html: A300
32.html: SEP
23.html: DC9/MD80
34.html: A 320
24.html: DC-9
10.html: A320 and MD80
25.html: L382
11.html: MD80
43.html: A330

current_yes_3: 7
current_no_3: 12
captain_3: 12
first_officer_3: 10
long_haul_3: 8
short_haul_3: 12

Airline aircraft type (4):

31.html: N2501

29.html: MD90/80, DC9, FK28
23.html: DC10/MD11
12.html: MD-80/A-310
43.html: B737
27.html: King Air
30.html: B767
14.html: f5E
37.html: B747
11.html: A310
17.html: A340/A330

current_yes_4: 2
current_no_4: 9
captain_4: 5
first_officer_4: 7
long_haul_4: 4
short_haul_4: 5

How many times (or frequency) have you used operational documentation in normal, abnormal and emergency situations (approximately)?

Normal:

In operations:

1.html: every flight
3.html: 1/week
5.html: 100% of flights
7.html: OFTEN
11.html: always
9.html: chaque vol quasiment sur le KingAir
31.html: more than 1000
21.html: once a day
41.html: 10%
13.html: every day
33.html: ALWAYS
23.html: 2-10 times/day
43.html: 50%
15.html: On every flight
35.html: 5
25.html: 100%
37.html: FEW
17.html: every flt
39.html: *
29.html: On all flights
19.html: Tout le temps
2.html: every day
4.html: 30 times per year
6.html: ALWAYS
10.html: 1-10 times a week
8.html: always
30.html: 0
20.html: daily ops
40.html: Frequent (Navigation Airport Chart)

12.html: large
32.html: 3x/week
22.html: Regularly
42.html: EVERY FLIGHT
14.html: 25%
34.html: 2/week
24.html: always
16.html: every day
36.html: permanently
26.html: 25%
38.html: numerous times
28.html: 30%
18.html: every flight

In training:

1.html: every sim
3.html: 2/year
5.html: 100% of flights
7.html: OFTEN
11.html: always
31.html: more than 1000
41.html: 0%
13.html: twice a year
33.html: ALWAYS
23.html: 4 times a year (simulator)
43.html: 50%
15.html: On every flight
25.html: 100%
37.html: MANY
17.html: every sim
39.html: *
29.html: In all training situations
4.html: 10 times per year
6.html: ALWAYS
10.html: same
8.html: always
30.html: 0
20.html: daily ops
40.html: Frequent (FCOM / MEL)
12.html: large
32.html: 0
22.html: Several times each flight
42.html: EVERY SIMULATOR
14.html: 100%
34.html: Nil
24.html: always
16.html: every day
36.html: permanently
38.html: numerous times
28.html: 10%
18.html: every sim

Abnormal:

In operations:

1.html: every abnormal

3.html: 1/week
 5.html: 10 to 20 times
 7.html: OFTEN
 11.html: sometimes
 9.html: env 30 fois (sur F5 et KingAir)
 31.html: app 500
 21.html: once a week
 41.html: 10%
 13.html: 5 times a year
 33.html: FEW
 23.html: 1-2 times/month
 43.html: 100%
 15.html: 40
 35.html: 4
 25.html: 10%
 37.html: FEW
 17.html: 100% of abnormal sit
 39.html: *
 29.html: Guess:50% of all flights
 19.html: rarement
 2.html: once a week
 4.html: 1 or 2 times per year
 6.html: ALWAYS
 8.html: sometimes
 30.html: 0
 20.html: 3-4 times
 40.html: Frequent (FCOM / MEL)
 12.html: medium
 32.html: 1x/week
 22.html: Each time
 42.html: VERY FEW TIMES
 14.html: 5%
 34.html: 1/two week
 24.html: 100
 16.html: rarely
 36.html: permanently
 26.html: 15%
 38.html: frequently
 28.html: 5%
 18.html: every time abnormal occurs
In training:
 1.html: every abnormal
 3.html: 2/year
 5.html: 70% of flights
 7.html: OFTEN
 11.html: always
 9.html: à chaque sim (env 100 sessions)
 31.html: more than 150
 41.html: 90%
 13.html: twice a year
 33.html: A LOT
 23.html: 4 times a year (simulator)
 43.html: 100%
 15.html: 10

25.html: 100%
 37.html: MANY
 17.html: 100% of abnormal sit
 39.html: *
 29.html: In all simulator sessions
 19.html: chaque fois
 4.html: 6 times per year
 6.html: ALWAYS
 8.html: always
 30.html: 0
 20.html: always
 40.html: Frequent (FCOM / MEL)
 12.html: large
 32.html: very often in Simulator
 22.html: Each time
 42.html: EVERY SIMULATOR
 14.html: 100%
 34.html: Always
 24.html: always
 16.html: often
 36.html: permanently
 38.html: numerous times
 28.html: 80%
 18.html: every sim

Emergency:

In operations:

1.html: zero
 3.html: 1/week
 5.html: 1 to 3 times
 7.html: OFTEN
 11.html: never
 9.html: 1 à 2 fois
 31.html: 30
 21.html: 2 or 3 at all
 41.html: 30%
 13.html: 4 times in 18 years
 33.html: FEW
 23.html: never
 43.html: 100 %
 15.html: 0 (except simulator)
 35.html: NONE
 25.html: 2%
 37.html: RARE
 17.html: nil
 29.html: Approx. 5 times in 35 yrs
 19.html: jamais
 2.html: once
 4.html: never
 6.html: ALWAYS
 8.html: never
 30.html: 0
 20.html: once
 12.html: small

32.html: 0
22.html: None encountered
42.html: IDEM
14.html: 1%
34.html: 10/6 years
24.html: 3
16.html: never
26.html: 0
38.html: rarely
28.html: 1%
18.html: none

In training:

1.html: every emergency trg
3.html: 2/year
5.html: 30% of flights
7.html: OFTEN
11.html: always
9.html: same que abnormal
31.html: more than 150
41.html: 30%
13.html: twice a year
33.html: A LOT
23.html: 4 times a year (simulator)
43.html: 100%
15.html: 0 (except simulator)
25.html: 100%
37.html: MANY
17.html: 85% of emer situations
39.html: *
29.html: In all simulator sessions
19.html: chaque fois
2.html: twice a year
4.html: 4 times per year
6.html: ALWAYS
8.html: always
30.html: 0
20.html: always
40.html: Frequent (FCOM)
12.html: large
32.html: often in Simulator
22.html: None encountered
42.html: IDEM
14.html: 100%
34.html: Always
24.html: always
16.html: sometimes
36.html: permanently
38.html: frequently
28.html: 50%
18.html: every sim

Have you already used electronic operational documentation?

Yes: 30

No: 13

If yes, in what circumstances?

37.html: FCOM, MEL, FOVE SOFTWARE (PERFORMANCE), FCTM
12.html: flight planning software
1.html: In the company I work for they just introduced all doc on a CD rom for your personal use at home, updated every 28 days and you retrieve the same info in the laptop on board. On board the A/C the paper manuels are still available and updated.
27.html: Aircraft Operating Manual, Flight Operations Manual
17.html: normal ops. Laptop with: FOM AOM/FCOM and performance calculation
38.html: For A320 using the Less Paperless cockpit tool (LPC) In training, using Computer Based Training (CBT) And for study use, using CD-ROM and/or the company web on which all company as well as aircraft documentation is delivered.
13.html: take-off performance calculation A 320
28.html: ECAM on 320. Otherwise, hydraulic low pressure
18.html: In our airline, we receive a CD-Rom every month with all the documentations, we don't receive paper copy anymore for most of the documentations
31.html: in operational and training flights
14.html: Line ops airbus
29.html: Our company claims that we can not afford to issue paper revisions to FCOM and OM-A, so a CD-rom is what we now have if we want to read updated info. A CD-rom has no advantages compared to a book (except weight),and a lot of disadvantages.The level of e.g.system knowledge among our pilots is deteriorating rapidly due to lack of user-friendly documentation.
19.html: Palm - info compagnie - test - preparation de vols - planification
32.html: Lufthansa - normal/abnormal OPS and training
4.html: 1- Some studies with Eurisco and Airbus 2- Electronical Ops Doc is provided for home uses only as line pilot in Air France: All manuals translated in PDF on a CDROM 3- Studies about Ops Doc Design for both cockpit and cabin crew in HF dept in Air France.
22.html: At home, using a CD provided by the management.

33.html: ALL DOCS ARE STORED AS .PDF ON TABLET PC AND ARE ACCESSABLE ON FLIGHT DECK

5.html: Swiss International Air Lines introduced electronic enroute and airports charts available on internet. There were to be used for flight preparation. Not in cockpit.

23.html: We use it for performance and weight/balance calculation on our A320 Charter flights

34.html: We used electronic ops doc except for charts

41.html: In training and on-line

6.html: LAPTOP FOR PERFORMANCE COMPUTATION ECAM FOR FAILURES BOTH ON AIRBUS FBW

24.html: Normal Ops Training Ops

10.html: Only for take off and landing performance calculation

42.html: LOADSHEET AND TRIM SHEET (EVERY FLIGHT)

7.html: IN AIRBUS TRTO

25.html: Electronic Flight Bag in training and operationally

36.html: OM-A, parts of OM-B, OM-D

11.html: Departure Weight & speeds calculation

43.html: Airbus LPC

2. What is your opinion on operational documentation you use at the moment (i.e. FCOM, AIP, Navigation charts, NOTAMS, etc.)?

Content:

Not satisfactory_1_0_2_15_15_1_Very satisfactory

Ease of understanding:

Not satisfactory_0_4_3_15_11_1_Very satisfactory

Presentation of the content:

Not satisfactory_2_5_12_9_6_0_Very satisfactory

Size:

Not satisfactory_3_3_7_12_9_0_Very satisfactory

Relevance to environment:

Not satisfactory_2_1_8_9_12_1_Very satisfactory

Ease to find correct information:

Not satisfactory_2_12_11_7_2_0_Very satisfactory

Take a few seconds to think about operational documentation, to list its strengths and its weaknesses. Do not hesitate to come back and complete this question afterwards if more ideas come to your mind.

Relevance/Importance:

1.html: FCOM: too much info all over the place, do this but see little note there which says do that but in case so and so you should do something totally different(specially in Airbus family) NOTAM: too much info not relevant so you'll miss the most important.

NAV: using jeppesen is ok

9.html: QRH de Reathyon KingAir. cela correspond aux croix juste au dessus.

30.html: Very important to have up to date info during flight.

28.html: Daily information not easily found. eg temp correction

31.html: too much infos too much abbreviation

14.html: great

3.html: Notams: very important, but require long time investment in a short time preparation. Nav Charts: easy to use,

29.html: FCOM A340(A321):There are too many different places where you can find info about same or closely related subjects. The importance of high quality operational information can not be stressed too much. Our long haul navigation charts were very outdated when i started on the A340.Improving slowly. Company NOTAM not available in several planning situations. When preparing for flight at home, it is only available in an electronic format that is not user-friendly at all.

15.html: Very important

22.html: As a general aviation pilot and instructor, of utmost importance regarding flight planning, weather, NOTAMS, flight plan filing, etc... As an airline pilot, I am using the books rather than the CD provided by my airline, because, as mentionned above, the browser is awful. This definitely needs major improvements, should electronic documentation replace paper books.

33.html: LESS IS OFTEN MORE

5.html: Importance is very large when starting on a new aircraft type or operation. Become less important with the time.

23.html: It is important that the documentation does not create any misunderstanding on safety relevant items
 34.html: Strengths : compact Weakness : learning systems of the A/C
 24.html: Operational documentation is diverse...unfair question re: FCOM and Nav charts. These are two very different things. Company formatted FCOM is very satisfactory however Jepp charts are not satisfactory at all.
 10.html: A lot of informations mainly in Notams are not of interest at all for our operations. However, more detailed technical info would be of interest in the FCOM, but that seems to be not in the Boeing philosophy...
 25.html: The info we have on our EFB is relevant and important
 11.html: Very important
 8.html: it is very important to find the informations very quickly

Strength:

31.html: same
 29.html: None, compared to the good, old A300 and MD80/90 paper AOM.
 15.html: What does strength mean in this context?
 7.html: UPDATING OF DATA - AVAILABLE OF CDROM
 4.html: unifying all manuals in one design
 27.html: Easy to find information, searches in an electronic format.
 8.html: It is easier to read the informations and to work with the paper.
 24.html: Comapny formatted docs are OK and I understand where informaion is and can be found linked together electronically
 5.html: Official documentation is available.
 33.html: GOOD APP CHARTS (LIDO)
 30.html: Online
 28.html: Lots of information in certain manuals
 9.html: format, couleurs,
 25.html: Excellent takeoff performance software.
 14.html: good ops doc in general organized by swiss airlines
 22.html: Besides the fact that refering and adhering to procedures is mandatory, documentation is essential. Among other things, practically any answer can be found and it is a not-to-be-done-without clutch.

11.html: Very complete information

Weakness:

9.html: trop diffus pour certaines explications. trop de légalisme. on sent que le constructeur veut se dégager de responsabilités éventuelles. inutilisable dans un environnement bizjet
 27.html: Limited in the ability to read in enviroment other than in front of a computer. Unable to make own notes in electronic format.
 17.html: information -sur un meme sujet- disséminée un peu par tout
 30.html: Can be difficult to find your way through menues fast during high workload
 28.html: Difficult to know or remember where infrequent information is located.
 18.html: In general with Airbus you need to open 4 books to cover a subject.
 14.html: accessibility-too much sources/books/booklets/charts
 29.html: See above
 15.html: Information is spread in very different places.
 22.html: Some procedures and charts need to be redesigned. I am not talking about the content itself (which is the airline's or manufacturer's choice). The point is : it is sometimes more than difficult to use than it should, and particularly, not adapted to a dynamic, fast-changing flight environment.
 4.html: navigation is not easy; can't be customized, revised, annotated...
 33.html: LONG HAUL NOTAMS ARE UNUSABLE IF NOT TAILORED OR PREPAIRED BY DISPATCH, TOO MANY INFOS
 5.html: Information on one subject is spread over many folders and chapters. Practical information are missing, or are few.
 23.html: Information not concentrated: same item repeated at different places or information concerning one element disseminated at different places which unables crew to get an overview of the situation
 24.html: Often Nav charts are too cluttered to read, too small print for operations and ofen important information in differing places.
 25.html: No links between different documents when trying to find all necessary info on a problem or restriction.
 7.html: NEED A COMPUTER ACCESS TO DATA LESS EASY THAN A BOOK

11.html: Difficult to very difficult to find the information, due to lack of index - also too much info on the same surface (charts)
8.html: It's take place

Improvement axis:

29.html: Improve presentation, structure and logic.
15.html: Integration
7.html: SEARCHING TOOL (TO FIND QUICKLY INFORMATION)
23.html: Analyse what the user (crew) needs before publishing.
4.html: Navigation, Personalization, interactivity
18.html: Make it more userfriendly. I wish we could call any checklist on Ecam.
1.html: FCOM: less little note, better use of ECAM NOTAM: filter
27.html: Ability to add notes to page, and transfer those notes to an update
5.html: To have the information on one subject at one place. To have access to experience made by other pilots (on airports, communication long range, weather in different areas, holding times, etc.). These are mostly operational information. For this electronic databases are certainly ideally suited.
10.html: Better tailored info
28.html: One book with all daily function material
9.html: condenser l'essentiel pour les checklistes
14.html: one single electronic updated source
22.html: Have airline flight instructors work with engineers when it comes down to layout (at least) for operationnal use of documentation on the flight deck.
11.html: elctronic version could help due to the availability of a search engine
17.html: Regroup information on same subject.

Comments on question 2:

29.html: Items 3-6 influenced by the fact that FCOM is only available as CD-rom.
31.html: documentations don't answer at the question wich occurs...too much time is expenneded to find the answer!!
23.html: Difficult to give a general comment on those different documentation as there are big differencies; the question should be specifically asked for each type of docs

12.html: the ECAM and doc for the A-32X and 330 family is a large step back from the A-310 (unfortunately definately less money invested). it is also often static and outdated (Wx info..)

43.html: It is not clear

24.html: Each item of document must be judged independantly. Manufacturer FCOMs are diverse, company formatted FCOMs are the same however every compoany does this differently. Nave charts are different depending on issue.

5.html: Some pilots have developped on a personal basis the gathering of operational information or summaries of official documentation. They make them for themselves, sell them or make them available via internet.

9.html: système peu intégré dans le KA malgré une avionique récente (collins proline 21)

14.html: It seems to be possible to use one single computed and permanently udated portable source

22.html: Points 3 and 6 are the key to implementing e-documentation.

11.html: It should have been one question for each mentionned document type

3. What motivates you to look for information in operational documentation?

Training program:

Yes: 39

No: 1

Comments/examples:

12.html: checks are to maintain your licence and proficiency, hence one is motivated to look up as much information to keep control of ones knowledge and identify areas of unused 'fuzzy' data

1.html: Better understanding of what you do, how it works

27.html: I am mostly using the documents for training purposes.

39.html: Information in operational documentation such as BOM & MEL are arrange in very orderly manner. If you're a trainee you could easily access it.

3.html: For my own safety

21.html: to prepare a test on simulator

15.html: To learn the procedures and rules

22.html: Preparing for simulator sessions, checkrides. Flight planning. Keeping current.

33.html: QRH'S AND AOMS DO GO THROUGH COMPLICATED CASES
40.html: To better understand training subject matters.
5.html: Of course, to offset the lack of experience in one area.
23.html: I use all documentation for refresher and check preparation
41.html: Always review FCOM and company operations manual before simulator.
24.html: always refering to operaing docs in training
10.html: Valid for all points: on one hand, that belong to our job, on the other, it's simply interesting!
7.html: INSTRUCTOR SUPPORT
11.html: of course, necessary to prepare
8.html: syllabus of the training program with quick reference guide

Topic clarification:

Yes: 40
No: 0

Comments/examples:

7.html: FCOM
23.html: When you get an ECAM warning, you will find more detailed information in the docs
12.html: discussions with colleagues, reading specilaised info etc can prompt one to check up on notions and preconceived ideas and knowledge
1.html: same
8.html: explanation how to use a system...expanded checklist
24.html: when questions arise, access is needed for refernce only.
5.html: To deepen the knowledge
21.html: change(s) in procedures
33.html: FOR LOG ENTRIES
41.html: FCOM 1 for technical clarification, cross check with QRH to understand reason for actions.
28.html: If something unusual comes up, to clarify the problem and get a good grasp of the information
22.html: Every time I have a doubt. Being ridiculous doesn't kill whereas having a doubt can.
11.html: as long as time permits
34.html: To keep update
3.html: Good technical knowlegde may make a big difference in an emergency, and makes the difference in the every day small happening

Personal interest:

Yes: 34
No: 6

Comments/examples:

23.html: Knowledge improvement: I do it regularly on longhaul flights during cruise
12.html: reading up and maintaining the edge
1.html: same
24.html: sometimes just looking something up that comes to mind.
5.html: To answer some "nice to know" questions.
21.html: optimize the flight path
41.html: Yes, FCOM 3 abnormal procedures cross checked with FCOM 1 technical information, gives in depth knowledge
22.html: I love my job, otherwise I wouldn't be doing it.
11.html: not really (no more after 25 years)
34.html: Family life..

Other:

Comments/examples:

19.html: maintien des connaissances a un bon niveau
42.html: IN GENERAL, I AM LOOKING FOR INFORMATION GIVING THE POSSIBILITY TO PREPARE THE FLIGHT ADEQUATELY, EASELY AND RAPIDLY. IT DEPENDS GENERALLY OF THE COMPANY SUPPORT.
12.html: when one is involved in training or crash investigation for example, one is often confronted with a different perspective on acquired knowledge.
25.html: Required as part of our job to make sure we have all the necessary info. Examples include checklists, MEL etc.
11.html: to better understand incidents / accidents reports
23.html: I am paid for that...

Comments on question 3:

29.html: My job has also been my most important hobby since 1971, and out of personal interest I am spending a lot (too much?) of my time off digging in our documentation. Even so, I am very frustrated over our present system.
9.html: la facilité d'accès à l'information. le Handbook est malheureusement très spartiate en explications techniques détaillées
43.html: It is part of the job

12.html: experience is gained in many ways and differently for different people and this will motivate them to access more and different aspects of something they deemed acquired.

37.html: .TO KEEP HIGH STANDARD
.SAFETY .TO IMPROVE PROCEDURES .TO STAY UP TO DATE

11.html: with the actual pressure (commercial) on everybody, motivation to self-study is no more like for 20 years ago. Priority have shifted from company towards survival needs (personal health, family, ...)

5.html: The documentation is a good way to 1) Offset the lack of experience and 2) To have a unity of doctrine among all persons concerned.

34.html: Since we have our ops doc on cd rom I' less interested to go into doc. But about every six months (not because of training) I go deeply into the book

4.1 Do you trust the correctness and completeness of information when you refer to operational documentation?

Correctness of information:

Never correct_0_1_0_4_23_6_Always correct

Completeness of information:

Never complete_1_3_4_9_15_2_Always complete

4.2 Comment from your point of view on the relation between the information correctness and completeness and the information found:

12.html: the information is usually objective in its content (completeness) but is subjective as to how much (need to know and nice to know). correctness is a factor of experience of the aircraft type and the organisation distributing the information (Manufacturer-airline-technical pilot-tech office-printers etc)

1.html: I trust the info I found in official doc but not blind. I realise sometimes that the info are wrong which is not a surprise when you work with so many computers.

9.html: les deux notions sont possibles

28.html: Information correct as far as it goes. Need to know taken too far.

14.html: correct complete enough

3.html: The information is from my point of view always correct and I do trust it. I find it difficult to go deeper in the technique to have a better explanation for some failures

19.html: le point principal reste l'interprétation correcte des informations

15.html: The operational documentation forms the rules which have to be followed. Therefore it is "always" correct from a pilot perspective. Furthermore the basic documentation is almost always not available (or much too expensive for an individual).

22.html: Documentation and procedures are constantly changing, thanks to pilot feedbacks. As already stated, getting them involved in the first place would greatly ease things.

4.html: I often manipulate basic Ops Doc, so it's often the same information as paper doc.

33.html: COMPANY AND MANUFACTURERS DOCS ARE OFTEN WRONG OR CONTRADICTORY, OFTEN NOTAMS ARE NOCH PRESENTED COMPLETE (IF SENT BY TELEX)

5.html: The more complete, the more difficult to have everything correct and kept up to date. The amount of work to maintain the database up to date is rising exponentially with the amount of details included.

23.html: Sometimes, you find small mistakes, but the important things are mostly right and you normally get a complete information once you now where you can find it, which is not always easy.

34.html: Use of computer gives me problem

24.html: Specific areas of charting information is always amusing...it can be very correct or different depending on where you look.

10.html: Sometimes, not enough detailed, sometimes the wording might be confusing, leaving space for personal interpretation...

7.html: NO COMMENT

25.html: Problems occur with translation to english for those whose mother tongue is not english. Many sentences need clarification in these conditions. Also, it appears the manufacturers of the aircraft are not able to anticipate the users information requirements.

11.html: The published infos depend highly from the sources (aircraft manufacturer, airport authorities). That is where the problems are (wrong info, late info)

8.html: The information's that we need is not always complete and easy to understand. We need sometimes to find the informations in others manual. I prefer to have all concentrate in the same books

Comments on question 4:

43.html: no

38.html: Would also create more efficiency on time spent en-route in hotels

12.html: in a situation needing information urgently one cannot judge the info for completeness and correctness, then its blind faith in the system. However in training one has (hopefully) the time and sources of info to become familiar with and gain confidence in the documentation.

11.html: Documentation is reworked (in my example by Lido LH) from an original source, normally this process does not introduce additional errors.

22.html: Modern aircraft are getting increasingly sophisticated and manufacturers tend to provide just the necessary information for operating the aircraft. I am afraid this not enough. Pilots are not button-pusher-monkeys and I would not be too surprised if troubles arose due to lack of understanding resulting from lack of global information

5. Do you relate your motivation to get information in respect to prior experience?

Never_0_1_5_6_13_8_Always

5.2 If "often", give examples of typical prior experience:

29.html: I often compare with procedures and checklists valid on other aircraft types.

15.html: As I understand the question: of course, the less experience the higher the motivation to know and therefore to read the documentation.

38.html: The 'old days' versus what is possible nowadays

12.html: as an F/O, so much is new that one can only learn it and use it along ones career with the most relevant (daily ops up front). With experience, and specifically Captaincy, one has to make more decisions and hence that requires in depth knowledge and a framework with regard to relevancy of knowledge to consequences

43.html: sometimes

8.html: To have information's relevant of the related experience is a must.

24.html: needed to know if the application of time elements for an ETOPS alternate applied after take-off as well as during flight planning.

5.html: Of course. Personal experience is always more valuable than information from others.

19.html: confirmation et consolidation de l evenement au benefice de l experience

33.html: I ALWAYS PLAN MY FLIGHT ALREADY AT HOME OR IN THE HOTEL BECAUSE TOO OFTEN THE INFOS WILL NOT BE COMPLETE/READY AND TIME FOR PLANNING WILL BE TO SHORT.

41.html: Operationally, no: It is not impulsive to always look everything up. Experience leads to knowledge of the systems, and it is more tempting to act on experience. It is a discipline to refer to the books. In training, absolutely: Books are of course THE source of knowledge, and reading the FCOM, Operations manual, etc, has always been a positive learning experience.

28.html: Don't really understand question

22.html: For instance, we all have global knowledge of key numbers (for instance drift-down altitude after an engine failure) vital for operation, but at times, the exact figure may be required. We all have global knowledge of a general-case procedure, but we have to learn how the manufacturer made it for the particular airplane we are flying.

Comments on question 5:

15.html: Question is not clear

9.html: ne comprends pas forcément la question. A priori, les expériences vécues sont des bons points de départ pour aller étudier les choses à fond.

23.html: I do not really understand the meaning of this question

22.html: Americans define learning as being a change of behavior as a result of experience.

6. Do you feel the need to refresh your memory in respect to a certain operation?

Special terrain:

Never_0_3_6_8_14_11_Always

Special meteo:

Never_0_6_8_7_13_8_Always

Special aircraft config.:

Never_0_4_4_9_15_11_Always

Other criterion (A):

12.html: planning

1.html: ecam handling

9.html: high traffic density area procedures (for example Londo)

17.html: MFF A332/A343/A345

38.html: flight information in general

28.html: unusual STAR,SIDS,

21.html: after long holidays
29.html: System knowledge.
15.html: Low visibility procedures for approaches
22.html: Special regulations
4.html: abnormal procedure management
5.html: Company procedures
23.html: Emergency/Abnormal procedure
34.html: Aircraft system
41.html: QRH memory items
24.html: non-normal MEL application
42.html: NEW NOTAMS
11.html: human aspects
8.html: refresh in all operational subjects

Other criterion (B):

41.html: QRH non-memory checklists
38.html: updated information en-route (especially longhaul flights)

Comments on question 6:

1.html: Regarding the airbus family I would really appreciate a CD rom to exercise ecam handling on my computer. I think really a big loss of time and money to train ecam in the sim only.
29.html: I feel strongly that Transition- and CCQ- courses are too short and cheap compared to the responsibility waiting for a commander on an A340.
41.html: (B) I believe it is very important to be familiar with the QRH. It is important to find the correct procedure first time, and to be familiar with the correct buttons to press when under pressure. I occasionally do mental touch drills for smoke in the cockpit etc when the workload is low (eg. atlantic crossing)
38.html: In view of non scheduled operations, new destinations etc. it is valuable to receive information in an early stage for instance well before the day of flight. This is possible when information is accesible on the company web. Same is true for updated info during flight.
12.html: if not used repeatedly knowledge becomes fuzzy and one has a bad feeling about using it.
11.html: Do not forget the human internal problems (reaction, relation, etc.)

7. How do you prioritize information when you proceed for a debriefing?

Safety point:

Not important_0_1_2_2_7_30_Important

Recurrent error:

Not important_0_1_0_17_15_9_Important

Unusual event:

Not important_0_1_4_12_14_11_Important

Other criterion (A):

42.html: CRM(CREW RESSOURCE MANAGEMENT)
38.html: information that is of use to colleagues
12.html: communication
32.html: CRM
5.html: Optimization of operation
41.html: chronologically
9.html: improvement potential
25.html: Risk of causing an incident/accident
22.html: Clues to getting better

Other criterion (B):

38.html: sharing of experience in general
12.html: situational awareness
25.html: Crew Resource Management error
22.html: Global performance and attitude

Comments on question 7:

29.html: In the RNoAF, all formation-and/or 2-seater flights were debriefed. My experience from airline flying is that a routine line flight is never debriefed in a professional sense of the word "debriefing". I do however usually give my copilots a brief feedback.
17.html: self debriefing are very uncommon in middle east / far east airlines.
41.html: (a) in order to remember completely what happened, it is important to see the chain of errors.
38.html: This way experience may be built faster, especially with an increadingly less experienced group of pilots in the next coming years of fleet expansion worldwide.
12.html: all these factors are 'equally' important but the priority for debrief comes from one or other factors salience during the event
10.html: In the 3 mentionned points, safety is finally the concern... And it IS important!
34.html: Errors which are not regocnise (reconnues)are the worst and have to be debriefed

8. Does operational documentation help you to follow your working environment evolutions?

To know evolutions:

Never_0_4_5_4_23_8_Always

To understand evolutions:

Never_0_4_8_8_15_8_Always

To communicate evolutions:

Never_1_5_2_12_15_7_Always

Other criterion (A):

28.html: Evolution of material never stated with respect to overall program because overall program does not exist or has not been communicated to pilot group

38.html: to increase awareness

Other criterion (B):**Comments on question 8:**

41.html: To know: Flight operation notices, which are carried on board and in briefing rooms

38.html: All of the above will improve communication of changes, increase situational awareness as well as standardisation among flight crew and operational personnel.

12.html: share the knowledge puts you in the seat of an occurrence where one can

value/compare ones own acquired framework
5.html: They permit to follow the evolution of what is necessary for the particular operation, not the general evolution of aeronautical matters.

10.html: At the end, discussion with colleagues, or qualified instructors, etc... is one of the best help to understand evolutions.

4.html: there is no real evolution of one type of aircraft. When you change aircraft, you change environment.

22.html: New things are being implemented without being explained. It is all discovered when updating manuals... when the manual owner takes the time to read through the new pages and not just replace the old sheets with the new ones. Motivation to read significantly decreases when you get a whole bunch of new updates every week. E-documentation might increase the risk, given the new pages would not even have to be manually inserted.

9. Do you annotate operational documentation?**To reference:**

Never_5_6_4_11_12_6_Always

To summarize:

Never_7_4_8_7_13_4_Always

To gain time:

Never_7_4_5_10_12_3_Always

Other criterion (A):

15.html: To stress important points

28.html: Putting information from other sources onto approach plates

12.html: to create my own logic

24.html: electronic information

Other criterion (B):

15.html: To mention points stated in other documentations

12.html: I learn better by writing

24.html: lengthy explanations of ATC information

Comments on question 9:

42.html: NO ANNOTATION ON CHARTS AND DOC USED BY OTHER PEOPLE!

29.html: As long as we had PAPER copies of FCOM, OM-A, and NOTAM, I always used text-marker and pen on the pages. That made it easy and fast to do a quick recap of e.g. a system chapter in FCOM 1. That is no longer possible with CD-rom.

38.html: In order to inform crew and operational personnel in time, but also for own benefit.

23.html: I think that the documentation should be good enough to avoid the production of self-made summaries

12.html: for the sake of clarity or even doctrine some documentation can be too spread out for example

4.html: It's not always possible to interact with Ops Doc

1.html: Yes I annotate a lot, I highlight a lot for a quicker use. In this respect it is more difficult to work with electronic doc but on the other hand if you know how to use the finder then it can be quicker to retrieve infos.

24.html: Some of our information is electronic not allowing for annotation. It would be good to be able to do this however.

5.html: Mostly when it is something new to me. With experience less. But this is one of the most important advantage of paper compared to electronic information.

41.html: Instead, I make my own notes, and reference operational docs. I rarely look at my notes, but in writing it down, I learn.

17.html: Not possible, as we don't have our own books. (only CD at home). If we had our own, yes I would almost always annotate them.

10.1 What is your impression on the amount of available information?

Not enough_3_2_7_10_16_5_Too much

10.2 Comment the relation between the information available and the information found:

Corresponding to wishes:

No_1_7_10_12_13_0_Yes

Information is complete:

No_2_7_8_8_17_1_Yes

Information is grouped:

No_7_8_8_8_10_2_Yes

Other criterion (A):

Other criterion (B):

Comments on question 10:

1.html: Most of the time you remember that you saw this info about this or that but it takes a lot of time to find it. And again especially with airbus you'll find info in 3 different fcom.

29.html: With the present lack of structure and logic, I do not think we could handle more information, but if...

17.html: Typical Airbus. Info of FCOM, especially acft tech, does not go into details.

9.html: l'info nécessaire ne se trouve pas forcément au même endroit

38.html: Improvement is possible as well as expansion in certain areas. It should be noted that despite the will of many pilots, there is also a 'conventional group' that find it difficult to learn/study from a screen. These pilots shall also be taken into account and can be the 'pacemakers' in the process that dictate the 'tempo of change' to electronic publications and operational tools.

40.html: Information must be accessible to both on Flight Dispatch and on board aircraft.

21.html: Some times we have too many procedures. But on the other hand, constructors and airlines don't feel necessary to give some information I could need to clearly understand the aircraft I'm flying.

11. When you are using operational documentation (for example during preparation), do you think of past experiences?

Reviewing a procedure:

No_1_0_4_7_17_14_Yes

Reviewing a system:

No_0_0_3_5_22_13_Yes

Reviewing a context:

No_0_1_1_8_18_14_Yes

Other criterion (A):

Other criterion (B):

Comments on question 11:

1.html: but I tried to be careful not to be preconditioned.

15.html: Experience serves as a "hook" to better understand and memorize the rules.

9.html: pour peu que l'expérience soit ciblée.

38.html: Depending on the document it can be either way. What also is often used is the search-function that will help to find the relevant chapter.

5.html: Always, as experiences and memories are the points where to anchor the information.

36.html: Depends on the situation

12. Do you like examples in order to understand information?

Functioning of systems:

No_2_3_2_6_11_19_Yes

Scenarios:

No_1_3_1_5_13_20_Yes

Exemples through animations:

No_2_2_4_4_10_21_Yes

Other criterion (A):

9.html: au sol genre CBT ou autre

12.html: application of limits and data

23.html: Good schemas

Other criterion (B):

9.html: en opération

23.html: Good background information

Comments on question 12:

1.html: and I appreciate at the end a sample of questions WITH answers and references, so I can review my knowledge and I can look for the answer so I don't get the frustration of not knowing if I was right or wrong and why.

9.html: seulement pour le training au sol. Avec corrélation possible: une documentation exhaustive des problèmes répertoriés dans les rapports d'accidents, le background des mécanos à propos de pannes de système, etc...
8.html: That will be for me the most important : to find information that we need and to understand it. Not an interpretation, that could be dangerous

38.html: It certainly will help to understand certain scenarios or operations. However, for clarity this additional information should not be integrated in operational and procedural

documents. But it is electronically possible to make links to additional info when required or sought by a pilot or operational officer.

5.html: Very important to help understanding and memorizing.

23.html: When you understand the "how/why" of a system or an information it is easier to apply the right procedure or take the right decision

22.html: This is where computerized information could provide real understanding benefits

13. Would you like more guidance (interactivity) for browsing operational documentation in order to cover the topics?

With questions of interest:

No_1_1_6_6_14_14_Yes

With examples:

No_1_2_6_7_14_12_Yes

With cross references (links):

No_2_1_3_3_12_21_Yes

Other criterion (A):

22.html: Possibility of opening several windows/pages and switching easily between them is essential.

Other criterion (B):

22.html: Intuitive layout.

Comments on question 13:

29.html: Above all, I want the same "tools" (books) at home as in cockpit. If cockpit goes paperless, my home office should do the same. Possible future electronic documentation must be interactive and take advantage of new possibilities. (E.g: A big flat-screen above my desk connected to a computer-program that will enable me to perform simulated ECAM actions instead of trying to read FCOM 3.02, and interactive system displays replacing most of FCOM 1.) Good ideas?

9.html: correlation non seulement par mot clé, mais par d'autres critères, exemple critère personnel pilote qu'il a pu créer pendant un cour de transition.

38.html: See also Comments on question 12

12.html: interactivity brings other peoples experience and situations one has not yet encountered to highlight and illustrate information and knowledge. Applied knowledge makes it more 3dimensional and applicable

3.html: Cross reference is always good to deepen the knowledge of a system

22.html: A and B are major concerns for making e-documentation friendly. They are the reason why I am not using the CD at home. I don't think e-doc will be preferred to books before then.

14.1 Did you experience problems in understanding the content of operational documentation?

Never_1_16_10_11_6_0_Always

14.2 If yes, can you give the reason(s) that made it difficult to understand?

Abbreviation: 22

Insufficient mastering of English: 8

Ambiguity of the terms used: 18

Layout of the information: 23

Other criterion (A):

15.html: Uncomplete information, not enough parameters presented to allow the understanding

41.html: understanding driving forces-where to enter system

11.html: incomplete information

22.html: Procedure design not adapted to day-to-day use.

Other criterion (B):

15.html: Sometimes too many details without focusing on the practical side

Comments on question 14:

9.html: se rapporte aussi à la question 15

28.html: Wording is not clear on Airbus products. Boeing does a far better job in getting the point across.

38.html: Not personally, but at the introduction of our CD-ROM, the presentations caused some trouble with individual crewmembers in order to get going. Nowadays it is user friendly and (negative)comment is minimal.

12.html: I have had cases where the manuals were reworked by the airline and that introduced double negatives and ambiguity making them difficult to use at times.

40.html: sometime terms were not familiar to me

24.html: placement of operatonal information is always an issue...some standards need to exist and be applied for flight operations context. (similar to aircraft maintenance documentation structures)

3.html: As a pilot it is difficult to have an deep knowledge of all systems. But once you refresh or when you have a technical, then you are happy to have sufficient documentation to understand what happened, and why. I have a lot of discussions with our engineers concerning technical issues.

15.1 Do you need information not mentioned in operational documentation?

Never_5_14_6_10_5_0_Always

15.2 If so, specify what information is not mentioned in operational documentation:

15.html: Rarely.

38.html: In this respect it can be helpful to make links available for crew as an invitation to expand their scope of interest and help them build their theoretical experience.

23.html: The information you get by your experience, for example when you regularly fly to certain destinations. You know the environment, the ATC, the local procedures, etc.

1.html: It is hard to answer but it may happen that the book says that but your experience and the experience of others recommend to do differently. This should not happen.

8.html: related facts of experience. Quick notes and tips

5.html: As already pointed above, operational points coming from experience (airports, communication long range, weather in different areas, holding times, etc.).

21.html: FMS "way of thinking"

10.html: As mentioned above, some more details on certain technical systems could be useful.

19.html: Quelquefois les informations ne sont pas suffisamment détaillées pour répondre à la question

33.html: PERSONAL SUMMARIES

9.html: compréhension technique plus approfondie. background rapport d'accidents et mécanos (cf question 13)

22.html: Sometimes, questions come with no available answer in the books. Looking for the information is instructing but not time-consuming.

3.html: As pilot it is not possible to have full knowledge about all technical matters, of course. But for some topics, and sometimes it is good to have access to this information

17.html: Technical (maintenance), operational (dispatch)

Comments on question 15:

29.html: During the last few years, our company has developed the bad habit of sometimes implementing operational procedures via unofficial documentation like "Fleet Office Information"

16. Have you discovered (been surprised by) a particular change in your working environment during operations?

Aircraft config.:

No_10_12_9_5_3_3_Yes

Airport infrastructure:

No_6_11_5_9_5_5_Yes

Nav aids:

No_10_14_4_7_5_1_Yes

Other criterion (A):

Other criterion (B):

Comments on question 16:

1.html: I don't really understand the question as our environment is changing all the time, so it is not a surprise.

9.html: pas plus que d'hab. question que je ne comprend pas

38.html: Aircraft (-manufacturers) tend to go electronic more and more (e.g. EFB) Airport infrastructure tends to adapt to this trend and install Wifi stations to facilitate electronic traffic to and from the aircraft. GPS is becoming more and more popular, decreasing the need for conventional nav-aids.

Unfortunately, in some countries this is already reason, to no longer service their nav aids.

11.html: For aircraft info, it is funny to think that after more than five years in operation in many airlines, the docs are still either (partly) wrong or incomplete. For outside infos (airport en-route) the problem is with the local authorities.

23.html: For the African continent, the information contained in NOTAMs do often not correspond to the actual situation, i.e. NAV aids indicated as U/S work and those which are supposed to work are U/S, etc.

22.html: Too many changes in too little time.

Human beings are not robots and implementing new procedures with humans is not as easy as downloading a new version onto

a computer... Everybody agrees human factors are vital to safe operations but they are positively disregarded here. This is becoming somewhat dangerous.

17.1 Would you like more simulation integrated in an operational documentation tool in order to be more familiarized with your working environment?

No_3_7_5_8_11_8_Yes

17.2 Same question as 17.1, but think particularly of specific functionalities not often used in standard operations:

No_2_2_4_4_7_9_Yes

Comments on question 17:

1.html: Yes indeed, especially with modern aircraft manufacturer should do more to provide end user like me with an easy electronic tool which I can use at home to improve my knowledge and skill. Again the one I mentioned earlier regarding ecam should be the minimum to start with.

17.html: We need Experience. Another simulation does not replace experience.

9.html: plutot oui mais pas un système uniquement basé là dessus.

42.html: I DON'T UNDERSTAND "SIMULATION" IN THE OPS DOC

38.html: In itself these simulations are a good idea, but keep them away from the original operational document in order to keep that document straight, clear and compact, whereby the crewmember can recognize chapters and subchapters resulting in a good general overview. Via references, and if desired, one can be linked to simulations.

12.html: ECAM

24.html: ambiguous question

22.html: As I have said already, this is where e-doc could improve things.

18.1 Have you already experienced non adequate instructions prescribed in operational documentation?

Yes: 25

No: 18

18.2 If yes, specify the possible reasons:

Instruction judged irrelevant with respect to the problem: 18

Instruction judged not critical: 5

You used to do otherwise before: 7

You did not understand the instructions: 10

Other criterion (A):

17.html: opposite instruction in 2 different manuals

42.html: INFO OUT OF DATE OR NOT COMMUNICATE

11.html: centralized procedures (european) are masters

4.html: instructions not pertinent with context

23.html: Instruction no longer valid

22.html: New situation not thought of before

Other criterion (B):

22.html: Mistakes

18.3 Do you have examples for which it was the case?

31.html: no I've forgotten

23.html: Happens often with NOTAMs concerning availability of services, NAV aids, RWYs, TWYs, Com procedures

12.html: md-11 AIRCON SMOKE CHECKLIST

8.html: The use of the windshield anti-ice on the Be20 King Air. The use of the control temp mode in the Be20 King Air. etc..

24.html: mostly to do with airport charting instructions regarding aircraft movements and anticipated ATC instructions

13.html: change from paper documentation to electronic documentation: people doing the Edocs believe everybody is at their level of speed and use of computers which is absolutely not the case! KISS!

21.html: Use of autobrake crosswind landing technique (it used to be inappropriate)

28.html: Resetting the clock

37.html: AIRBUS O.E.B & BULLETINS

22.html: De-icing and contaminated taxiways procedures combined.

11.html: With the argumentation of "harmonization" (between different aircraft fleet- or between european countries), good procedures (e.g. use of Radio altimeter in ILS CAT 1 / visual circuit) have been changed to questionable orders

Comments on question 18:

9.html: cas pour lesquels une interprétation global d'un problème servait à couvrir plusieurs cas de figures. cf concerne surtout pannes de systèmes

3.html: I believe the ops docs don't take risks.

22.html: Typically human...

19. According to your experience, which difficulties are more characteristic of a situation never encountered before (compared to a situation already encountered)?

Difficulty in understanding instructions and restrictions: 11

Difficulty in managing Operational

Documentation with other current tasks: 21

Difficulty in maintaining a good level of

coordination between crew members: 14

Difficulty of access to information: 23

Other criterion (A):

15.html: As with all new situations: catch the problem and find a solution

41.html: Prioritisation

12.html: maintaining an overview of the evolving situation

11.html: setting correct priorities

5.html: Difficulty of applying instructions into practice

23.html: System description insufficient to understand some failures

22.html: Takes time when you don't have it.

Other criterion (B):

11.html: communication between flight crews

Comments on question 19:

38.html: None of the above caused any problem so far. There is a discussion/concern in our company that some crewmembers do not study as often anymore as they did when they still received a paper FCOM. Periodical checks on technical- and operational knowledge however, do not validate these concerns.

23.html: In an abnormal situation, a two man cockpit is always at a critical limit with the task load and managing the crew coordination is a key factor in such a case

12.html: a new situation requires identification and application of procedures and checklists. when a multilayering of operational and technical issues takes place the commander must have sufficient experience and SA to maintain priorities and solve the problems.

24.html: ambiguous question

33.html: IF TIME CRITICAL IT CAN BE VERY HARD TO FIND THE RIGHT PAGE IN E. G. THE DGG OR MEL THAT GIVES YOU THE HINT TO PROCEED OR TURN BACK IF THERE'S NO MAINTENANCE AT THE DEST (OPERATIONAL REASONS). OTHERWISE (REAL EMERGENCIES THAT NEED QUICK REACTION) DOCUMENTS

ARE QUITE WELL STRUCTURED AND PRESENTED

28.html: Always takes longer to do than accessing material that one is familiar with. This allows more exposure time to interruptions.

9.html: si trop d'info disopnible, danger de perdre le recul nécessaire au maintien d'une vue d'ensemble.

14.html: time challenge (nbr of sources) related to abn/em situations

6.html: NO DIFFICULTIES

22.html: Monkeys can not replace humans here.

11.html: The main difficulty is to maintain a team work and not to fall in a one man show (I am the captain, I know and I give orders)

20. In order to better understand the role of operational documentation, which attitude do you adopt in an operational or emergency situation?

You first try to diagnose correctly the situation: 34

You perform the procedure without asking yourself questions: 6

You try to understand the situation while you are performing the procedure: 21

You try to understand the procedure after having performed the procedure: 5

Other criterion (A):

12.html: keep in mind the consequences of my actions

Other criterion (B):

12.html: make sure I remain available for other tasks

Comments on question 20:

29.html: I try to live by the emergency-"Bible" from 1971: 1.Maintain aircraft control.

2.Analyze the situation. 3.Take proper action.

15.html: 1. Ruhe bewahren...

38.html: Personnaly I favor a sound knowledge of the aircraft, such that one still would/should be able to act without 'the book'(in whatever form) in case of a 'super emergency'. To assist the crew, an operational- or emergency procedure will benefit the crew as well as good crew coordination and resource management. In all it will assist to a good standard practice.

23.html: Some emergency situation require immediate action with little time for analysis, like rapid loss of cabin pressure, fire or engine

failure at take-off or high altitudes. But for most cases, you have time for a good analysis.

12.html: use documentation to support my actions based on my assessment and knowledge of the system as a whole

20.html: Power Performance Analyse Action

39.html: Right actions either on normal/abnormal situations are the end result of correct analysis.

28.html: Try to understand while doing is difficult with the ECAM Method. However doing the procedure then trying to understand what has been done. ECAM checklists are bad for this, Boeing paper 727, had a brief description in the expanded section that you could look at during training and on the airplane so as to further explain what you were doing and what was happening. so you understood

22.html: There are different cases. Some procedures simply need to be followed without losing time to try and understand (e.g. GPWS warning) and they are the key to survival. Others have to be dealt with slowly and assessing the situation is important (fuel leak). This is where smart simulator sessions pay off.

34.html: Except recall items

3.html: I like to follow exactly the documentation in case of emergency. There might be something that we don't see or understand from the cockpit.

17.html: another speciality of Airbus: ECAM that we cannot always trust.

21.1 When faced with an abnormal or emergency situation, and you wish to consult operational documentation, do you encounter difficulty in finding the information?

Yes: 27
No: 18

21.2 If yes, please select the main reasons:

Too frequent changes related to successive updating of the paper documentation: 9
Lack of homogeneity between aircrafts: 5
Quality of the table of content: 8
First use of the documentation: 4
Available time: 15
Information spread out over many different pages: 19

Other criterion (A):

19.html: Information spread out over many different books

29.html: Not used to paper FCOM from home studies.

17.html: some time wrong information (eg. ECAM warning)

12.html: info spread thru different books

25.html: No Links between documents

23.html: Stress which reduces your ability to find things rapidly

Other criterion (B):

29.html: No QRH available for home studies.

25.html: abnormal/emergency procedures should provide automated checklist tools

21.3 Have these difficulties prevented you from finding the appropriate information?

Yes: 15
No: 18

21.4 Could these difficulties have lead you to misselect information?

Yes: 25
No: 8

Comments on question 21:

15.html: This is a very important point. One has to know which information is available to be able to go directly to the one required when necessary.

12.html: in all honesty and depending on the gravity of a situation I believe the potential is present, I am human.

5.html: To handle emergency situation, one has to have a broad knowledge of the procedure. It is not possible to do correctly without having read it before.

3.html: For a deep look in the technique it is difficult, that is why we use the bold face

22.1 In an abnormal or emergency situation, do you correlate information presented on the system display with operational documentation?

Never_2_6_3_6_17_9_Always

22.2 If yes, why do you do it?

37.html: IF TIME PERMITS TO CONFIRM THE ABNOMALITY AND THE CORRECTIVE ACTION.

12.html: to try to start at a clear point procedure and minimise the risk of misinterpreting the problem

9.html: ben faut bien comprendre ce qui nous arrive quoi.

17.html: More info in FCOM than on the ECAM (especially for the notes)

30.html: to make sure you do the right thing

38.html: To verify and exclude false warnings/indications and to maintain overall awareness. Also it may assist Maintenance afterwards in trouble shooting.

13.html: to try to get an overview of what is happening and understand it , to be able to manage it!

28.html: Sometimes paper checklists are required or paper methodologies

18.html: To check if a note in fcom is telling that in that particular situation you should act differently than what ecam is asking

39.html: In order to perform the expected correct action in any phase of the flight.

14.html: to check-complete SD ops doc with more explicite/extended doc

3.html: I want to understand what is wrong, and every emergency might be new, and not easily fixed. And the human brain will always be able to adapt quickly in every new situation, quicker than the operational documentation

19.html: Pour une analyse la plus complete possible

15.html: To make sure to follow the right way at every stage of the handling of the situation .

4.html: that's how the procedure should be followed

22.html: Documentation is more complete than what is displayed on the screens. The manufacturer has to make choices, given everything can't be shown. Sometimes, choices are smart. Some other times not.

33.html: ALWAYS CHECK WHAT IST PRESENTED BY THE PLANE AS A SOLOUTION AND WHAT SYSTEMS ARE RUNNING (SENSORPROBLEMS, PRIORITIES...)

40.html: For cross checking / confirmation

5.html: To make sure I am using the correct procedure and to correctly follow each step of the procedure.

23.html: Missing information on the system display ECAM display too small, too far from the eyes thus not giving a sufficient overview for multiple failure

41.html: I think that only in a very few cases, will the aircraft status reflect a text book senario.

6.html: IF TIME PERMITS, I CHECK FOR EXPENDED INFORMATION LATER

24.html: after having done any emergency checklist, sometimes understanding the system a little better allows justification for the actions, and perhaps adds to understanding of other relative system ramifications further on in the flight.

10.html: After analysing a situation, I have two choices: either I understand it and I go on with check-lists or procedures, either I don't and I try to find more infos out of the documentations.

7.html: WHEN WE HAVE A PARAMETER WICH IS ABNORMAL WITH NO ASSOCIATED ECAM, I REFER TO THE QRH

11.html: to get a clear overview, to check for latest updates (bulletins)

43.html: it is SOP

8.html: Check and diagnose what the problems. Check on the relevant check-list and book (AFM, MEL, SOP's)

Comments on question 22:

29.html: If there is a "clear cut" ECAM action, I do not refer to the books before starting ECAM.

9.html: c'est quand même la base de notre métier.

38.html: I would find it alarming if crewmembers would be 'drilled' just to do what te procedure(s) tells you to do, without consideration or reference to systems.

23.html: A good emergency paper check list will help a lot in top emergencies as the ECAM is often not complete or unreliable (electrical failure)

23.1 Do you think it would be useful to increase the use of electronic and computerized operational documentation?

Yes: 34

No: 9

23.2 If yes, explain why?

12.html: rapid access to more info and more relevant info by the use of a 'search engine'. Problem will be training and ease of use as well as redundancy (autonomous power source). however the danger of heads-down ops is great. hence clear procedures and training are necessary

1.html: useful: quicker update, less paper, online access, use of finder to find the info

disadvantage: it is quicker to read a book, easier to mark a book

9.html: pour avoir une information ciblée et précise, voir même triée rapidement à disposition. de plus l'électronique permet de pouvoir jouer avec les facteurs de corrélations facilement; pour peu qu'il n'y aie pas de panne d'écran ou de courant. (ce que j'ai déjà expérimenté)

27.html: Ease of locating information, searches

17.html: paperless cockpit. Electronic flight bags, if integrated in flight deck, not just a laptop on the knee.

30.html: If it is done in a good way it could be very useful to find relevant info fast. If not done properly it could be bad for the working environment

38.html: Fast and up-to-date standardized documentation (worldwide, any time of the day). Ease of access. Numerous options for additional information without the bulky paperweight. Safety features that can be included in, for instance performance calculation programs. In other words, interactivity between programs/software and crew. Extensive samples including the option of video's coloured pictures/sounds etc. for instructions. Training material that is worldwide accessible also while on a lay-over in (expensive) company time. Etc.,etc...

20.html: easy access

28.html: Paper is easier and quicker to access. It is also easier to handle on the aircraft. If however a screen could be used to draw up information with a quick way of accessing info. eg. Hydraulics would give you all the hydraulic problems plus all relevant hydraulic information. Must not be a laptop and not on the main screens.

39.html: Increasing the use of electronic and computerized operational documentation will surely lessen workload in the cockpit especially during the abnormal/emergency situations.

14.html: one, updated, accessible easy findable doc

3.html: Easy to use, updates always well done, but has to be reliable (paper will always be readable, even without batteries... well not in full darkness, OK)

21.html: find the information quickly with a good table of content. Gain some place in the cockpit. Prepare the flight correctly (for

example when something is out of order in an airport, we can easily find the corresponding chart)

19.html: Non, parce que on ne peut présenter qu'une seule page à la fois; - pas de notes personnelles

32.html: All in one computer is much easier than in 10 books. Updates are much easier. You can link all books together. You can take the computer wherever you want for preparation.

15.html: Integration of the information. Create link between points. Negative is that it is now not possible to make personal annotations.

4.html: weight, only a question of weight

22.html: Big books are not always easy (and safe) to use on the flight deck.

33.html: CAN BE HELPFUL IF YOU HAVE TONS OF MANUALS TO SWITCH FAST FROM ONE TO ANOTHER. QRH AND OTHER VITAL STUFF ONLY IN PAPERFORM!

40.html: more accessibility especially at home maybe via internet

5.html: To ease access to correlated information, to ease revisions, to have access to more information.

41.html: Interactivity, and increased cross-referencing between different books/modules.

6.html: EASIER TO FIND ALL INFORMATIONS USING KEYWORDS AND LINKS, BUT PAPER DOC EASIER TO USE IF YOU KNOW IT WELL

24.html: Links through relevant procedures or through systems would be convenient for study, reference and abnormal conditions.

10.html: Would be good for performance calculations, charts presentations, etc... But a paper check-list should remain available

42.html: BETTER UPDATING, BETTER AVAILABILITY, PROBABLY, BETTER PRESENTATION

25.html: If done correctly can save time. But there are traps!

36.html: faster information transfer; easy to find information; better display of information

11.html: search possibility with an engine (already available for us for the OM A)

8.html: Less paper Most rapid to find a reference Interactivity Use for training on a simple PC

Comments on question 23:

18.html: I wish we could train ECAM checklist at home on our own PC using a CD-Rom. It would be really nice especially if you fly 3 different type like the A332/343/345

29.html: I have already explained my views above.

38.html: This can not proceed quickly enough

23.html: Computer is OK for quick reference and data storage on board; but I don't like it for learning unless you have an interactive program. In an emergency, you don't have time to start your computer and it would not be very handy compared to a paper check list.

22.html: BUT there is a LONG way to go... E-doc has to be handy and easy to use. Information has to be retrieved as quickly as when using the books (I want to say : faster). Managing a big book is not exactly easy (and wise) on the deck. So, a good thing would be to have a dedicated screen on either side of the deck so that you don't get jammed with books (or laptops) all over the place. That would also allow free access to all controls. Concerns expressed in question 13 are also essential. Another major point is a book doesn't fail. What if the e-doc does ?

Comments on the questionnaire:

37.html: **FEEDBACK TO PILOTS IS VERY IMPORTANT. ANSWERING THIS QUESTIONNAIRE , AND GETTING TO KNOW WHAT OTHERS ANSWERS ARE OF UTMOST IMPORTANCE.**

DOCUMENTATION IS THE TOOL FOR SAFETY, KNOWING HOW TO ACCESS AND UNDERSTAND FOR PROPER IMPLEMENTATION IS ESSENTIAL IN ORDER TO SIMPLIFY THE INCREASING AMOUNT OF INFORMATION GIVEN TO PILOTS.

12.html: a complicated questionnaire that might scare away potential candidates. But this topic needs to be addressed.

1.html: overall good questionnaire. Resume: having a few thousands of hours on the airbus family, mixed fleet flying, short and longhaul I would appreciate more homogen between the different type, 320-330-340. I would also appreciate if the infos would be more centralised. Too often the ecam says that, an oeb says something different or a note somewhere in the fcom says something different. I would also encourage a better use of electronic doc and training facility specially

for the end user, which means to be able to exercise at home on your personal pc. A lot of work has still to be done in my opinion.

9.html: questionnaire assez abstrait pour beaucoup de points. Il serait peut-être utile de faire une différenciation des questions selon le type de documentation.

38.html: nil

28.html: Would like to have a copy of finished results. propilotca@yahoo.ca Thank you

31.html: excellent thank you for your study I'm in retirement we never have that sorts of inquiry

14.html: Good tool to better understand/organise AIRBUS ops doc accessibility

29.html: Operational documentation is VERY important. Consequently, in this field the airlines must think QUALITY, NOT ECONOMY!

32.html: Good Luck! Regards Lupo

22.html: Good thing to work on. Keep on. Maybe you could have airlines and aircraft manufacturers read the questionnaires you get.

4.html: This questionnaire should aim more end user of ops doc: pilots, flight engineer, cabin crew, maintenance staff

5.html: Good luck!

23.html: I think that this questionnaire is too "general". You don't have the same problems on NOTAMs, NAV maps, route DOCs, technical books and abnormal/emergency check lists. They all have their specific weakness/strength which should be considered separately

34.html: Good luck

24.html: Some difficulty in understanding the questions and their relevance to specifics. Too wide a variable in defining all flight operational documentation.

10.html: General comment: I have a small Airbus experience, but still 2 different operators. It's amazing how you can fly the same plane with 2 totally different philosophies. And what is the most funny is that the "official" Airbus philosophy that I flew at one operator was much more complicated than the philosophy designed by the other operator!!! This operator actually used much better the real design of Airbus, which build easy to fly aircraft. For me, there is a huge contradiction between the design of the

aircraft and the procedure published by the aircraft manufacturer itself!!!

11.html: sometimes questions concern too many different documents and could have

been splitted (Q 2 & 4) - unclear question (Q 5)

Best regards

8.html: Very good questions that could help to improve the training devices by the operators and manufacturers.