

RAPPORT FINAL DE SYNTHÈSE SUR L'ÉTUDE FACTEURS HUMAINS EN MAINTENANCE AÉRONAUTIQUE

	Nom et Fonction	Date	Signature
Préparé par :	Lydie Soria	14 / 12 /2001	
Vérifié par :	Sylvie Courteix	14 / 12 /2001	
Approuvé par :	Eric Hermann	14 / 12 /2001	

LISTE DE DIFFUSION

Interne

Gestion – 1 exemplaire

Externe

Luc Angerand SFACT – 1 exemplaire

Stéphane Deharvengt SFACT – 1 exemplaire

G. Herzin GSAC – 1 exemplaire

Claude Valot IMASSA – 1 exemplaire

REPERTOIRE DES MODIFICATIONS

Révision	Date	Pages modifiées	Observations
@	03/09/01		Création
A	19/11/01	Pages 6, 7	Introduction et Cadre d'analyse
		Page 11	§3.1 : « la disparition de l'encadrement technique de proximité ... »
		Pages 11 à 15	§3.2,, §3.4 : mise en évidence des changements organisationnels (puces avant / après)
		Page 15	§4. : paragraphe et schéma de liaison avec §3

GLOSSAIRE

AMM	Aircraft Manual Maintenance
APRS	Approbation pour la Remise en Service de l'avion
ATA	Aircraft Transport Association
EIR	Electronique, Instruments de bord, Radio
GPWS	Ground Position Warning System
JAR	Joint Aviation Requirement
ME	Manuel d'Entretien de l'avion
MOE	Manuel de l'Organisme d'Entretien
OE	Organisme d'Entretien
TCAS	Traffic Alert and Collision-Avoidance System

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION	5
2. CADRE D'ANALYSE	6
3. LES DONNEES : LES ÉVOLUTIONS ORGANISATIONNELLES DANS LES OE	7
3.1. LA PLANIFICATION DES CHANTIERS	8
3.2. LA PRÉPARATION DES INTERVENTIONS	11
3.3. LE CONTRÔLE	12
3.4. LA TRAÇABILITÉ	14
4. LES ANALYSES : L'OPÉRATEUR DE PREMIÈRE LIGNE COMME AGENT DE RÉGULATION	15
4.1. LES DIFFICULTÉS LIÉES À L'UTILISATION ET LA GESTION DES CARTES DE TRAVAIL 17	
4.2. LES DIFFICULTÉS LIÉES À L'UTILISATION DE LA DOCUMENTATION CONSTRUCTEUR	19
4.3. LES DIFFICULTÉS LIÉES À L'INTRODUCTION DES NOUVELLES TECHNOLOGIES	21
5. LES RECOMMANDATIONS	24
5.1. D'UNE DOCUMENTATION DE CONCEPTION À UNE DOCUMENTATION D'EXPLOITATION :	24
5.2. LE FORMAT DES CARTES DE TRAVAIL ORGANISANT L'ACTIVITÉ DES OPÉRATEURS DE PREMIÈRE LIGNE	25
5.3. LA PRÉPARATION DES INTERVENTIONS ET LA PRISE EN COMPTE DE LA TRANSVERSALITÉ DES SYSTÈMES	28
6. CONCLUSIONS	29
7. LISTE DES FIGURES	31

1. INTRODUCTION

EURESPACE répond par ce document, à une demande d'étude émanant du SFACT sur les Facteurs Humains dans la maintenance aéronautique.

Ce travail sur la maintenance aéronautique s'inscrit dans le cadre du groupe de suivi DGAC-SFACT sur les études Facteurs Humains.

Cette étude, à l'origine confiée par le SFACT au groupe EURISYS CONSULTANTS concernait l'impact sur la maintenance aéronautique de l'introduction des avions de nouvelle génération.

La société EURESPACE a été consultée au mois de janvier 2001 pour compléments d'étude concernant l'analyse des aspects facteurs Humains de l'activité des opérateurs intervenant sur les aéronefs ainsi que l'organisation des compétences et des fonctions dans les différents types d'atelier de maintenance.

Il s'agit pour le SFACT d'obtenir des compléments d'investigation sur l'impact des évolutions du domaine de la maintenance aéronautique sur la fiabilité des interventions sur les aéronefs. Ces évolutions concernent :

- le passage d'une logique d'expertise vers une logique d'optimisation des coûts,
- l'arrivée des technologies nouvelles dans les systèmes bord,
- l'évolution de la documentation réglementaire d'intervention sur les aéronefs.

Pour répondre à cette demande, EURESPACE a mis en place une méthodologie de retour d'expérience basée sur l'implication directe des Organismes d'Entretien (OE dans la suite du document). Différents contacts ont été pris par EURESPACE, dont certains ont pu aboutir, essentiellement des organismes intégrés ou anciennement intégrés aux transporteurs.

Sous couvert d'une garantie d'anonymat, EURESPACE a mené :

- Une série d'entretiens avec les personnels d'encadrement des OE. Nous avons travaillé avec des représentants de la hiérarchie, de l'assurance qualité, de la production et des ateliers.
- Des observations d'interventions sur les aéronefs. Nous avons pour cela tenu compte des chantiers en cours dans les différents organismes, ainsi que la possibilité effective qui nous était offerte par les organismes contactés.

Les contacts ont été pris en début d'année 2001 et les rencontres avec les OE ont pu effectivement avoir lieu à la fin du second semestre.

Les données préalablement recueillies, dans la première phase de l'étude, effectuée au cours de l'année 1999, ont été mises à profit pour constituer un historique et ainsi mettre en lumière certaines évolutions dans l'organisation des OE.

Les résultats présentés dans ce document sont les suivants :

- Des données relatives aux différentes étapes qui constituent le processus de maintenance. Plusieurs annexes présentées en fin de document illustrent les situations analysées.
- Une analyse de l'activité de maintenance du point de vue de l'opérateur de première ligne. C'est-à-dire de l'opérateur qui réalise les interventions sur les aéronefs. En effet, ce niveau

se révèle tout à fait pertinent pour aborder la question de la fiabilité et/ou de la fragilité dans le temps des activités de maintenance aéronautique.

- Des recommandations tirées de l'analyse des difficultés observées au niveau des opérateurs de première ligne.

2. CADRE D'ANALYSE

Les observations, réalisées sur sites montrent une très grande variabilité dans les classes de situations rencontrées en maintenance aéronautique (même programmée). Il n'existe pas de scénario type d'intervention du fait des possibilités de variations importantes liées aux équipements visés, au contexte avion, à la composition des équipes de compagnons ou encore au type de visite planifié.

Ces observations permettent toutefois de poser un schéma général de compréhension des différents facteurs influençant le processus de maintenance au sein d'un OE (cf. schéma annexe 1).

Le processus de maintenance est en premier lieu structuré par cinq grandes étapes ? :

1. La planification des chantiers,
2. La préparation des interventions,
3. La réalisation des interventions sur aéronefs
4. Le contrôle du résultat des interventions,
5. La traçabilité des actions réalisées au cours des interventions.

Ces étapes étroitement interdépendantes sont elles mêmes impactées par un ensemble de facteurs externes relatifs aux évolutions du contexte global dans lequel s'inscrit un OE :

1. L'évolution du contexte économique, qui imprègne de plus en plus aux organismes une logique d'optimisation des coûts.
2. L'évolution technologique liée à l'introduction des nouvelles technologies dans les systèmes embarqués, qui requiert de nouvelles compétences et modifie les référentiels métiers.
3. L'évolution de la réglementation pour l'harmonisation européenne et internationale qui impacte l'organisation interne des OE et les conditions de réalisation des interventions.

La figure suivante illustre ce schéma directeur de l'étude proposé par EURESPACE :

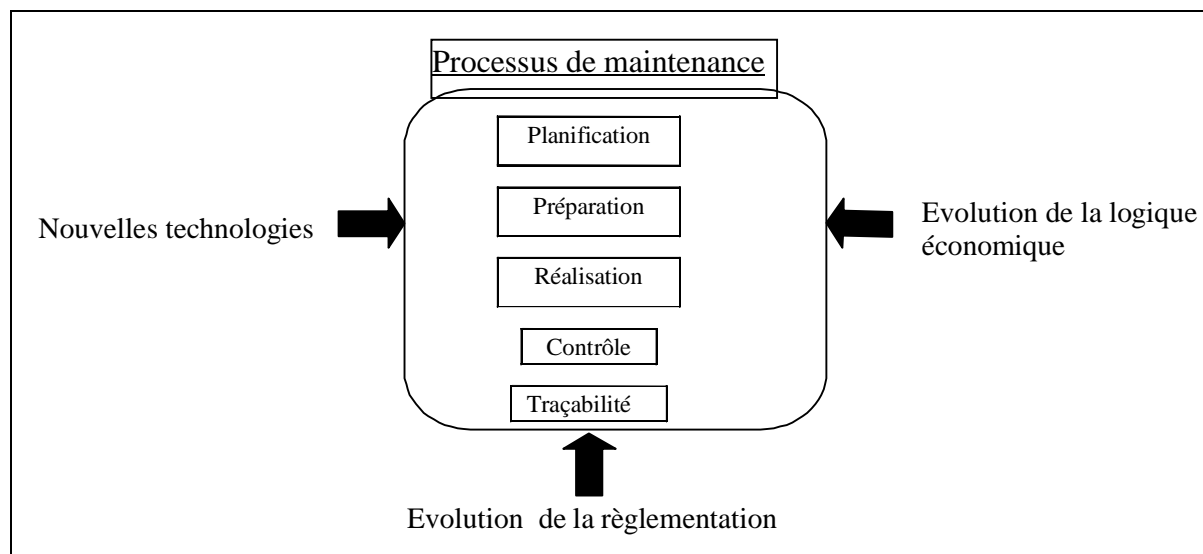


Figure 1 : schéma directeur de l'étude

L'objectif du présent document est d'identifier, parmi les modifications pouvant apparaître « de circonstance et limitées », celles qui doivent en fait être rapportées aux évolutions du système global afin d'en apprécier l'impact effectif sur la qualité à terme des prestations de maintenance. Pour cela nos analyses procèdent en deux temps :

- Au chapitre 3, nous décrivons les évolutions que nous avons observées aux différentes étapes qui organisent le processus de maintenance : la planification et la préparation des cartes de travail, le contrôle et la traçabilité des actions réalisées au cours des interventions sur les aéronefs.
- Au chapitre 4, nous analysons l'impact de ces évolutions sur la réalisation des interventions par les opérateurs de première ligne. Nous examinons un ensemble de difficultés ayant trait à l'utilisation des cartes de travail et de la documentation constructeur, ainsi qu'à l'intervention sur des équipements de nouvelle technologie.
- Le chapitre 5 rassemble les recommandations qui peuvent être faites sur la base des analyses précédentes.
- Le chapitre 6 tire des conclusions en matière d'axes d'investigation supplémentaires pour d'une part élargir le champ de validité des résultats obtenus et d'autre part, valider la pérennité des modes de régulation du système mis à jour.

3. LES DONNEES : LES ÉVOLUTIONS ORGANISATIONNELLES DANS LES OE

L'efficacité de l'activité des opérateurs de première ligne dépend essentiellement de la planification du chantier et de la qualité de la préparation des tâches à réaliser.

La mesure de cette efficacité dépend des conditions de réalisation de contrôle et de la traçabilité de la prestation.

Nous décrivons ici les principales évolutions de ce processus.

3.1. LA PLANIFICATION DES CHANTIERS

Le déroulement des visites programmées (petites et grandes visites) nécessite de séquencer plusieurs centaines d'interventions. Cette planification constitue « le fil rouge » de déroulement des tâches prévues afin de synchroniser les différentes ressources nécessaires (approvisionnement, mobilisation des différents métiers, organisation des interventions des sociétés extérieures...).

Cette activité d'anticipation, qui permet de construire le planning, est réalisée avant le début du chantier. C'est le rôle de l'autorité de planification de la mettre en place.

La planification dépend à l'origine d'une logique purement technique et d'un programme prévisionnel de disponibilité des ressources.

Lorsque le chantier démarre, la planification doit être « en phase » avec la réalité de l'état de l'avion entrant. Par la suite, plusieurs événements peuvent modifier le déroulement des interventions prévues initialement (manque de personnel, difficultés techniques, interventions non-prévues, carence d'approvisionnement) et créer ainsi un décalage entre l'avancement des travaux tel que planifié et l'avancement réel sur la ligne.

Pour une efficacité optimale du processus de maintenance, la planification doit être réajustée au fur et à mesure du déroulement des interventions. Ainsi, au fur et à mesure qu'avance la visite, cette planification « théorique » nécessite d'être « recalée » sur la réalité du contexte avion¹ afin de faire glisser les interventions prévues initialement.

L'information permettant d'alimenter le réajustement du planning trouve son origine dans le suivi de l'activité des opérateurs de première ligne, c'est-à-dire le bilan quotidien des actions effectivement réalisées et des ressources effectivement disponibles.

Les entretiens réalisés sur sites font état d'une évolution importante dans les processus de mise au point de la planification en fonction de l'évolution effective du contexte avion.

- Précédemment, le lancement des interventions, organisées par l'autorité de planification, transitait via un encadrement technique de proximité spécialisé par domaine (structure – cabine – équipement*). Celui-ci recevait et stockait les cartes de travail du planning au fur et à mesure de l'avancée des travaux et répartissait les tâches aux compagnons en fonction de plusieurs critères :
 - Sa connaissance des ressources disponibles humaines et techniques,
 - Sa connaissance du contexte avion et de l'état des tâches en cours,
 - Son expertise du domaine,
 - Ses interfaces avec les autres domaines techniques.

L'encadrement technique de proximité effectuait ainsi le suivi de l'avancement des travaux avec les compagnons en suivant l'évolution des cartes, en les temporisant quand elles étaient en suspens et en orientant techniquement les interventions face aux problèmes rencontrés.

¹ Contexte avion : états des alimentations électrique et hydraulique par exemple

Dans ce contexte, l'encadrement technique de proximité avait un rôle de régulation entre la planification théorique et son ajustement en temps réel.

Son rôle dans l'organisation du travail peut être représenté de la façon suivante :

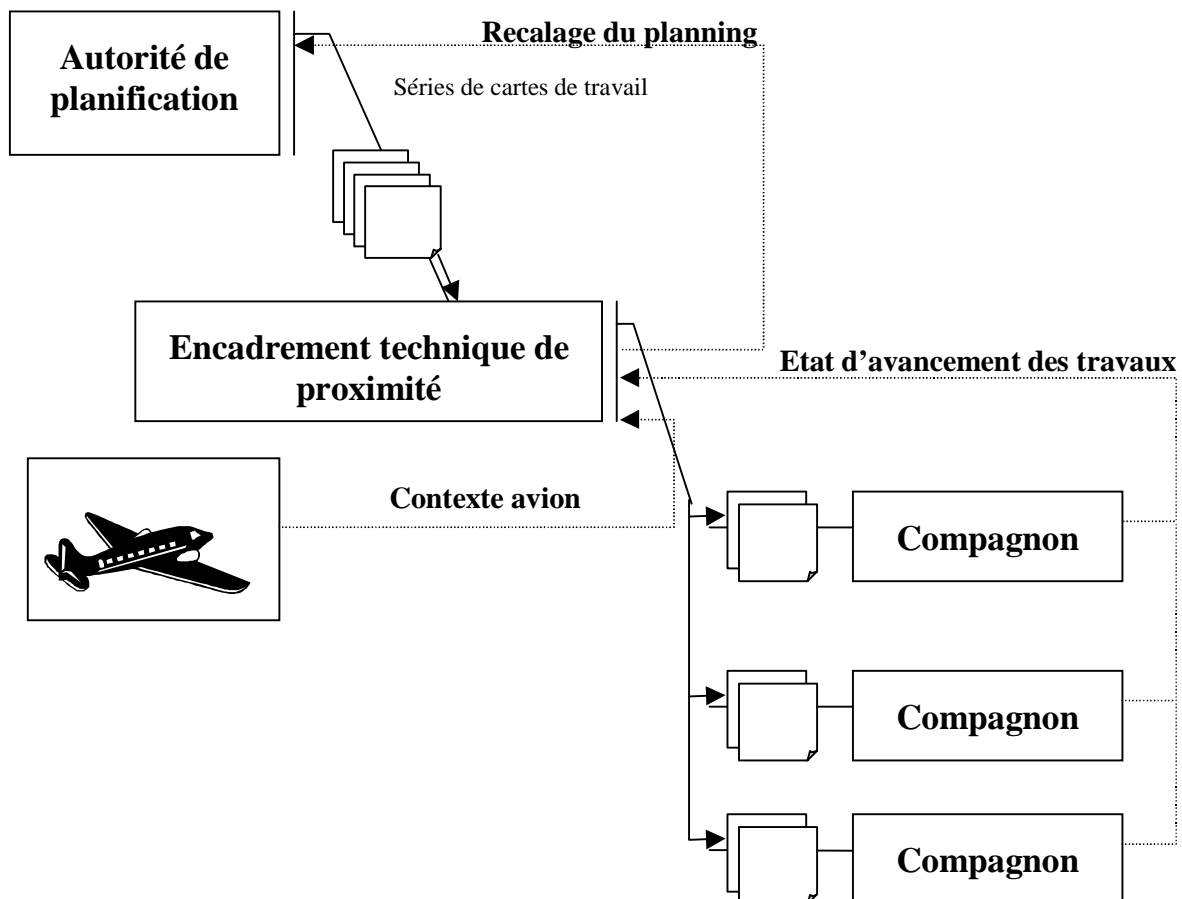


Figure 2 : le rôle de l'encadrement technique de proximité dans le recalage du planning.

Notons les deux niveaux successifs d'itération permettant la prise en compte en temps réel du contexte avion :

- Itération entre les compagnons et l'encadrement de proximité d'une part
- Itération entre l'encadrement de proximité et l'autorité de planification d'autre part.
- Aujourd'hui, la fonction de chef d'équipe a évolué vers celle de gestion « administrative » du flux de papier lié à l'organisation et à la traçabilité des interventions.

Cette évolution se traduit par « la disparition » du rôle d'interface du chef d'équipe entre la planification et l'opérateur de 1^{ère} ligne.

Le schéma actuel d'organisation des interventions est le suivant :

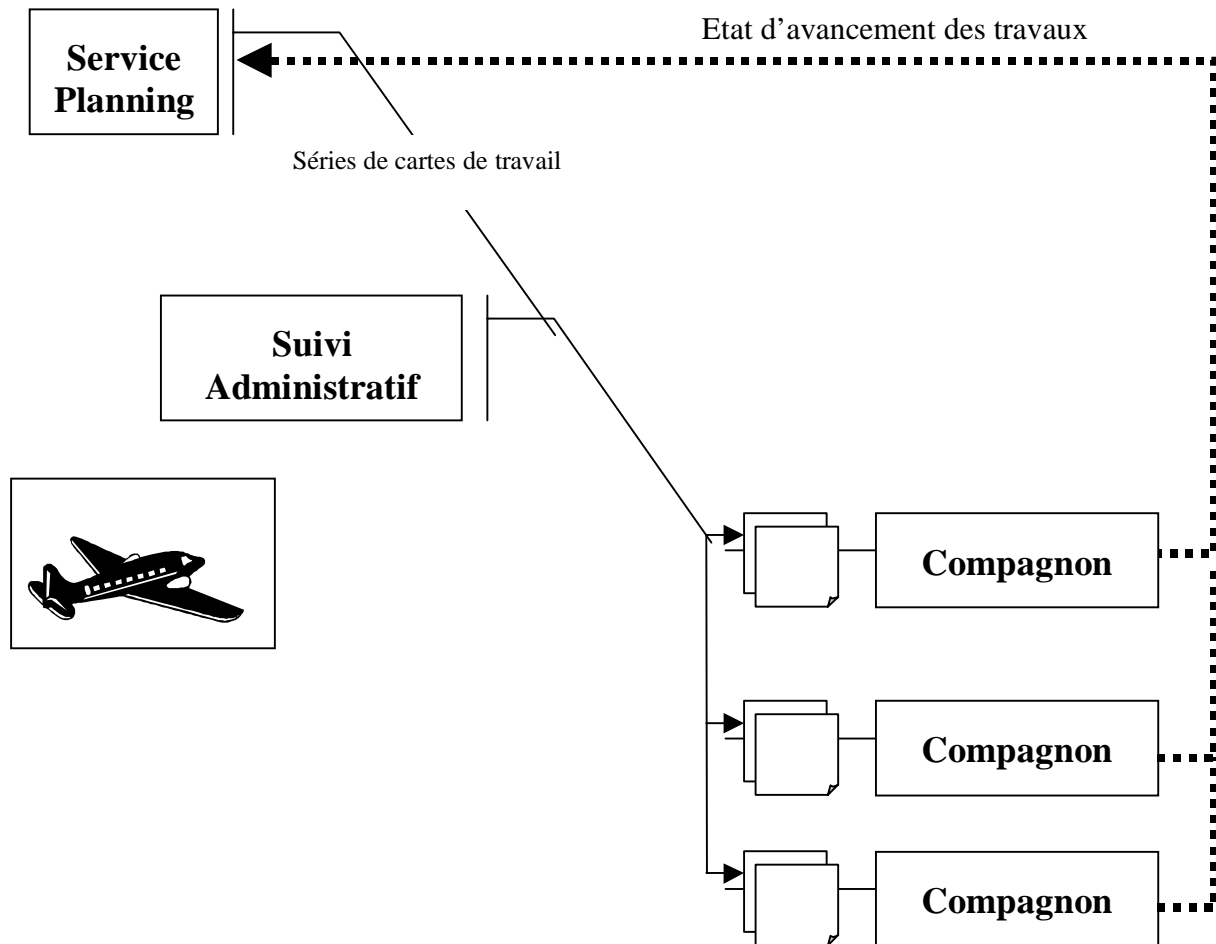


Figure 3 : le rôle de l'encadrement administratif de proximité dans le suivi d'avancement des travaux.

On note d'une part l'itération directe entre compagnons et planification et d'autre part, la non formalisation de la prise en compte du contexte avion. Par exemple, on observe que les tâches de préparation de proximité (bureau technique local, poste de « préparateur ») disparaissent au profit de structures plus centralisées (ex : bureau d'ingénierie maison, constructeur ou externe).

La disparition de l'encadrement technique de proximité au profit d'un renforcement de la gestion administrative du chantier est liée d'une part à la volonté de meilleure maîtrise économique de l'ordonnancement des chantiers dans le contexte industriel actuel et d'autre part, à l'exigence réglementaire d'une formalisation de la traçabilité des interventions.

Cette évolution s'appuie sur l'utilisation des cartes de travail comme procédures définissant les conditions d'intervention sur l'avion ainsi que les ressources (temporelles, humaines et techniques) à prévoir.

Cette nouvelle organisation a plusieurs conséquences sur l'activité des opérateurs :

- En raison de l'organisation postée du travail, chacun possède une vue partielle du contexte courant concernant l'état de l'avion et des interventions en cours. La réalisation des tâches peut faire l'objet d'une recherche préalable d'informations sur les conditions d'exécution liées à la situation courante.
- Les tâches prescrites peuvent être en décalage avec le contexte avion, les opérateurs sont alors dans l'impossibilité de les réaliser (Cf. annexe 2 : le contexte d'intervention sur le détecteur de fumée en soute arrière, est modifié suivant l'avancement de l'intervention sur le système TCAS).
- Il n'y a pas d'interface directe entre opérateur(s) et planning ce qui ne permet pas de réactualisation de l'état d'avancement des travaux auprès du planning.

Ainsi, du point de vue de l'organisation du travail cela conduit à un décalage entre les deux processus suivants :

- un processus « formel » décrivant la planification des interventions,
- un processus « réel » lié aux contraintes effectives rencontrées sur le terrain.

La divergence entre ces processus et le manque d'interface pour les « synchroniser » met l'opérateur de première ligne en situation 1) d'intervenir dans des conditions différentes de celles prévues et 2) de devoir évaluer la pertinence du lancement des interventions prévues.

➤ *Les analyses proposées au chapitre 4 porteront sur les modes de régulation mis en œuvre par les opérateurs de première ligne et sur les difficultés rencontrées compte tenu des évolutions actuelles et à venir dans l'organisation des OE.*

3.2. LA PRÉPARATION DES INTERVENTIONS

La préparation des interventions se traduit par la rédaction des cartes de travail.

La rédaction des cartes de travail est sous la responsabilité de l'Organisme d'Entretien.

Les cartes de travail jouent un rôle central dans l'organisation de l'activité des opérateurs sur aéronef. Plusieurs fonctions peuvent leur être associées :

- Prescription des tâches à réaliser et des conditions afférentes (compétences mobilisées, système visé, contexte avion requis, ...), au regard des recommandations constructeur regroupées dans le document « Aircraft Maintenance Manual » (AMM dans la suite de notre document).
- Aide au travail en termes de mode opératoire à réaliser, de schémas et de références d'équipements... . En ce sens, les cartes sont pour l'opérateur, le point d'entrée pour se constituer une aide au travail qui lui rappelle les actions qu'il a à réaliser, les informations dont il doit tenir compte et les ressources qu'il doit se procurer.
- Support de traçabilité permettant de suivre le déroulement des interventions et les personnes impliquées. Au moment du recueil des cartes de travail de la journée, une vérification des signatures de chaque tâche (trigrammes) est effectuée.

- Précédemment et notamment pour les organismes d'entretien bénéficiant d'une expérience d'exploitation, les cartes de travail étaient conçues et rédigées par le bureau technique, également chargé du suivi de dossier de maintenance des avions. Les cartes de travail correspondaient ainsi à une prescription de maintenance en lien avec la connaissance des conditions effectives d'exploitation. En ce qui concerne la fonction d'aide au travail, le contenu des informations était issu des bases de données propres à l'organisme et constituait en cela des aides au travail sur mesure pour l'opérateur.
- Aujourd'hui, du fait de l'externalisation des prestations de maintenance, les cartes de travail sont conçues en fonction du programme de maintenance de l'avion spécifié dans le cahier des charges du client. En amont du chantier elles sont émises par l'autorité de planification et documentées techniquement en fonction des références des tâches AMM identifiées dans le marché. Selon son besoin, l'opérateur doit aller consulter ou imprimer lui-même le détail des modes opératoires contenus dans les tâches. Par ailleurs, les cartes peuvent être rédigées sous un format différent propre au type d'avion, au constructeur et/ou à l'exploitant. Dans tous les cas, une page de garde spécifique à l'OE est éditée, comportant de façon récurrente les informations concernant le nombre et la spécialité des opérateurs concernés, la durée prévue de réalisation, les références et la description AMM de la tâche correspondante, ainsi qu'une zone dédiée à la traçabilité. L'annexe 3 présente un exemple de carte de travail, avec une structure type de la page de garde et les documents AMM qui peuvent y être associés. L'annexe 4 illustre l'utilisation en l'état des informations constructeurs.

Le recours à l'exploitation directe de la documentation constructeur représente plusieurs avantages pour les services en amont des ateliers :

- Une diminution du coût de préparation des interventions du fait de l'économie de conception et de réalisation d'une documentation spécifique.
 - Une « garantie » d'exhaustivité et de véracité des informations techniques.
 - L'utilisation du système documentaire du constructeur (gestion des versions, production de supports, outils de navigation...).
- *Nous présentons au chapitre 4 certaines difficultés liées à utilisation des supports de travail (cartes de travail et documentation constructeur) et nous exposons les différents modes de régulation mis en œuvre par les opérateurs pour dépasser ces difficultés.*

3.3. LE CONTRÔLE

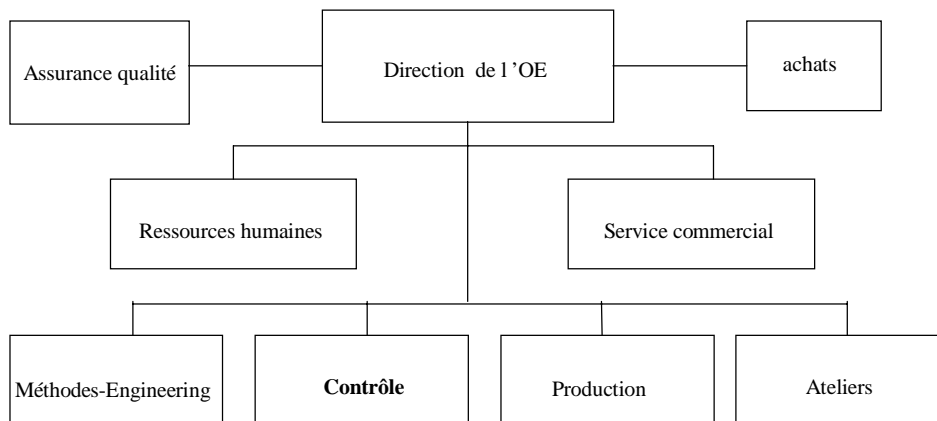
Le contrôle est l'ensemble du processus d'encadrement et de traçage de l'activité de maintenance qui vise à garantir la fiabilité finale des systèmes. La sortie du processus est la délivrance du document d'Approbation Pour la Remise en Service de l'avion (APRS), qui garantit le niveau de navigabilité requis de l'avion.

Ce processus est sous la responsabilité de contrôleurs habilités. Ceux-ci vérifient et visent la réalisation du travail selon les besoins de l'avion mentionnés dans le Manuel d'Entretien

(ME), les procédures constructrices requises dans l'AMM et les conditions de réalisation du travail régies par la réglementation édictée par l'Autorité de Tutelle.

Suivant les OE, le service « contrôle » est rattaché ou non au service « production² ».

- Traditionnellement, le contrôle est positionné hors du service de production :

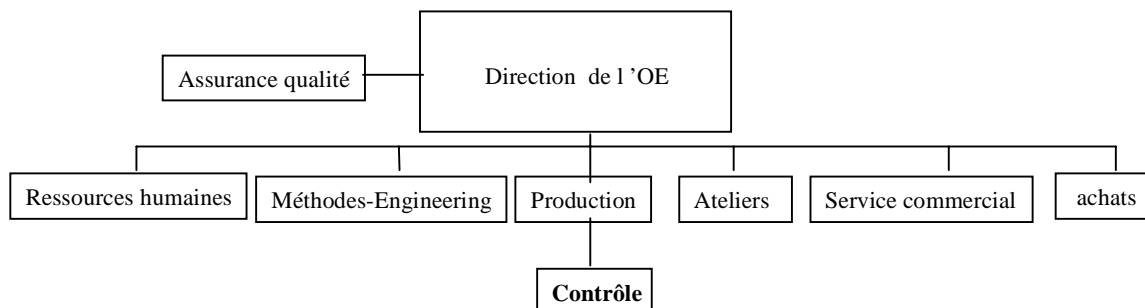


Organigramme simplifiée d'un OE (contrôle et production séparés)

Figure 4 : exemple de positionnement du contrôle hors du service de production.

Dans ce cas, l'externalisation du contrôle par rapport à la production permet aux contrôleurs d'être « indépendants » par rapport aux exigences et aux contraintes du service de production.

- La tendance actuelle est à l'intégration des contrôleurs (appelés alors inspecteurs) dans le service production, comme cela est représenté dans le schéma ci-après. Cependant, d'un point de vue fonctionnel, les procédures de contrôle qui sont appliquées sont issues du plan qualité propre à l'OE et conforme à la nouvelle réglementation.



Organigramme simplifiée d'un OE (contrôle sous la production)

Figure 5 : exemple de rattachement du contrôle au service de production.

Dans ces situations, les entretiens auprès des contrôleurs ont soulevé la question de l'autonomie du contrôle par rapport au service production :

- Pour la production, l'un des objectifs de haut niveau est de livrer l'avion à temps,

² Suivant les OE, le service qui gère les chantiers s'appellent production métiers, entretien...

- Pour le contrôle, il s’agit de garantir que les interventions ainsi que les résultats des interventions permettent l’aptitude au vol de l’aéronef.

Ces deux objectifs peuvent être contradictoires. La tendance à l’intégration progressive du contrôle dans la production pourrait induire le risque de privilégier l’objectif de maîtrise des coûts au détriment de l’objectif de sécurité.

➤ *Nous présentons au chapitre 4 la notion d’auto-contrôle (c’est à dire le premier niveau de contrôle des interventions par les opérateurs de première ligne eux-mêmes) et nous examinons plus spécifiquement les conditions de mise en œuvre de ce processus dans le cas des interventions sur les systèmes de nouvelle génération.*

3.4. LA TRAÇABILITÉ

La traçabilité participe, comme nous l’avons vu, du processus de contrôle des interventions. Cette fonction est supportée par les cartes de travail et dépend donc directement des conditions de réalisation des tâches (cf. annexe 5).

La finalité première de la traçabilité est de pouvoir répondre aux questions « qui a fait quoi ? » et « qu’est-ce qui a été effectivement fait ? », afin de finaliser le dossier de visite et délivrer l’APRS (cf. annexe 4).

Dans les cas où des tâches ne sont pas signées ou bien les signatures ne sont pas conformes, l’information est remontée au contrôle.

Les exigences de signatures peuvent être différentes selon les tâches, selon le type de travail à réaliser ou la criticité du système sur lequel a porté l’intervention :

- Dans le cas le plus simple, seule la signature du compagnon qui réalise l’intervention est exigée (T_a dans le tableau).
- Pour les tâches devant faire intervenir deux compagnons, la co-signature de la carte ou d’une partie de la carte peut être exigée (T_b).
- Le visa de certaines tâches peut être dévolue uniquement au contrôle (T_c).
- Enfin pour d’autres tâches, compagnons et contrôleurs sont responsables en commun des tâches à réaliser (T_d).

Tâches	compagnon	compagnon	contrôleur
T _a	oui	non	non
T _b	oui	oui	non
T _c	oui	non	oui
T _d	non	non	oui

Figure 6 : tableau des exigences de traçabilité par type de tâche .

Les évolutions observées à cette étape ne sont pas homogènes sur l'ensemble des OE visités. Ces évolutions concernent le passage d'un mode de traçabilité papier-crayon à un mode de traçabilité électronique directement à partir de la carte de travail : chaque compagnon « ouvre » et « ferme » sa carte au moyen de l'enregistrement d'un code barre qui l'identifie comme l'exécutant d'une tâche donnée.

Différents systèmes sont mis en place et on peut noter la variabilité de leur utilisation effective.

Une première utilisation de ce nouveau mode de traçabilité réside dans la gestion en temps réel de la disponibilité des ressources humaines et techniques. Une seconde utilisation induite se fait jour au travers de la rationalisation du calcul des temps et donc des coûts d'intervention par type de tâche. Ces résultats étant utilisés pour l'établissement des devis aux clients extérieurs.

- *Une partie des analyses proposées au chapitre 4 aborde les difficultés engendrées aussi bien par le format que par le contenu des cartes de travail « traditionnelles ». De même que pour le contrôle, les analyses proposées concernent la traçabilité des interventions sur les systèmes de Nouvelles Technologies.*

4. LES ANALYSES : L'OPÉRATEUR DE PREMIÈRE LIGNE COMME AGENT DE RÉGULATION

Les évolutions globales de l'organisation du processus de maintenance présentées au chapitre précédent, sont ici analysées du point de vue spécifique des **régulations et des prises de décision** qui se révèlent nécessaires pour adapter la tâche prescrite aux conditions effectives d'intervention sur les chantiers. L'analyse met en évidence **l'augmentation et la concentration des processus de régulation sur l'opérateur de 1^{ère} ligne.**

En effet, en impactant la dynamique interne du processus de maintenance (son organisation), les transformations extérieures (Nouvelles Technologies, pressions économiques et évolutions réglementaires), transforment le contenu et les conditions de réalisation des interventions des opérateurs de première ligne. Cette hypothèse est illustrée par le schéma suivant :

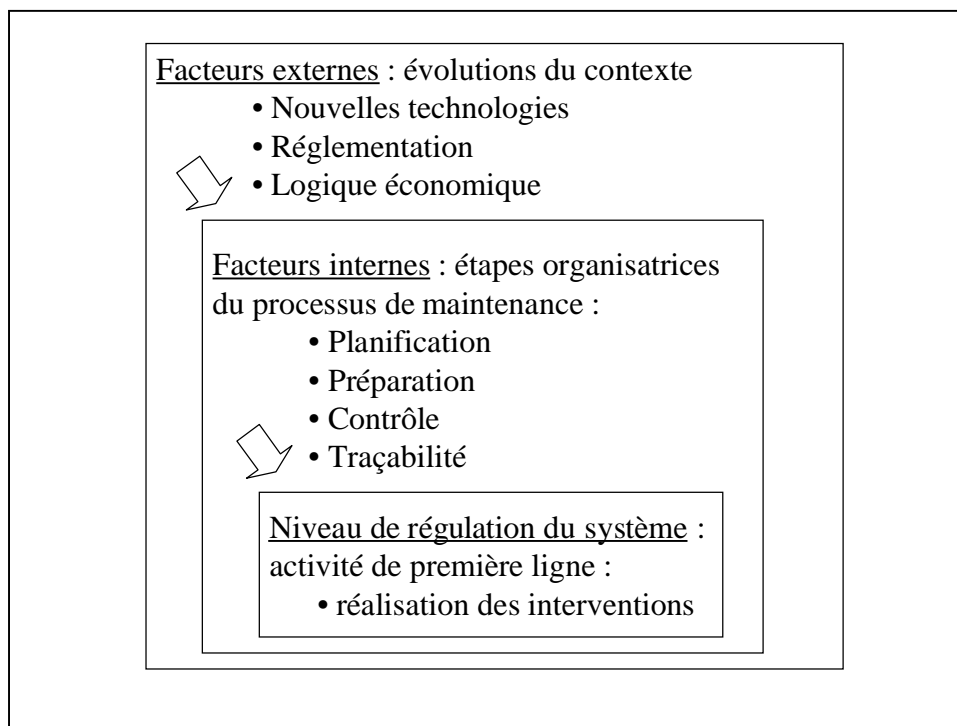


Figure 7 : l'influence conjuguée des évolutions externes et internes sur la réalisation des interventions de maintenance.

Les mécanismes d'optimisation qui permettent de tenir les contraintes industrielles sont cependant fragiles³. Ces mécanismes s'appuient sur les compétences des opérateurs de première ligne et jusqu'à ce jour, sur la possibilité de recourir à une expertise technique de proximité pour valider les choix effectués ou pour mobiliser un niveau supérieur de responsabilité.

Notons que l'appui technique sur les personnels de l'encadrement de proximité est encore possible tant que cet encadrement est issu de la production, mais reste limité compte tenu des charges et exigences administratives qui lui incombent.

Outre le risque de « saturation » de l'encadrement de proximité dans la phase actuelle de transition, on peut supposer certains risques liés au constat selon lequel les modes de régulation sont localisés sur les opérateurs de première ligne.

Ces risques sont à considérer à différents niveaux, selon le type de difficultés qu'ils permettent de contourner. Les paragraphes suivants présentent et discutent différents types de difficultés observées :

- celles liées à l'utilisation et la gestion des cartes de travail traditionnelles,
- celles liées à l'utilisation de la documentation constructeurs,

³ Des résultats similaires sont observés dans d'autres domaines. Pour le nucléaire, on se reportera par exemple à l'exposé de M. Bourrier paru dans le numéro de mai-juin 1998 de la revue Performances Humaines et Techniques : *Le pouvoir sur les règles : la gestion des procédures de maintenance dans l'industrie nucléaire.*

- celles, plus spécifiques, liées à la maintenance des équipements intégrant des Nouvelles Technologies.

4.1. LES DIFFICULTÉS LIÉES À L'UTILISATION ET LA GESTION DES CARTES DE TRAVAIL

Dans le cadre de son activité quotidienne, l'opérateur de première ligne est amené à adapter les modalités et les conditions de réalisation de la tâche à l'état du système (contexte avion) et de son environnement (disponibilité de systèmes connexes, accès aux commandes...).

Cette activité de régulation des opérateurs de première ligne est fondamentale et la plupart du temps transparente pour l'encadrement. Elle est réalisée à partir d'une évaluation de la pertinence des actions décrites dans la carte de travail et des modes opératoires requis par la documentation. Par exemple, l'application stricte des procédures AMM peut entraîner des pertes de temps liées à la mise en place des conditions prescrites d'intervention ou la réalisation d'actions inutiles dans le contexte d'intervention programmée.

Du fait de ce décalage, l'opérateur de 1^{ère} ligne est soumis aux exigences suivantes :

1. La réorganisation des tâches en temps réel à partir des ressources disponibles et de la représentation de la situation en cours de l'aéronef.

Dans ces situations, plusieurs décalages apparaissent entre la traçabilité sur les cartes de travail et la situation réelle que ce soit au niveau de la chronologie des événements ou de l'identification des personnes.

2. La gestion des tâches implicite du fait du nombre important de sous-tâches AMM induites pour une tâche.

Il s'agit pour l'opérateur d'évaluer la pertinence de suivre effectivement les séquences d'actions requises dans la documentation, compte tenu d'une part du temps et des ressources alloués par la planification à la réalisation de la tâche principale et d'autre part des connaissances que l'opérateur estime avoir de la tâche et donc de la nécessité qu'il évalue de recourir à une carte de travail détaillée.

Du point de vue de l'organisation de la traçabilité à partir des cartes de travail, le système de renvoi de tâche en tâche pose la question de savoir si la signature d'une tâche implique sa réalisation et/ou le respect des modes opératoires inclus dans les renvois. Dans l'exemple donné en annexe 3, les opérateurs et l'OE sont-ils engagés sur le respect des 17 tâches incluses ?

3. La mise en « attente » de cartes de travail interrompues du fait de l'inadéquation du contexte avion.

On assiste alors à un stock « tampon » de cartes de travail en attente de réalisation dans les ateliers, sans remontée systématique d'information au service de planification.

Ce procédé accentue le décalage de représentation de l'état de l'avion entre la planification qui continue à dérouler son programme et l'atelier qui est confronté à l'état réel de l'aéronef. La question est ici de savoir si l'opérateur est en position de retranscrire sur la carte de travail (ou de faire remonter) toutes les situations particulières rencontrées et donc les interventions réellement effectuées.

4. L'obtention des signatures correspondant au contexte de travail réel.

Nous rapportons ici deux exemples de difficultés :

- Le premier exemple est tiré du suivi d'un compagnon et son élève dans la réalisation d'une tâche de tests des gouvernes. Pour réaliser cette tâche, la procédure veut que le premier opérateur soit dans le cockpit. Il a en charge de manipuler les commandes. Sous les ailes, le second opérateur vérifie visuellement la réponse des volets lors de l'action sur les commandes du premier opérateur. Cette tâche est à réaliser 2 fois pour les volets droits et 2 fois pour les volets gauches. Pour cela, l'AMM demande que ce travail soit réalisé par deux compagnons de même compétence, avec rotation des rôles (commandes des gouvernes / vérification visuelle) entre les deux opérateurs. Sur la carte de travail cela est identifié par les tableaux des signatures (4 signatures sont demandées). En fait, le compagnon sera celui qui manipule les commandes pour les volets droits et gauches. L'élève fera, lui, la vérification visuelle. Deux niveaux d'ajustement sont effectués par le compagnon, l'un en terme de non conformité des compétences (un élève / un compagnon), l'autre en terme de non réitération dans la rotation entre les deux opérateurs. Le compagnon sait que l'intervention n'est pas conforme à l'AMM, il justifie son choix d'une part en considérant que son élève est apte à vérifier si les volets bougent. A la question « comment allez vous signer cette carte ? » la réponse est la suivante : « je cherche un collègue ayant les compétences demandées par la carte. Il me connaît, il signera ».
- Le second exemple illustre la récupération par le contrôleur d'une carte signée de façon non conforme. Le planning fournit au contrôleur une carte de travail, rendue 48 heures avant mais signée de façon incorrecte. L'intervention consiste à vérifier visuellement l'absence de trace d'usures et de non contact dans les circuits électriques se situant sous le plancher du cockpit. La carte comporte plusieurs tâches, dont certaines sont sous la responsabilité du compagnon (cas T_a du tableau des signatures, chapitre 3.4), tandis que d'autres doivent être réalisées et signées conjointement compagnon / contrôleur (cas T_c). L'intervention a été faite, la signature du compagnon en est la preuve administrative, mais l'intervention n'est pas signée par le contrôleur. Le contrôleur qui récupère la carte cherche le compagnon. Il suppose que celui-ci ne s'est pas rendu compte qu'une partie de la carte est à mener conjointement. Le compagnon n'est plus sur le chantier, il s'agit d'un intérimaire et aucun élément n'est fourni au contrôleur, notamment en terme de compétences. Le contrôleur sait qu'une partie des vérifications peut se faire à partir de la soute électronique⁴. Il prend la responsabilité de ne vérifier que la partie accessible par la soute. Il signe la carte de travail dès cette vérification visuelle réalisée.

L'évolution réglementaire du processus de contrôle dans les OE, déplace les structures et des moyens auparavant orientés vers la maîtrise technique du processus, vers sa maîtrise

⁴ Pour être conforme à l'AMM il faut démonter le plancher de façon à accéder visuellement aux parties concernées. Le démontage/remontage du plancher du cockpit prend 7h. Ce démontage est très lourd de conséquence car cela bloque l'accès au cockpit, empêchant toute activité dans le cockpit.

administrative au travers notamment de la mise en place d'indicateurs administratifs de la performance.

Du point de vue de l'opérateur de première ligne, le processus de contrôle reste avant tout basé sur l'autocontrôle : le compagnon vérifie que le travail qu'il a réalisé est en adéquation avec l'objectif de haut niveau qui est l'aptitude au vol de l'aéronef. Ce processus intra-individuel est indépendant du processus administratif et s'appuie sur les compétences et le professionnalisme acquis des opérateurs de première ligne.

- *En résumé, les écarts mis à jour par les difficultés d'utilisation et de gestion des cartes de travail, posent la question de l'efficacité des différents critères administratifs qui jalonnent les phases du processus de maintenance, depuis la planification et jusqu'à la mesure de la performance des interventions.*

4.2. LES DIFFICULTÉS LIÉES À L'UTILISATION DE LA DOCUMENTATION CONSTRUCTEUR

La situation actuelle fait apparaître les difficultés liées au décalage entre le contenu et la structuration de la documentation constructeur d'une part et les besoins en exploitation de l'opérateur de maintenance de 1^{ère} ligne.

Les paragraphes suivants décrivent les classes de difficultés observées en lien avec l'utilisation brute de la documentation constructeur :

1. Les difficultés de prise en compte du contexte avion.

La documentation constructeur est organisée par zone et par système. La description d'une intervention s'appuie sur les caractéristiques du système (éléments le composant, principe de fonctionnement...) et de la zone à partir d'un contexte avion donné (avion sur roues, alimentation électrique et hydraulique en service...).

La réalité de l'avion lors des visites programmées est différente : l'avion est en partie démonté, sur vérin, certains systèmes déconnectés, sans énergie ni puissance...

La réalisation d'une intervention nécessite le plus souvent une adaptation des consignes décrites dans la procédure AMM en terme de modifications, d'ajout ou de suppression de séquences d'action (cf. exemple de carte de travail en annexe 3).

2. Les difficultés d'accès à l'information

La qualité principale de la documentation AMM est son exhaustivité. Celle-ci décrit chaque type d'intervention sur l'ensemble des systèmes de l'avion. Son organisation est basée sur un ensemble de renvois entre tâches permettant de les imbriquer les unes dans les autres (cf. exemple de carte de travail en annexe 3).

Cette organisation de la documentation, si elle permet à un bureau d'étude d'avoir accès à l'ensemble de l'information technique, est peu fonctionnelle pour un opérateur en atelier.

Pratiquement celui-ci bénéficie de l'ensemble des moyens en terme de système documentaire pour accéder à une information AMM. Cependant, dans les faits, cela se

heurte à des effets de volume tels que 1) une carte de travail peut renvoyer à plusieurs centaines de tâches AMM (845 pour un exemple identifié par un OE), 2) une tâche AMM mise en référence dans une autre peut représenter près d'une centaine de pages d'instructions (75 pages pour un exemple observé sur site).

Un tel foisonnement de données et de documents rend difficile une démarche systématique de recherche et de consultation de la part de l'opérateur. Une conséquence est que celui-ci, en fonction de ses compétences, décidera ou non d'aller chercher une information complémentaire lors de la réalisation d'une intervention. Or, le processus de validation de navigabilité est entre autres basé sur le critère de garantie du respect de l'ensemble des procédures prescrites.

3. Les difficultés d'intégration dans l'organisation du travail

Les cartes de travail des principaux constructeurs d'avion sont en anglais technique ce qui pose des problèmes de compréhension pour les actions non routinières.

Les tâches décrites dans l'AMM sont structurées dans une logique système. Elles décrivent la marche à suivre en cohérence avec une logique technique associée à un contexte avion précis.

La réalisation d'une intervention, si elle dépend de cette logique technique, doit prendre en compte aussi l'organisation du travail. La page de garde spécifique à l'OE en annexe 1 donne un exemple de cette prise en compte (spécialités, outillage, délai de réalisation, effectif...).

Cependant, l'économie de préparation que représente le recours aux tâches brutes décrites dans le document AMM, crée des décalages entre les ressources identifiées lors du lancement de la carte et les tâches prescrites. Les tâches AMM diffusées telles qu'elles aux opérateurs intègrent des actions lourdes qui peuvent ne pas avoir été identifiées par l'autorité de planification qui s'est fiée à l'objectif global de la tâche.

4. Les difficultés de mise à jour de la documentation

La qualité de l'information technique fournie par le constructeur n'est pas absolue. Au-delà de la structuration de cette documentation (cf. plus haut) se pose le problème du format de cette information pour être utilisable en situation de maintenance par les opérateurs. Notamment, les OE sont confrontés au problème récurrent de l'exactitude de l'information. Deux exemples permettent d'illustrer des dysfonctionnements et les régulations qui peuvent être associées à la fonction d'aide au travail :

- L'intervention concerne un dysfonctionnement du circuit électrique (annexe 4) : les lumières des hublots dans la cabine sont hors service. Le compagnon va rechercher dans la documentation sur microfilm le schéma électrique. Ce schéma est illisible sur la partie intéressant le compagnon. L'opérateur imprime le schéma électrique d'un autre avion partant du principe que le circuit est identique. Cela n'est pas le cas. Il fait une mise en adéquation entre les deux schémas pour pouvoir poursuivre son intervention.
- L'intervention concerne la modification du système TCAS (annexe 2) : l'équipe est retardée à deux moments en raison d'erreurs sur le schéma constructeur et sur

la procédure de test. L'impact économique est sensible (4 heures pour 3 personnes + le risque de ne pas livrer l'avion à temps)

- Concernant plus particulièrement les interconnexions de systèmes, l'exemple cité en annexe 2 met en évidence les nombreuses imprécisions sur l'affectation des entrées-sorties, sur les plans de câblages etc... .

Ces erreurs sont courantes sur les supports documentaires avec lesquels les compagnons travaillent. Ce qui pose la question de la confiance dans les aides au travail des opérateurs de première ligne.

- *En résumé, nous retiendrons le passage d'une documentation de type « sur mesure » à une documentation de type « prêt à porter ». Cette évolution induit, pour l'opérateur de première ligne, une activité d'ajustement entre d'une part la logique de conception, véhiculée par la documentation AMM et qui sert de support à la préparation des cartes de travail et d'autre part la logique d'utilisation, qui préside à l'activité réellement mise en œuvre.*

4.3. LES DIFFICULTÉS LIÉES À L'INTRODUCTION DES NOUVELLES TECHNOLOGIES

La complexification des fonctions intégrées au pilotage (GPWS, TCAS...) nécessite l'utilisation d'environnements de test très contrôlés. L'intégration des fonctions bord créé par ailleurs des interconnexions nombreuses entre les systèmes et implique pour la maintenance, de mettre en œuvre des configurations de tests complexes, c'est-à-dire intégrant plusieurs systèmes pour l'évaluation de chaque fonction.

Les Organismes d'Entretiens n'interviennent pas en maintenance sur les systèmes eux-mêmes mais pratiquent de plus en plus de remplacements de ces systèmes. La densification et l'opacité accrue des boîtiers électroniques n'offrent que très peu de visibilité sur leur fonctionnement interne et les interventions sur ces systèmes ne sont accessibles qu'au moyen de procédures de test constructeur sur lesquelles les opérateurs de première ligne ne disposent là aussi que de peu de visibilité.

Nous avons identifié deux catégories d'impacts :

1. Des systèmes de tests de plus en plus opaques

Après remontage, les procédures prévoient l'utilisation d'auto-tests programmés dans le système. Les difficultés rencontrées pour la réalisation de l'intervention citée en annexe 2, mettent en évidence l'accès de plus en plus critique à une compréhension fine des conditions et des modes de fonctionnement de ces systèmes de test.

Le manque de compréhension des étapes du test et des paramètres testés ne permet pas d'aller au-delà du retour « test OK » affiché par le système lui-même. Le manque de compréhension des paramètres importants (en terme d'environnement de test ou d'état de sous-systèmes adjacents mais impliqués dans le déroulement du test) pour la validation d'un système ne permet pas aux opérateurs de s'adapter aux situations particulières.

La multiplication des situations de tests entraîne des difficultés de mise en place voire des impossibilités pour répondre aux exigences de situations contradictoires. L'absence de possibilité de paramétrer ces tests pour les adapter au contexte d'une visite programmée renforce ce doute : l'auto-test peut-être valide bien que le système soit en partie déconnecté. La multiplication des logiques de test issues de constructeurs différents, renforce le doute de la validité de ces tests pré-formatés.

2. Des systèmes testés de plus en plus complexes et imbriqués

Nous prenons comme exemple une tâche AMM de décontamination de rack calculateur. Cette tâche « routinière » met particulièrement en évidence les conditions particulières d'intervention des opérateurs sur des systèmes intégrés. Dans ces conditions, cette tâche est relativement récente du point de vue des modes opératoires que doit réaliser l'opérateur.

La tâche consiste en la décontamination des compartiments avionique et du poste de pilotage (tâche AMM 12-21-13-100-001). Cette tâche regroupe les déposes/nettoyage/reposes/tests des différents calculateurs et équipements localisés dans la soute avionique et le cockpit.

Le nombre de tâches Maintenance Practices intervenant dans cette tâche est de 845 et concerne 13 systèmes regroupés sous les 13 ATA suivants :

<i>Air conditioning</i>	<i>Flight controls</i>	<i>Navigation</i>
<i>Auto flight</i>	<i>Fuel</i>	<i>Pneumatic</i>
<i>Communication</i>	<i>Indicating/recording system</i>	<i>Engine fuel and control</i>
<i>Electrical power</i>	<i>Landing gear</i>	<i>Engine indicating</i>
<i>Fire protection</i>		

La plupart de ces systèmes sont interconnectés et de ce fait, le nombre de configurations de test à mettre en œuvre est de 39 pour réaliser au total 232 tests. Pour cela, les séquences de montage et de test nécessitent de suivre une chronologie très précise.

Dans cette situation, les courriers de l'OE aux constructeurs de l'avion font état des nombreuses difficultés techniques et d'organisation pour mener à bien le déroulement de la tâche, ces difficultés pouvant être organisables autour de deux concepts :

- La redondance.

Du fait du nombre de tâches induites à l'intérieur d'une tâche AMM, de nombreuses actions sont dupliquées un grand nombre de fois comme par exemple les ouvertures et fermetures de zones, les mises en configuration de systèmes, etc...Cet accroissement important des actions à décrire, conduit dans tous les cas à des problèmes de traçabilité effective et très souvent à des difficultés d'évaluation par le planning, de la charge réelle de travail à prévoir sur la tâche pour la préparation.

- L'interférence.

Il s'agit de l'incohérence entre des actions demandées et/ou entre les configurations courantes des sous systèmes. Les conflits entre actions sont la conséquence des difficultés pour la préparation, de décrire rigoureusement la chronologie des actions telles que par exemple fermer une zone d'accès pour clore la tâche sur un ATA et rouvrir la zone d'accès pour les besoins d'une autre tâche. Les conflits de configurations entre sous systèmes : dans la tâche AMM servant d'exemple, la position de disjoncteurs assurant la fermeture de circuits électriques constitue un véritable casse-tête pour les opérateurs alternant les ouvertures pour assurer leur sécurité et celle des matériels manipulés et les fermetures pour réaliser les tests intermédiaires de fonctionnement.

Du point de vue des opérateurs de première ligne, ces systèmes apparaissent comme des « boîtes noires » dont ils ne maîtrisent, ni visualisent les principes de fonctionnements internes. Ils sont alors aveugles face à la validité de la réponse qu'ils obtiennent via les tests et donc sur la garantie finale du fonctionnement nominal du système.

- ***En résumé, la question fondamentale, concernant la validité des tests pré-formatés sur les équipements de nouvelle génération, porte sur les conditions d'évaluation de l'aptitude au vol suite à une action de maintenance. Par un processus d'auto-contrôle (« make sure that »), l'opérateur de première ligne participe à l'engagement de l'OE dans la restauration de cette aptitude. Cependant, le contenu et la qualité du test sur lequel repose l'évaluation de l'aptitude au vol sont aujourd'hui de la responsabilité de l'équipementier. L'OE est en position d'utilisateur du test et de vérification de la conformité de la réponse. L'opérateur de première ligne perd la possibilité de valider le fonctionnement interne du système et de pouvoir croiser les modes de vérification.***

5. LES RECOMMANDATIONS

Nous examinons ici trois niveaux de recommandations portant sur :

- le passage d'une documentation de conception à une documentation d'exploitation,
- le format des cartes de travail organisant l'activité des opérateurs de première ligne,
- la préparation des interventions prenant en compte la transversalité des systèmes.

5.1. D'UNE DOCUMENTATION DE CONCEPTION À UNE DOCUMENTATION D'EXPLOITATION :

Le support documentaire (essentiellement sous forme des cartes de travail) est un support important de l'activité de maintenance.

Plusieurs décalages se sont révélés entre les fonctions initiales de cette documentation et les conditions effectives de sa mise en œuvre dans les ateliers :

- Le format de présentation : l'analyse sur site a montré les multiples fonctions remplies par les cartes de travail. Elles servent non seulement de support à l'action mais aussi de suivi de planning et de support de traçabilité (qui a fait quoi) et d'archivage légal. Le format actuel « en ligne » s'avère inadapté à l'organisation temporelle du travail, au transfert de tâche entre équipes, aux interruptions d'intervention (nettoyage, mise en place de moyens techniques...). Ce format a une vocation entièrement descriptive et n'est pas pensé comme une aide au travail pour les utilisateurs : les opérateurs de maintenance.
 - L'organisation de l'information : du fait de la complexité et de l'interconnexion des équipements techniques, la documentation est basée sur un découpage calqué sur celui des équipements : les ATA (Aircraft Transport Association) et un système de renvois entre tâche intra-système. Le nombre de renvois associé à une tâche élémentaire rend impossible la consultation systématique des tâches induites. L'opérateur de 1^{ère} ligne est donc amené, en fonction de la maîtrise qu'il pense avoir de la tâche, à décider s'il a recours ou non à la documentation AMM.
 - Le format de l'information : la généralisation de l'anglais pose des problèmes de compréhension à certains opérateurs pour des tâches spécifiques. Les contrôleurs servent le plus souvent de recours en situation de mauvaise compréhension.
- *Dans ce contexte, le maintien de mécanismes de régulation fiables pour les interventions passe d'une part par une meilleure organisation de la diffusion des informations techniques entre constructeurs et OE et d'autre part, par une répartition en amont de la préparation des interventions entre le constructeur et l'exploitant, de façon à ce que l'organisme d'entretien soit en mesure d'exploiter un formalisme de cartes de travail qui intègre le découpage temporel des interventions et les contextes réels dans lesquels elles sont réalisées.*

5.2. LE FORMAT DES CARTES DE TRAVAIL ORGANISANT L'ACTIVITÉ DES OPÉRATEURS DE PREMIÈRE LIGNE

L'activité de maintenance se caractérise par un flux documentaire important sous forme de cartes de travail. Celles-ci servent d'abord de liens entre la planification et les ateliers puis par la suite, de transfert d'information entre les différents acteurs intervenant sur l'avion : la succession des équipes, les différentes spécialités, les opérateurs et l'encadrement, les opérateurs et le contrôle.

Les difficultés observées sur site concernant l'utilisation de ces cartes sont largement issues d'un décalage entre les multiples fonctions de ces cartes de travail et le format papier de celles-ci.

Les cartes de travail ont trois fonctions s'appuyant sur des flux différents :

1. La planification et le suivi de réalisation des actions de maintenance :

La carte de travail sert de signal de déclenchement d'une activité quand elle quitte la planification pour l'atelier. Une fois dans l'atelier, elle voyage entre les différents opérateurs concernés par la réalisation et le suivi des interventions. Ce support se prête alors mal aux interruptions de tâches dues aux actions de nettoyage (jamais décrites dans les cartes de travail), aux problèmes d'approvisionnement ou à la rotation des équipes d'opérateurs. Les cartes de travail restent alors sur les pupitres des postes de travail, collées sur des éléments en maintenance...

2. La traçabilité des actions réalisées :

La carte de travail (1^{ère} page de celle-ci) constitue le support légal permettant de certifier la réalisation du programme de maintenance et l'identification des opérateurs ayant réalisé les interventions (pour vérification de la qualification et des habilitations nécessaires). Cette fonction nécessite une garantie de récupération des cartes de travail avec l'ensemble des informations nécessaires notamment concernant les personnes ayant effectivement été impliquées.

3. La présentation d'un mode opératoire et de l'information technique afférente :

La carte de travail sert d'aide au travail aux opérateurs en présentant un descriptif des actions à entreprendre et l'information technique concernant les systèmes concernés. Cette fonction nécessite pour l'opérateur d'amener la carte de travail au plus près de ses lieux d'intervention et de la conserver auprès de lui. D'autre part, cette information est présentée sous forme de textes souvent assez long pouvant poser des problèmes de lisibilité (l'annexe 6 présente en vis à vis une carte de travail issue de l'AMM et la retranscription effectuée en atelier par des opérateurs afin d'en faciliter l'utilisation et d'en améliorer la qualité).

Les flux liés à ces trois fonctions sont très souvent en conflit du fait du support papier unique.

La prise en compte des conditions effectives d'utilisation de ce support d'information conduit à permettre de découpler les informations ayant des flux différents au cours du cycle de vie de la carte de travail.

Ce découpage à deux avantages majeurs :

⇒ Adapter le format de chaque format à sa fonction.

⇒ Limiter les déplacements des modes opératoires et permettre aux opérateurs de les conserver à proximité des zones de maintenance.

A titre d'exemple, le format suivant permettrait d'atteindre cet objectif :

Format de cartes de travail

<p>NOI 100001 Ema 12 02 00 12 02 00</p>	<p>ASB FRANCE ANOCC Droit de Maintenance</p>
<p>IL</p>	<p>ESSAI DEBATEMENT AILERONS</p>
<p>B 737 111 GBYK -115 1240</p>	<p>HYD</p>
<p>FLIGHT CONTROL A ON OFF B ON OFF</p>	<p>Aile droite Position Pilote Vérifier le sens des commandes Vérifier les mouvements des ailerons</p>
<p>Actions Bord Volant de trim aileron</p>	<p>Relevés Sol</p>
<p>Neutre Horaire Anti-Horaire</p>	<p>Neutre Horaire Anti-Horaire</p>
<p>Volant de trim aileron</p>	<p>Relevés Sol</p>
<p>Aide à l'intervention</p>	<p>Relevés Sol</p>
<p>Références administratives</p>	<p>Relevés Sol</p>
<p>Type de visite et type d'avion Objectifs de l'intervention</p>	<p>Relevés Sol</p>
<p>Configuration des commandes</p>	<p>Relevés Sol</p>
<p>Procédure d'intervention</p>	<p>Relevés Sol</p>
<p>Aide à l'intervention</p>	<p>Relevés Sol</p>
<p>Coupon détachable pour le planning de fin de travaux</p>	<p>Reception des travaux DATE : NOM : C.L : MEC : VISA</p>
<p>Coupon détachable pour le planning de début de travaux</p>	<p>Mise en exploitation DATE : NOM : C.L : MEC : VISA</p>

Moyens nécessaires à l'intervention

Zone d'intervention au sol

Figure 8 : proposition de format pour une carte de travail opérationnelle.

5.3. LA PRÉPARATION DES INTERVENTIONS ET LA PRISE EN COMPTE DE LA TRANSVERSALITÉ DES SYSTÈMES

La structure d'une documentation technique issue de la conception d'un système est naturellement isomorphe à la structure du système et au découpage éventuel en sous-systèmes. Cette organisation de l'information vise à l'exhaustivité du contenu technique.

La structure d'une documentation orientée vers l'action doit prendre en compte l'interconnexion des systèmes au sein d'un ensemble unique : les éléments structurants sont ceux transversaux à chacun des systèmes composant le tout. A ce titre, l'exemple de la décontamination du rack supportant une partie de 13 systèmes différents est significatif des problèmes rencontrés lors des interventions sur des systèmes interconnectés et apparaît symptomatique de la divergence qu'il existe entre la représentation d'un système du point de vue du concepteur et celle caractérisant le point de vue de l'exploitant :

- La première est structurée autour des fonctions de l'avion et de chaque chaîne de traitement de l'information (les ATA). La description fonctionnelle, les interactions et les classes d'interventions prévues et décrites pour chaque fonction sont structurées intra-système. Dans cette optique, le rack commun est pris en compte comme résultant de la somme des systèmes qu'il supporte. Les interventions sur celui-ci sont organisées en juxtaposant des modes opératoires issus de chaque sous-ensemble (en résultent les problèmes de redondances et d'interférences).
- La seconde considère le rack comme un équipement à part entière, nécessitant une information et des modes opératoires spécifiques en lien avec la complexité des interventions sur l'ensemble des calculateurs supportés et interconnectés.

La convergence de ces deux représentations pourrait être envisagée à plusieurs niveaux avec pour chaque cas des contraintes lourdes et spécifiques :

1. Pour le constructeur de l'aéronef fournissant la documentation d'exploitation :

Mettre en place dès ce niveau, une information « transversale » correspondant à des modes opératoires d'entretien (exemple : prendre en compte le fait que la décontamination d'un équipement ne dépend pas de la logique de chacun des systèmes qu'il supporte), nécessiterait de la part du constructeur un changement de logique complet et une forte augmentation du nombre de tâches à intégrer dans sa documentation.

2. Pour l'OE utilisant cette documentation pour préparer de telles interventions :

L'adaptation de l'information constructeur aux programmes de maintenance particuliers a été une solution par le passé (annexe 6). Plusieurs aspects sont venus s'opposer à cette solution :

- La rationalisation des coûts et le raccourcissement des lignes fonctionnelles (préparateur et bureau d'étude) et hiérarchiques (encadrement technique de proximité).

- La complexité croissante des interactions entre les systèmes et le manque de moyens pour adapter (voire rectifier) la documentation (test essais-erreurs ou remontée vers le constructeur du manque d'information).

Dans ce cadre actuel, les conséquences pour l'opérateur de première ligne sont d'une part la diminution de la fiabilité des informations contenues dans la documentation technique et d'autre part l'obligation de « tester » in situ ces informations.

6. CONCLUSIONS

Ce retour d'expérience sur les activités de maintenance aéronautique dans les organismes d'entretien a été mené dans le cadre restrictif de la maintenance programmée : petites et grandes visites des moyens et gros porteurs. La maintenance en piste, en bloc ou la maintenance des équipements n'ont pas été prises en compte.

Ce travail a pu se dérouler grâce à la participation de cinq organismes français, sans toutefois, pouvoir s'appuyer pour diverses raisons, sur l'accès nécessaire d'observations sur sites et d'entretiens d'opérateurs de première ligne.

Enfin, de part l'historique du projet, ce travail a pu bénéficier de l'intervalle de temps nécessaire pour appréhender les évolutions qui se dessinent pour les OE, sans toutefois permettre d'être témoin de l'aboutissement final de ces évolutions.

Compte tenu de ces remarques, et des résultats obtenus, deux axes d'investigation complémentaires nous sembleraient utiles à mener :

1. Elargir le champ de validité des résultats en tenant compte :

- D'autres situations de maintenance aéronautique. En effet, on peut penser que l'organisation et la réalisation des interventions par exemple sur piste, relèvent d'une autre logique tant du point de vue de la préparation des interventions, que de l'utilisation de la documentation ou encore des types de systèmes maintenus.
- De l'origine culturelle des organismes de maintenance. En effet, ce travail a été mené avec la seule participation d'organismes issus d'une culture d'anciens exploitants. On peut penser que le référentiel métier observé notamment dans le processus d'auto-contrôle, pourrait être d'une amplitude moindre pour des organismes issus d'une culture strictement industrielle. On pense notamment ici aux exigences que recouvre la notion de navigabilité

2. Valider la pérennité des modes de régulation observés, compte tenu que :

- Dans le contexte global d'évolution des équipements à maintenir, on observe la nécessité d'une spécialisation accrue des compagnons intervenant sur ces systèmes. Au fur et à mesure des besoins d'intervention, des équipes EIR⁵ sont formées, tandis que parallèlement, pour répondre aux évolutions de la réglementation (JAR 66) et à la logique économique, l'organisation met en place et exploite la polyvalence des compagnons sur les chantiers.

⁵ EIR : Electronique, Instruments de bord, Radio

- Ce présent travail met en évidence l'importance des compétences techniques comme base essentielle supportant les modes de régulation. On peut penser que d'une part, la perte à venir des compétences actuelles (aussi bien des compagnons de première ligne que des opérateurs assurant aujourd'hui les fonctions d'encadrement de proximité) et d'autre part, l'introduction massive de compétences acquises et validées sur de nouveaux modes et mise en œuvre selon de nouvelles exigences, peut mettre en péril ou en tout cas modifier l'équilibre aujourd'hui observé. Une étude longitudinale à moyen terme, des impacts de l'application des nouvelles dispositions réglementaires (essentiellement les JAR 66 et 145) permettrait de réajuster les résultats actuels.

7. LISTE DES FIGURES

figure 1 : schéma directeur de l'étude,7

Figure 2 : le rôle de l'encadrement technique de proximité dans le recalage du planning.,9

Figure 3 : le rôle de l'encadrement administratif de proximité dans le suivi d'avancement des travaux.,10

Figure 4 : exemple de positionnement du contrôle hors du service de production.,13

Figure 5 : exemple de rattachement du contrôle au service de production.,14

Figure 6 : tableau des exigences de traçabilité par type de tâche,15

Figure 7 : l'influence conjuguée des évolutions externes et internes sur le réalisation des interventions de maintenance.,16

Figure 8 : proposition de format pour une carte de travail opérationnelle.,28