

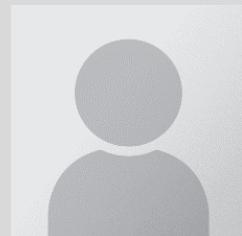
Activité MRO¹, enjeux financiers M&A² pour l'aéronautique



Gérard Chevalier
Expert stratégie - ENS -
Docteur d'état
gerard.chevalier@cybel.fr



Michel Barrière
École Polytechnique -
SupAéro, Institut Auguste
Comte - Ingénieur Général de
l'Armement



Roger Lalanne
Agrégé de physique -
Spécialiste systèmes de
formation à la maintenance
aéronautique

Résumé

Le management en flux tendu des chaînes de valeur MRO permet, grâce au KM (Knowledge Management) généralisé, d'agir à la fois sur les coûts d'interventions de maintenance, de différencier les services en différenciation retardée, en agissant sur la qualité perçue des clients donc en augmentant les prix pratiqués et en généralisant la distribution en ligne des bases de connaissances éducatives MRO en flux tendus, le e-connaissances s'utilisent au moment de l'action.

Entre baisse des cout et augmentation du chiffre d'affaires le cercle vertueux de la création de valeur se déclenchera au cours des prochaines années sous l'égide de la dualité civil/militaire des connaissances partagées (matériaux composites, mécatronique, électronique de puissance, ...) le secteur va aussi connaître de profondes opérations de M&A (Merges and Acquisition) nécessaire au moment de la reprise du trafic aérien et des simplifications de trajet issues du déploiement de l'ATM (Air Traffic Management), sous l'égide du projet européen SESAR (Single European Sky ATM Research) pilier technologique du SES (Single European Sky).

Mots-clefs : MRO

¹ Maintenance, Repair and Overhaul

² Merges and Acquisition

Introduction

La « MRO » - « Maintenance, Repair and Overhaul » est l'activité de maintenance, réparation et refonte des avions.

Les clients des compagnies aériennes sont peu informés de l'importance de la maintenance. C'est pourtant grâce aux soins constants apportés aux avions que ce mode de transport demeure le moins dangereux qui soit. Le ballet des employés, au sol, sur le tarmac des aéroports, ne donne qu'une toute petite idée de ce que cet effort d'entretien représente.

La MRO met en jeu plusieurs acteurs.

Les compagnies ont, outre la responsabilité du service aérien, celle de la maintenance et des réparations de leurs appareils.

Les constructeurs aéronautiques leur fournissent avec leurs produits un jeu complet d'informations et de méthodes de maintenance et de réparation desdits produits. Les deux principaux constructeurs aéronautiques rivaux, Boeing et Airbus, et les autres, soumettent leur production à un certain nombre de tests réguliers obligatoires baptisés habituellement A, B, C et D.

Maintenance de niveau A

Cette opération se fait environ tous les mois ou toutes les 500 heures de vol. Elle est effectuée généralement en une nuit dans une enceinte de l'aéroport. L'occurrence de ce type de maintenance varie selon le type d'aéronef, le nombre de cycles (1 décollage et 1 atterrissage), ou le nombre d'heures de vol depuis la dernière vérification.

Maintenance de niveau B

Cette opération se fait environ tous les 3 mois. Ce contrôle est aussi généralement effectué durant la nuit dans une enceinte de l'aéroport.

Maintenance de niveau C

Cette opération se fait environ tous les 12-18 mois ou pour un nombre précis d'heures de vol effectives tel que défini par le constructeur.

Cette vérification d'entretien met l'appareil hors service et exige beaucoup d'espace - le plus souvent dans un hangar de maintenance.

Maintenance de niveau D

Cette phase est également connue sous le nom de visite de maintenance lourde.

Elle s'effectue environ tous les 4-5 ans.

Elle nécessite plus de temps et d'espace que les autres types de maintenance et doit être exécutée dans un hangar de maintenance.

Elle dure au minimum deux semaines, parfois jusqu'à 2 ou 3 mois en fonction du type d'appareil, de son âge et du nombre d'heures de vol.

Les compagnies en profitent en général pour installer les dernières améliorations apportées par les constructeurs.

Les contrôles de catégorie D sont des contrôles lourds appelés « refontes » (overhaul). L'appareil est alors immobilisé au sol pour une longue période, au cours de laquelle tous ses composants sont inspectés et réparés si nécessaire. Une refonte de gros porteur comprend généralement l'exécution de quelque 10 à 15 000 tâches complexes, précises, et rigoureusement réglementées.

Les tests que les constructeurs imposent correspondent à un nombre donné d'heures de vol ou à une durée de vie estimée d'un appareil donné (celle des deux qui arrive en premier). La maintenance s'effectue selon un rythme déterminé par les constructeurs, de façon stricte. Les phases de maintenance proprement dite et de réparation varient selon les modèles ou les familles de modèles.

Les compagnies, pour assurer la maintenance et les réparations de leurs appareils, tiennent compte des consignes des constructeurs ainsi que des normes des organisations internationales, visant à améliorer la qualité de vol, augmenter la sécurité en vol et veiller à l'emploi correct des produits livrés aux utilisateurs qui obéissent eux-mêmes à des normes sévères.

La fonction de maintenance est assurée par des entreprises d'ingénierie en maintenance et réparations pouvant appartenir à la compagnie aérienne comme Lufthansa Technique et Air-France, ou bien constituer une société indépendante comme Fars Co. et GAMCO, entreprises chargées d'exécuter la maintenance périodique définie par les constructeurs.

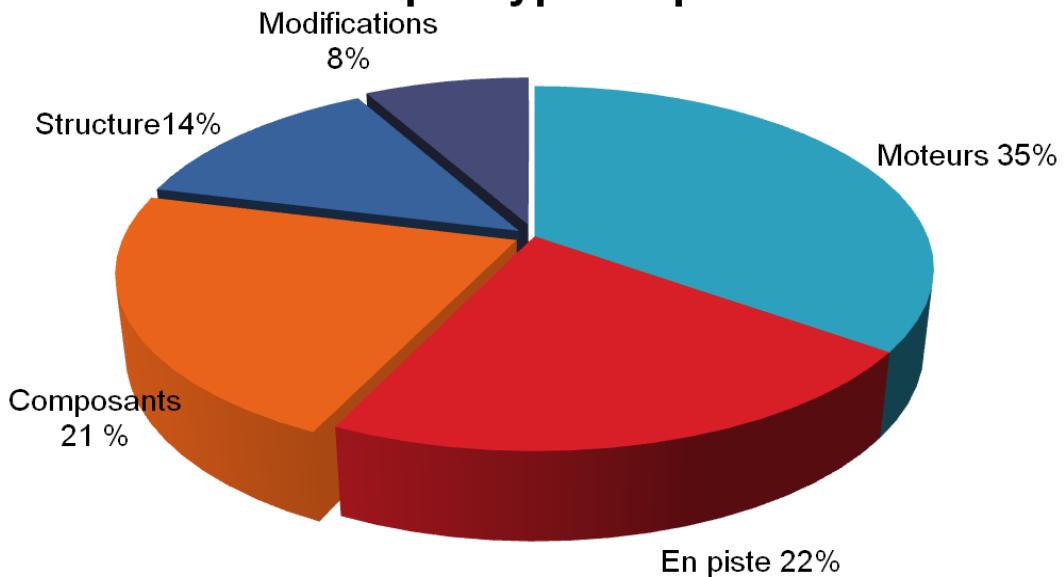
Les branches de la RMO

On distingue 5 types principaux d'activités de maintenance aéronautique ou branches :

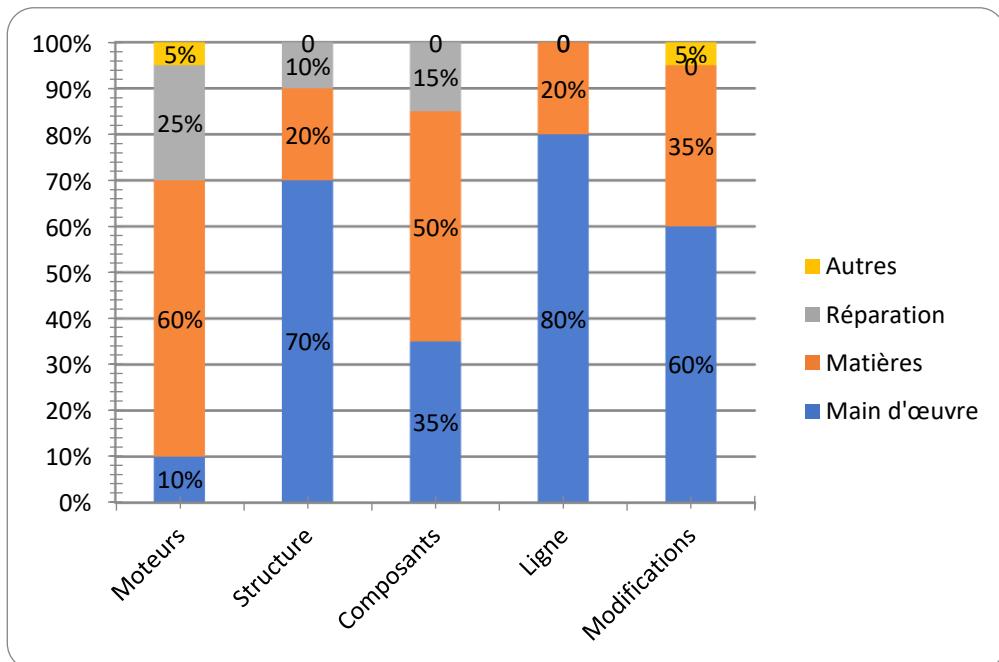
- Ligne (ou « maintenance en piste »)
- Structure principale
- Moteurs
- Composants / équipements
- Modifications

Ces branches diffèrent les unes des autres en fonction de l'importance relative de paramètres comme la main-d'œuvre, la réparation des composants, les matières, les pièces détachées, etc. Par exemple, la refonte moteurs, qui occupe la plus grosse part du marché MRO, dépend fortement du paramètre matières, tandis que la main-d'œuvre intervient peu. C'est exactement le contraire pour la maintenance de ligne : les matières ont une influence extrêmement faible, et la main-d'œuvre influe au maximum. (cf. tableau suivant).

Marché par type de prestation



Répartition des principaux coûts par segment d'activité MRO³



³ Source Cybel - MRO civile

La re-conception de la valeur

Le secteur des MRO va connaître un changement continu.

Il s'agit de répondre aux exigences des compagnies clientes

Leurs critères de choix

Ils sont connus :

- D'abord, la réduction des cycles avec le respect des délais ;
- puis
- La baisse des prix,
- L'étendue des services offerts,
- La qualité de ceux-ci,
- Et enfin le niveau de garantie assuré.

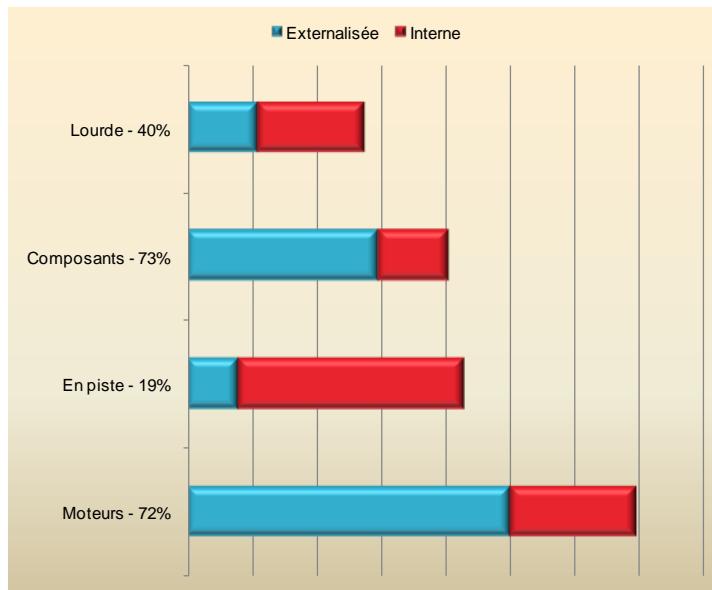
Les compagnies aériennes, confrontées à la hausse des coûts de carburant et à la baisse du taux de remplissage des avions, exercent une forte pression sur les prix, provoquant un regroupement des connaissances et des compétences.

Elles veulent des solutions intégrées, une meilleure gestion des flux de pièces et des stocks, et l'optimisation des ordonnancements.

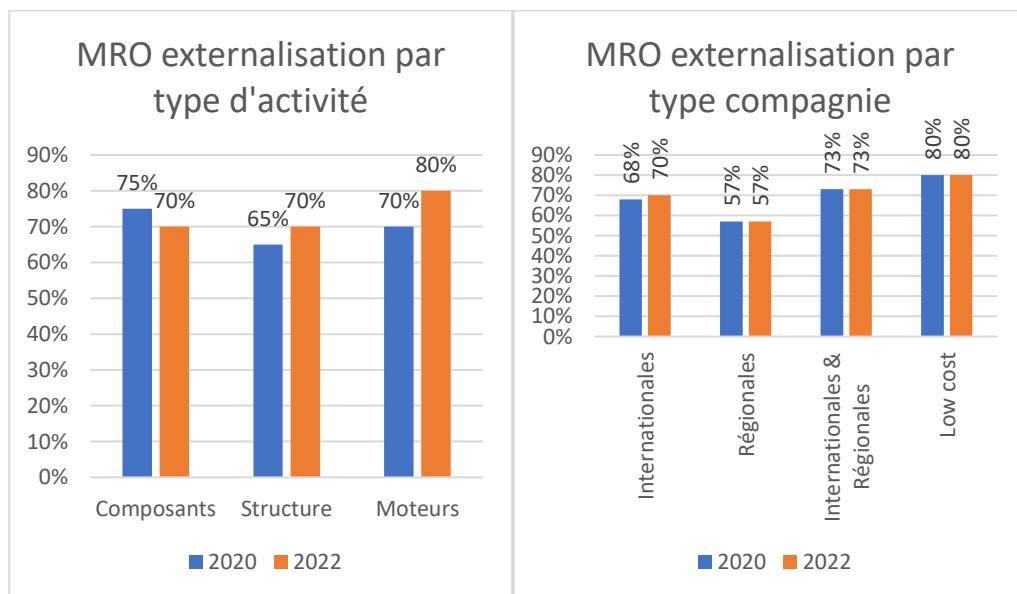
Pour ce faire, elles vont faire pression sur leurs prestataires externalisés.

La tendance pour 2015 / 2020 est à l'accroissement des budgets MRO partout, avec un taux d'externalisation stabilisé à un niveau élevé, contribuant au financement du besoin en fonds de roulement et nécessitant un pilotage d'entreprise étendue (ERP...).

A cet égard, les compagnies aériennes semblent avoir stabilisé l'externalisation de leur activité MRO. Le degré d'externalisation de la part des compagnies aériennes est très contrasté en fonction des segments du marché MRO.



De façon générale, les compagnies aériennes semblent avoir freiné la dé-intégration de leur CdV MRO par l'externalisation (2/3) de leur MRO, devenue stable. Seules les compagnies internationales la poursuivent (vers ¾), rattrapant les low-costs (4/5).



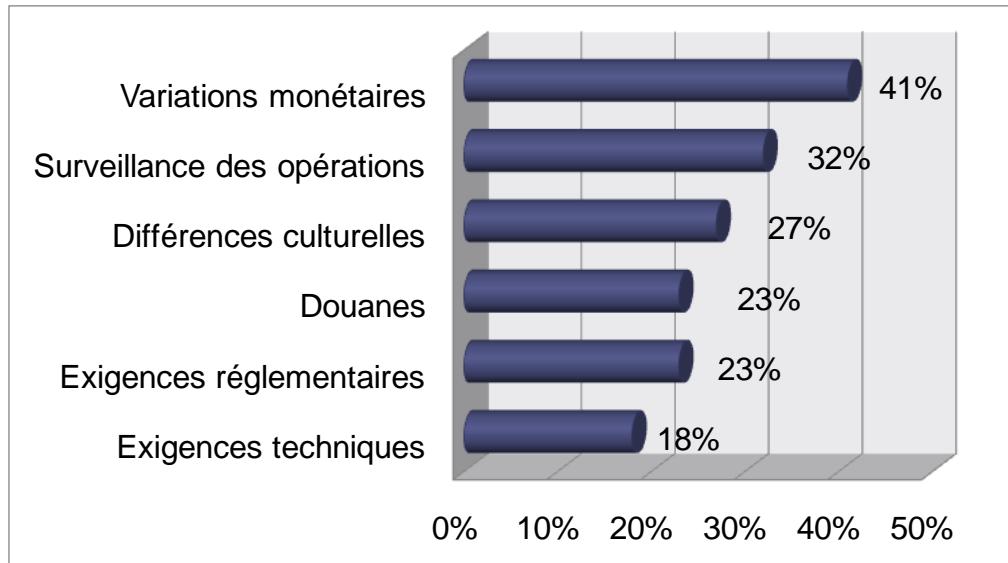
Source : CYBEL

Cette dé-intégration a permis de contribuer au besoin en fonds de roulement et donc à la concentration en cours des services. La difficulté rencontrée réside dans les variations monétaires et la surveillance des opérations les plus complexes, en assurant la qualité totale.

Le pilotage des opérations MRO externalisées soulève des difficultés. Le management des sous-traitants est un point critique, aggravé par la croissance constante des 'supply chains' MRO

mondiales, le développement de la co-conception et la complexité de la cinématique des configurations des avions.

Facteurs à maîtriser dans le pilotage des opérations de MRO externalisées



Expertise Cybel

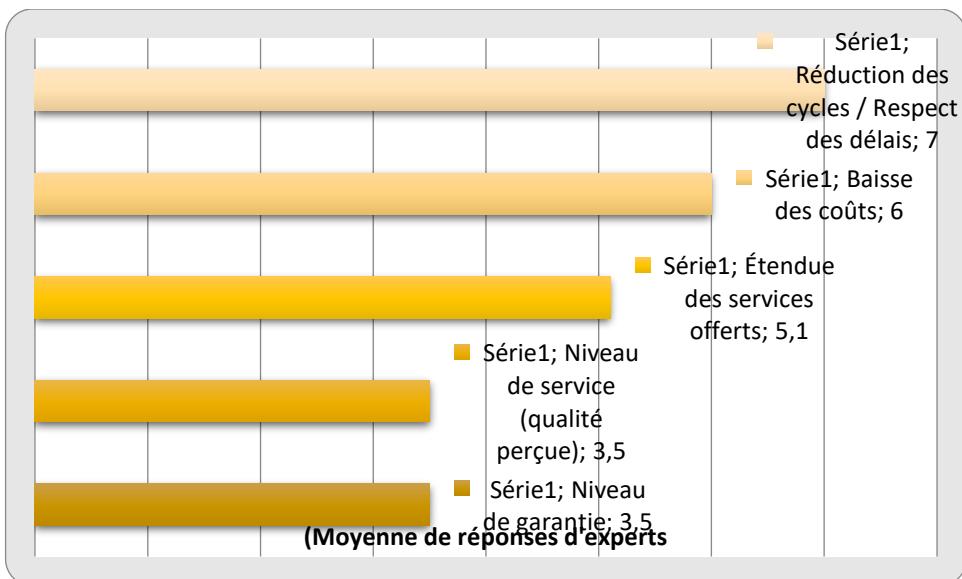
La demande des compagnies aériennes en services MRO continue donc d'évoluer :

- Du fait d'une demande croissante des compagnies pour des solutions intégrées parallèlement au développement d'une architecture modulaire.
- Notamment vis à vis d'une meilleure gestion des flux de pièces et de stocks en flux tendus de type JAT, avec généralisation des approches Management des Ressources planifiées [MRP] et d'optimisation des ordonnancements [meilleure approche des postes « goulots d'étranglement » des chaînes de valeur MRO].

Pour répondre aux exigences des compagnies, les fournisseurs de services MRO font évoluer leur modèle économique :

- Une demande croissante et globale des compagnies internationales et régionales.
- Des acquisitions pour atteindre une taille 'critique' pour faire jouer les effets d'expérience (supérieurs 25%).
- L'adoption croissante de méthodes *lean* pour satisfaire des exigences clients croissantes (généralisation des objectifs des 5 zéros : zéro stock, zéro délai, zéro papier, zéro défaut, zéro ennuis...) à la fois en ce qui concerne la conception (*lean-sigma*) et les opérations (*lean – operations management*).

Les 5 critères les plus importants pour le management en flux tendus des activités MRO à l'horizon 2015 / 2020 (hors qualité et sécurité) :



Expertise Cybel

AERONAUTICAL MAINTENANCE TRAINING PART-66

AeroGATES

C Y B E L



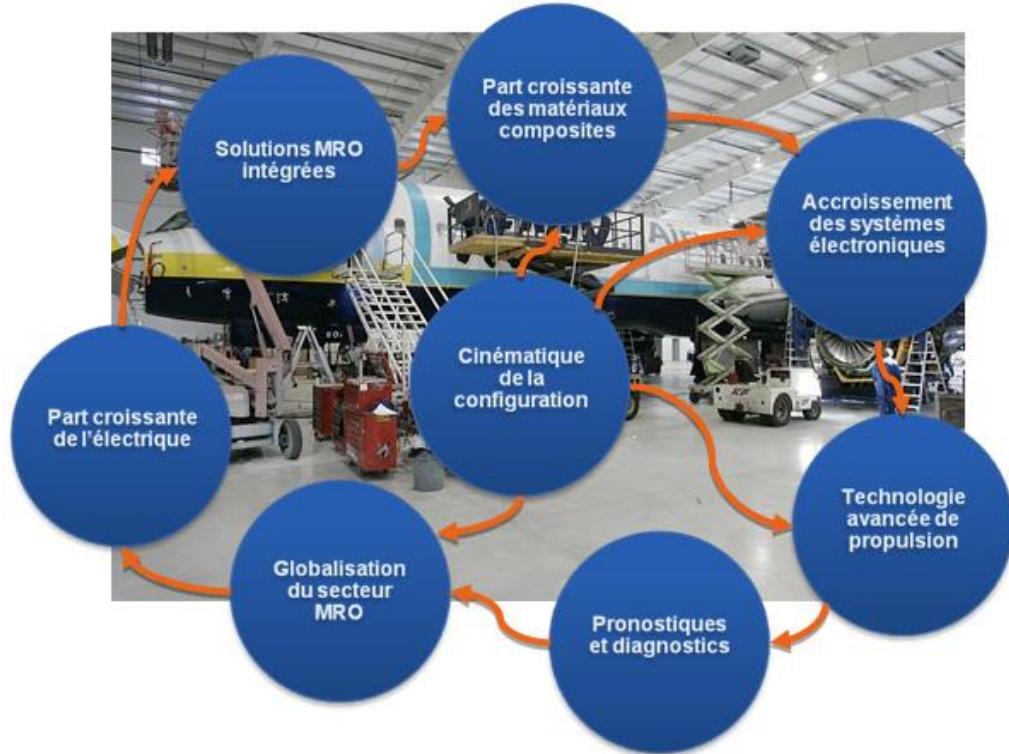
Il faut aussi prendre en compte la complexité croissante des systèmes avioniques.

La re-conception de la valeur des avions

Les constructeurs aéronautiques fournissent avec leur avion les méthodes de maintenance et de réparation, mais la complexification croissante des systèmes avioniques (électronique, matériaux ...), tant dans le civil que le militaire implique de plus en plus de compétences variées et pointues. La demande de personnels mieux formés est notamment très importante en Asie/Pacifique et au Moyen-Orient, compte-tenu des faibles ressources initiales.

Cette complexification va générer un besoin de mutualisation des connaissances techniques et de regroupement des moyens financiers, afin de développer un effet d'expérience de 20% (réduction coûts main d'œuvre, amélioration des process ...), c'est-à-dire une réduction des coûts complets de 20% à chaque doublement d'activité cumulée.

De façon générale, la construction aéronautique va être guidée par les 8 facteurs de changement « technologiques » suivants :



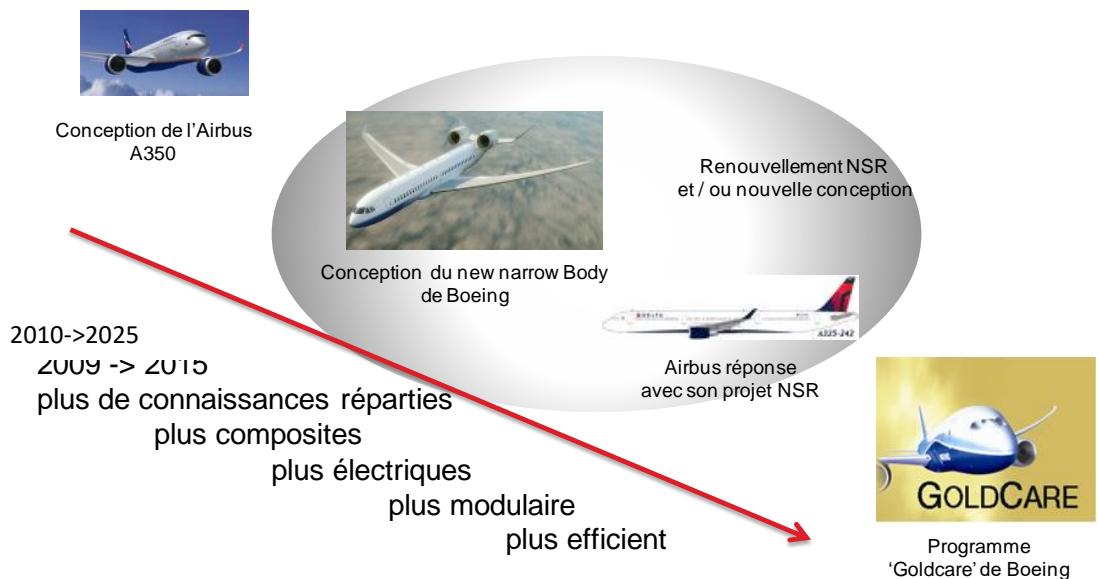
Ces 8 tendances vont inévitablement modifier :

- Les investissements dans les compétences (plus composites, plus électriques / électroniques, nouvelles motorisations)
- La disponibilité des connaissances (il faut favoriser le Juste-à-Temps)
- Les investissements matériels (équipements nécessaires pour les nouveaux avions)

... et favoriser le rapprochement des capacités financières de compagnie aérienne avec des organismes de MRO afin de constituer des Hubs MRO, notamment car le coût d'accès à ces nouvelles technologies (plus électriques, plus numériques et plus composites) et à la maintenance associée demande un fort effet d'expérience.

Prochains jalons pouvant accélérer la reconfiguration du secteur : les projets de remplacement de l'Airbus A320 ou du Boeing 737

Prochains jalons accélérant la reconfiguration du secteur
et nécessitant des compétences différentes et des organisations adaptées



Ceci induira à terme des changements techniques et technologiques importants (part croissante des composites, du numérique et de l'électrique), impactant nécessairement les activités de maintenance futures.

A2 CATEGORY
PISTON AEROPLANE
MULTI-CHOICE QUESTIONS

FOR EVALUATION

CYBEL

A2 Cat. Multi-choice Questions for Evalu...

Cours >

A3 CATEGORY
TURBINE HELICOPTER
PART-66 COURSEWARE

CYBEL

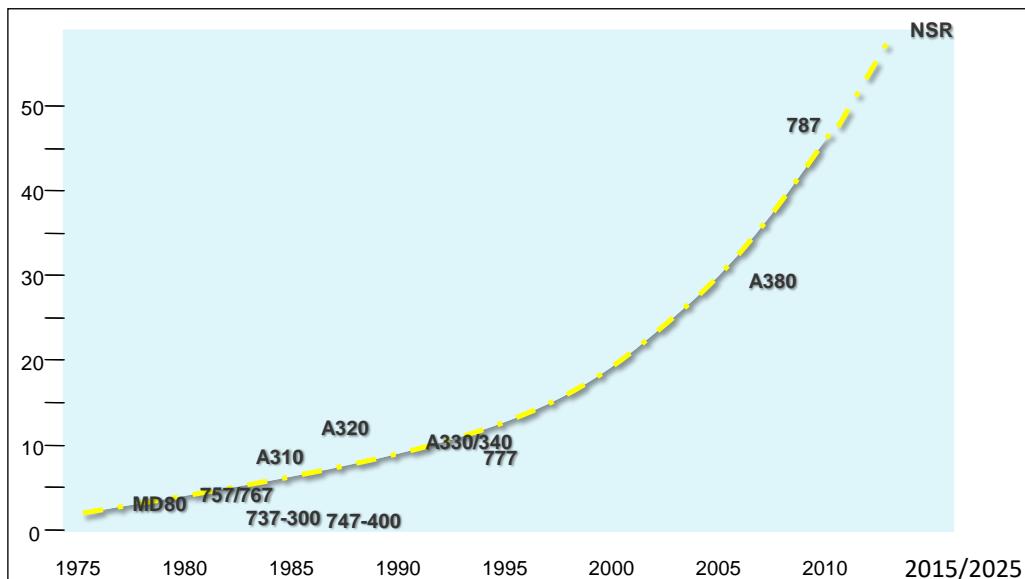
A3 Cat. Courseware: Turbine Helicopter (...)

Cours >

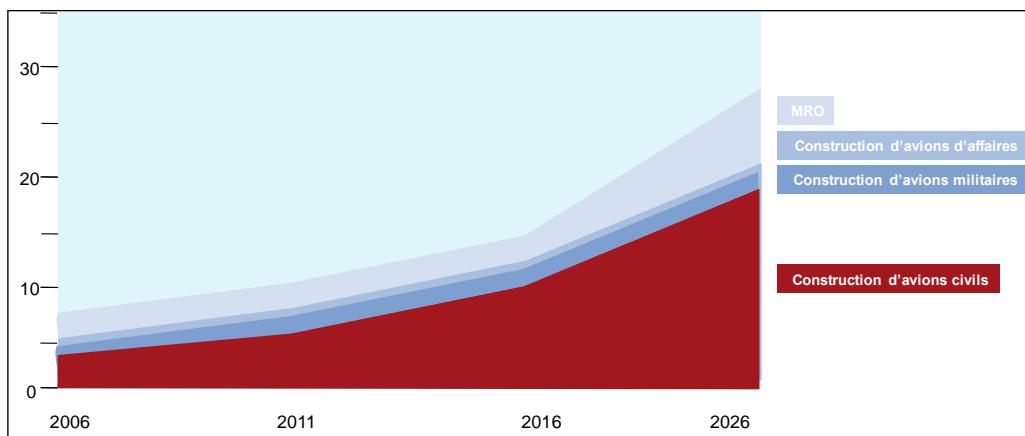
Source : Cours sur les MRO part-66 (CYBEL : <https://part-66.cybel.fr>)

La maintenance du tout composite

Forte croissance de la part du poids de pièces de structure réalisées en composites, induisant un très fort besoin en nouvelles compétences NSR : part des matériaux composites supérieure à 50% - horizon 2015 / 2020).



La demande en matériaux composites triple en 20 ans et double à 2025, dans les 3 segments de marché



La maintenance du tout électrique

Les systèmes électroniques doublent leur part dans la valeur ajoutée, ce qui résulte de la tendance à 'l'avion tout électrique', ce qui multiplie les opérations de maintenance qui y sont attachées, exemples !



Freins électromécaniques



Déclencheurs électroniques



Postes de pilotage avancés



Grands démarreurs-générateurs



Équipements électroniques de loisir sophistiqués



Pressurisation électronique de cabine

+ Climatisation



CYBEL
E-Learning Matériaux
Composites et Métalliques
Caractéristiques, Comportement
et Mise en Œuvre

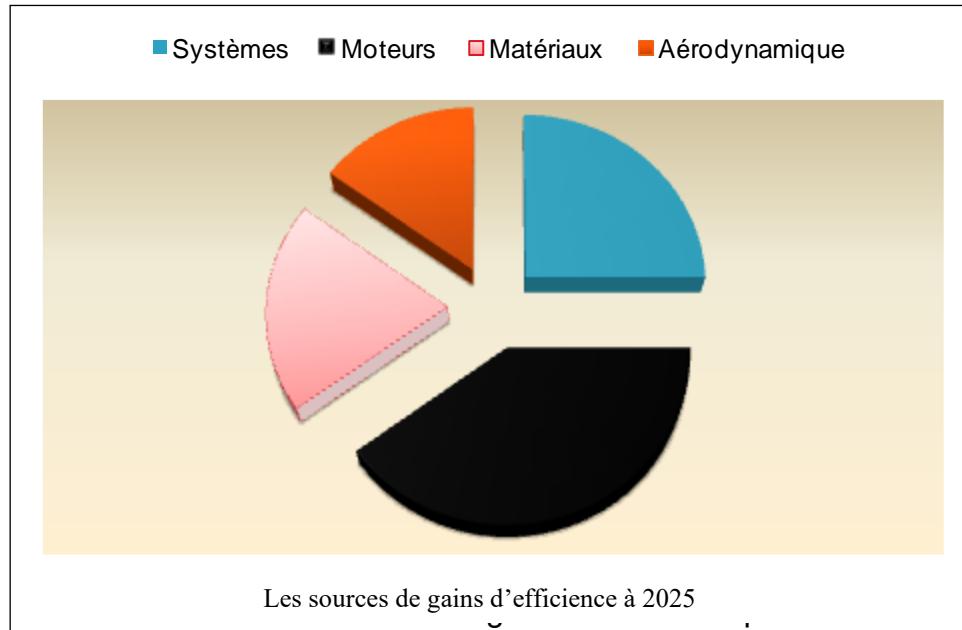
Source : Cours sur les Matériaux Composite et Métalliques
(CYBEL : <https://materiaux.cybel.fr>)

La maintenance des nouveaux moteurs

Technologies avancées de propulsion

De nouvelles générations de moteurs sont développées générant une efficience accrue :

- Plus faible consommation de d'énergies
- Réduction du bruit et des émissions
- Coûts de maintenance moins élevés
- Fiabilité accrue
- Maturité plus rapide



La maintenance prédictive et améliorative double.

- Pronostics avancés et systèmes de supervision de la santé des moteurs
- Outils avancés de management de la prévision et de gestion de la supply chain
- Systèmes de management amélioratif du cycle de vie du produit et cinématique de la configuration correspondante

Les exigences des compagnies et la complexité croissante des avions ont plusieurs conséquences.

Un besoin de plus en plus grand de connaissances multidisciplinaires variées et pointues.

La tendance des acteurs du MRO est donc de chercher à proposer des « packages », complets et innovants, de services aux compagnies. Ces packages nécessitent une grande envergure pour leur mise au point, leur pédagogie, et la « supply chain » correspondante.

- Ce marché fragmenté s'inscrit dans le contexte général de manque chronique de compétences, d'autant que la complexification croissante des systèmes avioniques - électronique et matériaux composites - demandera de plus en plus de compétences variées et pointues (JAR 55 requirements⁴).
- Le développement croissant de ce type d'activité dans l'Asie / Pacifique induit une demande encore plus importante de personnels mieux formés, compte-tenu des ressources faibles existant au départ.
- La pression sur les coûts que connaissent les compagnies aériennes (carburant, puis taux de remplissage suite à la crise débutée en 2008) les amènent elles-mêmes à exercer une très forte pression sur les coûts des activités MRO, en y accroissant l'effet d'expérience grâce au regroupement de connaissances et de compétences (gains de 1/5).
- La tendance des acteurs est donc de chercher à proposer des 'packages' complets et innovants de services aux compagnies ; ces packages nécessitent une forte envergure pour leur mise au point, leur pédagogie et la supply chain correspondante ; la consolidation du secteur y est liée. D'autant plus dans l'hypothèse d'un rapprochement entre le civil et le militaire, qui induirait un doublement de l'activité, accompagné d'économies d'échelle de l'ordre de 20%.

La mise à disposition dans les ateliers MRO d'équipements plus performants

Des équipements plus performants, mieux amortis, au service de nouvelles technologies, plus numériques, plus composites, plus « vertes » aussi.

En définitive, un besoin de renforcement des hauts de bilan (immobilisations corporelles et incorporelles croissantes)

Ces tendances impliquent une forte modification des investissements immatériels⁵ des compétences, plus électriques, plus composites, nouvelles motorisations, disponibilité des connaissances en JAT, accompagné de forts investissements pour monter les ateliers équipés nécessaires aux nouveaux avions.

Le renforcement des immobilisations corporelles et incorporelles multiplie les impasses de financement par les capitaux permanents insuffisants.

Il amène l'intervention des MNA⁶ conjointement à celle d'investisseurs (ex. : Dubaï Aerospace investit dans SR Technics, Standard Aero et Landmark pour créer un hub MRO au Moyen-Orient).

⁴ Compte-tenu des normes PART 145 (*maintenance organization approval*), PART 66 (*certifying staff*), PART 147 (*training*)

⁵ Ce qui amène des acteurs spécialisés comme Lufthansa Technik, Air France industries / KLM engineering et ST Aerospace à se globaliser rapidement pour mieux mutualiser des ressources et simultanément pour développer des services locaux

⁶ *Mergers & Acquisitions* : dynamique de fusions acquisitions pour restructurer les hauts de bilan, investir dans les nouveaux ateliers, plus composites, plus numériques, plus électriques et faciliter la mutualisation des ressources

Une restructuration inéluctable

Le secteur des MRO a commencé une évolution continue au travers de restructurations, de consolidations et d'externalisations.

C'est toute une re-conception de l'activité qui est en cours. Elle prend souvent la forme d'une concentration. Les fournisseurs de MRO font évoluer leur modèle économique, et procèdent à des acquisitions pour atteindre une taille critique, développer l'effet d'envergure de façon à répartir les coûts fixes et indirects.

Le schéma le plus probable est celui :

- D'une intégration horizontale rapide d'ici 2025 entre des acteurs complémentaires,
- Caractérisé par la création de bases de connaissances globales couplées avec des services locaux décentralisés, selon la formule d'une MRO « glocal »,
- et accompagné d'une certaine intégration verticale.

Au total, on devrait assister à un mouvement de regroupement d'acteurs dans un marché croissant mais aussi plus complexe.

Intégration horizontale

Des acteurs de plus grande envergure et ayant une plus grande expansion géographique peuvent faire baisser les coûts.

On assiste à une intégration horizontale du champ des activités de maintenance, en particulier celle issue de la migration du militaire vers le civil, ce qui permet à la fois d'augmenter l'effet d'expérience (-25% à chaque doublement de l'activité) et l'effet de différenciation des services offerts.

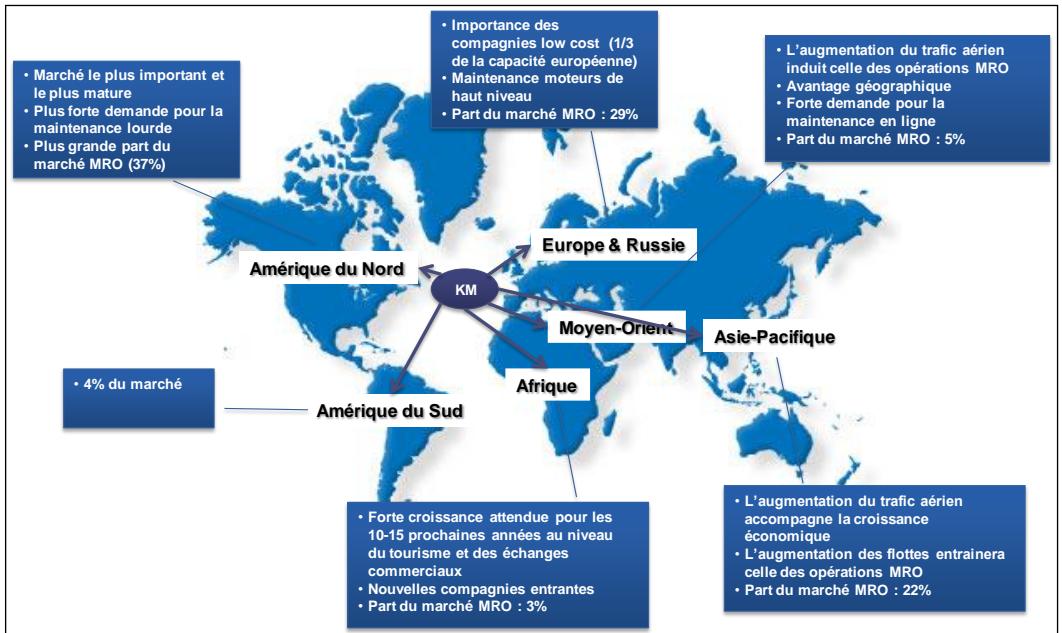
- De nombreuses opportunités existent pour la consolidation d'acteurs MRO ayant des activités complémentaires, telles que des spécialités d'appareils ou de types de maintenance.
- Des acteurs MRO globaux peuvent apporter plus de valeur en combinant présence locale, un engineering centralisé et un ensemble de compétences variées à des taux horaires également variés. De tels acteurs sont plus adaptés pour apporter leurs services à de grandes compagnies aériennes, de façon à immobiliser le moins longtemps les avions en réduisant le temps des opérations MRO et leur coût.

La généralisation de la gestion des bases de connaissances (KM)

Le Knowledge Management - Gestion des connaissances

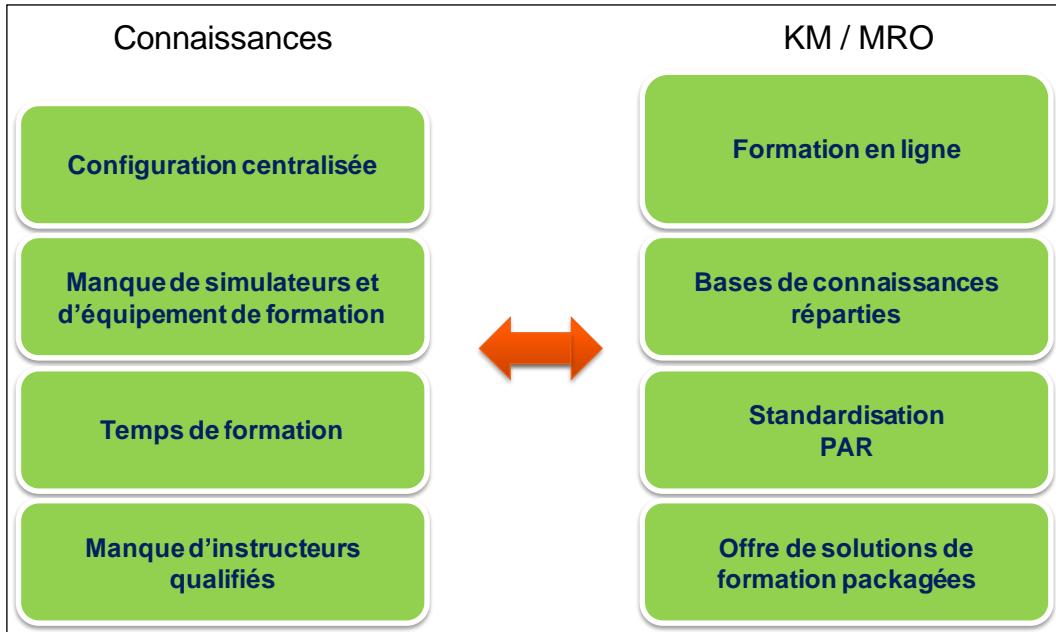
Il s'agit de la gestion des bases de connaissances concernant tant les appareils, la gestion de leur configuration (PLM - Product Life Management), les gammes de maintenance, les plannings de maintenance, les opérations de contrôle qualité et de sûreté ainsi que la gestion des meilleures pratiques et leur accès.

Le KM permet la globalisation des MRO. C'est la généralisation du KM qui permettra de conserver localement les compétences MRO.

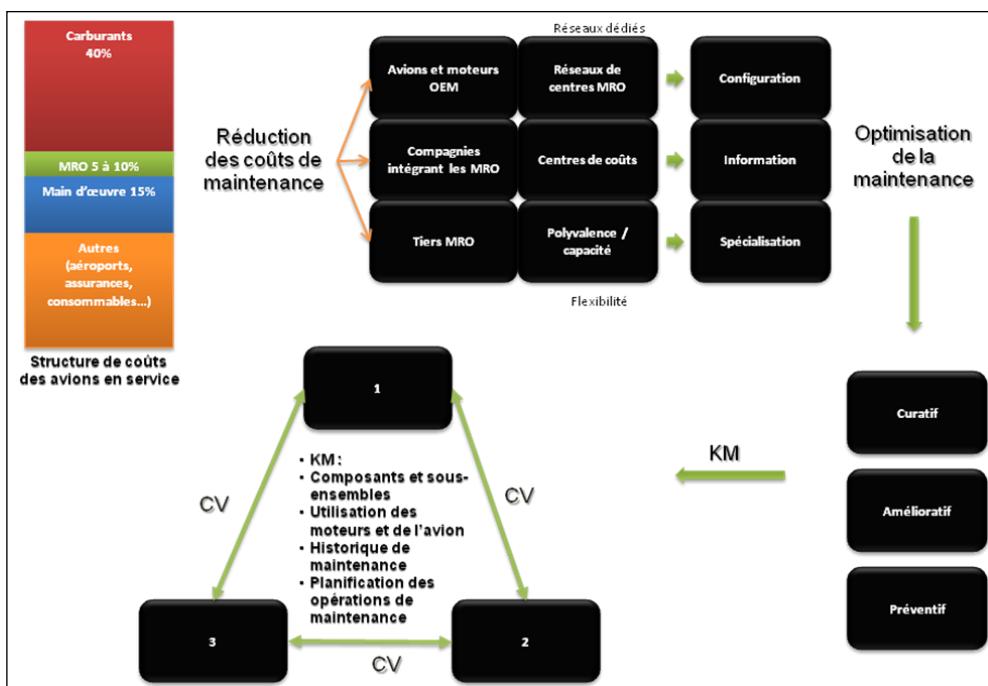


L'enjeu des connaissances distribuées

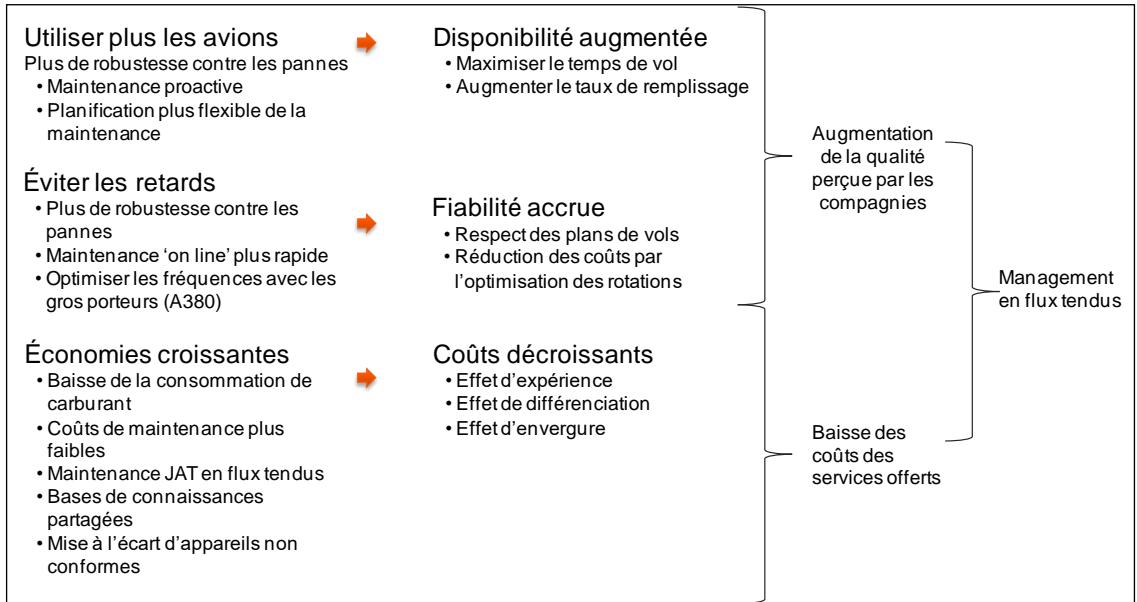
Le knowledge management est le facteur menant des activités MRO, permettant tant la globalisation que l'efficience.



MRO / KM & CV (Communautés virtuelles)



Les 3 facteurs menant du KM / MRO



Les hubs

Le KM amène à la création de hubs MRO très performants en Asie-Pacifique, concentrant les connaissances et centralisant les compétences.

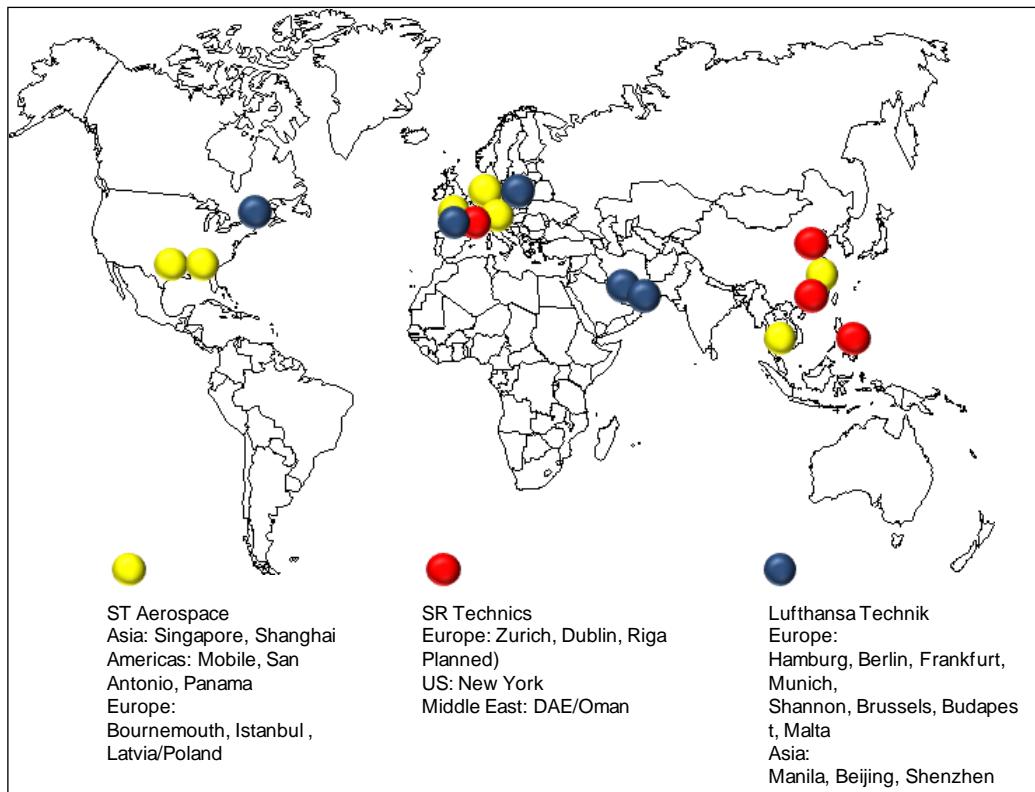
C'est le cas de Singapour, ce pourrait être le cas demain pour l'Inde (talents, coût bas de main d'œuvre, marché libéralisé de l'aviation tant civile que militaire, un parc manufacturier important et la présence de spécialistes MRO).

La création de hubs de maintenance est un fait nouveau de mutualisation des connaissances technologiques et de mobilisation de ressources financières sans précédent pour regrouper des moyens et répartir les coûts fixes et indirects et développer l'effet d'expérience en réduisant les coûts variables de main d'œuvre (gains de $\frac{1}{4}$) - amélioration des process, 6 σ...

Plus de services décentralisés locaux

Les nouveaux acteurs glocaux de la MRO sont caractérisés par à la fois la création de bases de connaissances globales et plus de services décentralisés locaux.

3 exemples de sociétés MRO globalisées :



Les regroupements d'acteurs

De nouveaux regroupements d'acteurs vont émerger au Mexique, en Amérique centrale, en Afrique du Nord, dans les Emirats, etc.

En Europe de l'ouest, les acteurs du MRO seront amenés à se repositionner à la suite d'opération de M&A (Mergers & Acquisition) sur des activités à très haute valeur ajoutée et à réaliser des bases de connaissances qui pourront être utilisés partout dans le monde, grâce à ce que l'on appelle le KM (Knowledge Management) généralisé.

Parallèlement, ce même KM amènera la création de « hubs » très performants en Asie-Pacifique, concentrant les savoirs et décentralisant l'assistance aux utilisateurs. Ils attireront ainsi de nombreuses compagnies aériennes.

Cette concentration des connaissances grâce au KM, jointe aux regroupements amorcés, permettra d'utiliser mieux et plus les avions, en offrant aux compagnies des services innovants à des coûts décroissant.

Ainsi, nous assisterons au passage de la maintenance curative à la maintenance préventive, accompagné du développement de la maintenance « améliorative ». Qu'il s'agisse des aérostructures, des contenus (matériaux composites, électrique, électronique numérique, systèmes), et naturellement des moteurs.

Ainsi réorganisée et modernisée, l'activité mondiale de la maintenance continuera d'assurer le bon fonctionnement des dizaines de milliers d'avions en service, c'est-à-dire la sécurité optimum des centaines de millions de passagers.

Scénarios

L'évolution du secteur de la maintenance et de la réparation aéronautique (MRO - Maintenance, Repair and Overhaul) peut être soumis à quelques scénarios susceptibles de servir de repères pour guider l'action dans le futur.

1) Rappel des tendances sur lesquelles appuyer les scénarios de référence

Croissance

Le marché très concurrentiel du secteur MRO représente une valeur totale supérieure à 100 milliards de US\$ (le MRO civil et fret représente plus de 40 milliards de US\$ et le MRO militaire plus de 60 US\$).

En raison de l'augmentation (2035) de trafic passager (4% +/- 1) et du trafic fret (3,5%), le secteur MRO sera de plus en plus attractif, notamment pour de nouveaux entrants. Cela générera des regroupements d'acteurs MRO avec pour conséquence une baisse des coûts complets.

La détérioration du trafic aérien international en 2022 entraîne de lourdes pertes pour les compagnies aériennes, ce qui les conduit à revoir leurs prévisions d'activités et à réduire leur capacité (en termes d'heures de vol), entraînant une baisse des dépenses MRO. La récession et la contraction des flottes vont faire perdre 2 à 3 années de croissance au marché MRO. Cependant, certains segments resteront en forte croissance, telles les grandes révisions des moteurs de nouvelles générations plus optimisées, plus complexes.

Une variante consiste à envisager, de 2022 à 2024, un ralentissement du transport aérien civil et fret qui aurait pour conséquence un retard dans l'accroissement du volume d'activités MRO. Dans cette hypothèse, le marché civil et fret est en croissance globale malgré la réduction des capacités des compagnies aériennes et son impact sur leurs dépenses (-10 à -12% de dépenses).

Prévision à 2025 par type de maintenance

Le taux de croissance par type d'activité :

- modifications : +5%
- maintenance lourde (structure principale) : 2%
- composants : 1%
- en piste (= en ligne) : 1%
- moteurs : 2%

Tendance au rapprochement Civil / Militaire

Le marché militaire représente plus de la moitié de la valeur du secteur MRO : le rapprochement civil/militaire double pratiquement les activités et permet des économies par effet d'expérience (baisse des coûts de vente par amélioration des process) et d'envergure (meilleur accès à la technologie et réduction des coûts d'opération). Ce rapprochement permet également de faire jouer l'effet de différenciation, en élargissant les services.

Délocalisation = évolution du marché par zone géographique

La répartition des principaux coûts par branche MRO est la suivante :

	Main-d'œuvre	Matières	Réparation de pièces	Autres
Moteur	10	60	25	5
Structure principale	70	20	10	0
Composant	35	50	15	0
Ligne	80	20	0	0
Modifications	60	35	0	5

Ce tableau met en exergue la forte influence de la main d'œuvre dans les branches « Structure principale » et « Ligne ».

Dans la répartition mondiale des sociétés de MRO, les activités nécessitant une main d'œuvre importante (Structure principale et Ligne) donneront un avantage (en termes de délocalisation) aux pays à bas coûts de main d'œuvre (essentiellement Asie/Pacifique, mais aussi Europe du Sud, Afrique ...), en tout cas jusqu'à l'horizon 2025.

Les branches demandant des opérations de réparation et une maîtrise des matières (Moteurs et Composants) donneront un avantage aux pays possédant la compétence et un fort tissu industriel dans ces branches (Europe du Nord, Amérique du Nord).

D'ailleurs actuellement le marché MRO est dominé par l'Europe et l'Amérique du Nord, et à 2025, il est prévu une forte augmentation de l'activité MRO en Asie/Pacifique de 40% (au détriment de l'Europe et l'Amérique du Nord).

Externalisation de la MRO par les compagnies

Les compagnies aériennes nationales et/ou régionales ont stabilisé l'externalisation de leur MRO aux environs des 30%. Les compagnies internationales poursuivent l'externalisation (vers 75%) pour vraisemblablement rattraper les compagnies low-costs (80%).

Du point de vue compagnie aérienne, afin de mieux gérer le flux de pièces et les stocks, il convient de généraliser les approches MRP et d'optimisation d'ordonnancement. Le regroupement des acteurs MRO va permettre un effet d'expérience (amélioration des process et diminution des coûts de vente) et un effet d'envergure (élargissement de la gamme de façon à répartir les coûts fixes et indirects).

Gestion des pièces

Il est prévu que les familles de pièces vont être de plus en plus réalisées chez les sous-traitants (50% en 2009 et 80% en 2025), conséquence des approches en flux tendus de type JAT. La demande des compagnies pour des solutions MRO intégrées parallèlement au développement d'une architecture modulaire va être croissante.

Avènement d'une maintenance prédictive et améliorative

L'émergence des nouvelles technologies va inciter les constructeurs à adopter de nouvelles conceptions et à proposer des possibilités de maintenance prédictive et améliorative, en plus de la maintenance curative habituelle. De fait le marché MRO va devoir s'adapter à ces nouveaux services.

Concentrations

Le schéma de concentration s'appuie sur des intégrations verticales rapides du secteur MRO en 2025 :

- croissance des pièces PMA (Parts Manufacturing Approval) et des réparations DER (Designated Engineering Representative) : les OEM ne sont plus les seuls à proposer des pièces et des réparations, les sociétés regroupées PMA-MRO deviennent aptes à proposer des services intégrés et les compagnies aériennes acceptent plus facilement les pièces PAM
- développement des services en JAT
... et également sur des intégrations horizontales rapides du secteur MRO (2022/2025) :
- sur le plan géographique : l'expansion géographique peut permettre à des acteurs globaux MRO de proposer des compétences variées à des taux horaires variés (fonction de l'implantation locale) dans l'objectif de réduire le temps d'immobilisation et de diminuer le coût des opérations MRO
- sur le plan de la complémentarité des activités MRO : générant un effet d'envergure permettant d'amortir les coûts généraux

Ce schéma de concentration au travers de la double intégration verticale et horizontale va faire évoluer le modèle économique des fournisseurs de service MRO afin de répondre aux demandes croissantes et globales de relocalisation en Asie et Moyen-Orient :

- Acquisition et regroupements afin d'atteindre une taille « critique » et de développer l'effet d'envergure
- Généralisation du Lean pour mieux satisfaire la baisse des coûts, l'augmentation de la qualité, le pilotage de l'effet de différenciation (améliorer la valeur perçue), le respect des délais ...

Globalisation

L'ensemble des tendances précédentes aboutit à une globalisation de l'offre et à la localisation des services dans les zones à faibles coûts de main d'œuvre.

La maîtrise du Knowledge Management : les vrais enjeux financiers

Le KM (Knowledge Management), appliqué aux activités MRO, va permettre, en concentrant les connaissances et en décentralisant les compétences utilisateurs (vers les Hub MRO par exemple) :

- D'améliorer les compétences stratégiques, ce qui va se traduire par utiliser plus et mieux les avions = augmentation de qualité perçue des services
- D'améliorer les compétences clés, ce qui va se traduire par des services plus efficents (baisse de consommation, coûts MRO plus faibles ...) = baisse des coûts

Le KM permet la glocalisation des MRO – Création de bases de connaissances en Europe de l'Ouest et Amérique du Nord et utilisateurs répartis en JAT sur des sites locaux = le MRO va devenir pour 2025 une industrie de la connaissance, avec de forts effets d'expérience (25 à 35%).

Le KM devra être intégré autour de 3 pôles :

- MRO maintenance aérostructures, composants, moteurs
- MRO préventive, curative et améliorative
- MRO lourde et légère

La re-segmentation MRO par le KM :

L'objectif à terme est de re-segmenter le marché MRO grâce au KM, en privilégiant le passage de la maintenance curative (coûteuse, laborieuse) à la maintenance préventive (par les revues, les inspections) et au développement de la maintenance améliorative (évolution de la configuration, amélioration des courbes de vie des pièces par une stratégie de l'innovation).

Adaptation des acteurs existants

Il est fort possible que les acteurs en Europe de l'Ouest se reposent sur des activités à forte valeur ajoutée et/ou la création de systèmes à bases de connaissances utilisées par les autres acteurs dans le monde.

Nouveaux acteurs

Acteurs glocaux - L'évolution dans les compétences (liées aux innovations technologiques), dans le pilotage de l'entreprise étendue, dans la complexité de la cinématique de configuration des avions va générer l'émergence de nouveaux acteurs glocaux de la MRO, c'est-à-dire proposant plus de services décentralisés locaux qui s'appuieront sur des bases de connaissances globales et centralisées (de fait commune à toutes les entités locales).

Il faut s'attendre à voir le nombre de compagnies MRO croître au profit d'une concentration en Asie⁷. Les regroupements émergents sont essentiellement attendus en Amérique centrale/Mexique, en Europe de l'Est, en Afrique du Nord et au Moyen-Orient.

Les marchés PMA (Parts Manufacturing Approval) pour les cellules et pour les composants doivent se développer.

Notamment, les PMA pour les composants gagnent des parts de marché car les fournisseurs proposent des solutions globales avec une qualité de service plus importante que certains OEM (Original Equipment Manufacturer).

Les OEM (Original Equipment Manufacturer) - Du fait de la généralisation de l'architecture modulaire et de l'accroissement des contacts avec le client final (effet de différenciation), de nouveaux services vont voir le jour. Les OEM devraient être de nouveaux entrants sur le marché MRO.

2) La création de valeur par le KM

On peut retenir au moins trois scénarios bien typés, susceptibles de servir de référence.

A/ opérateurs MRO universels constitués en oligopole

Les exigences des compagnies et la complexité des opérations amènent à privilégier des opérateurs mondiaux très puissants, à envergure et expansion maximales, qui se constituent par voie de concentration horizontale rapide et organisent des partenariats plus ou moins développés avec des acteurs locaux, dans le cadre de marchés largement ouverts dans les pays émergents.

Dans ce scénario, les acteurs actuels qui réussissent leur concentration récupèrent l'accroissement du marché, sous réserve de la délocalisation de certains emplois.

La restructuration des hauts de bilan est la clef financière.

⁷ (Effectifs > 100 personnes)

B/ opérateurs MRO universels géographisés

La puissance de concentration du marché est contrebalancée par la volonté des Etats émergents de privilégier des opérateurs régionaux dans le cadre ou en substitution de constructeurs d'avions locaux ou de compagnies d'aviation locales.

Dans ce scénario, la croissance du marché est accaparée par de nouveaux acteurs locaux de dimension régionale, qui ont pu se constituer en profitant de transferts de technologie des acteurs existants.

Les acteurs existants restent concentrés sur les marchés européen et nord-américain en développement modéré. Ceux-ci se concentrent en un oligopole d'acteurs universels.

La maîtrise des besoins en fonds de roulement est la clef financière pour financer l'effet de différenciation.

C/ opérateurs MRO spécialisés glocaux

Les acteurs européens, regroupés, se spécialisent sur la maintenance la plus sophistiquée (moteurs ...) qu'ils assurent pour l'essentiel et sur la gestion des bases de connaissance globales avec recours à des partenaires locaux pour la réalisation.

Dans ce scénario, la diversification est plus importante dans un cadre très concurrentiel. Ceci peut permettre de stimuler davantage l'innovation au profit des compagnies et des constructeurs, en termes techniques ou organisationnels.

La génération de capacités d'autofinancement est la clef financière de cette "glocalisation" des acteurs, capables d'autofinancer le besoin d'innovation permanente.

Bibliographie

Patrick Noailles. *L'innovation*. Editions Eska, 2008.

Garry Hammel. *Leading the revolution*. Harvard business School Press, 2000.

Garry Hammel, C.K. Prahalad. *Cometing for the future*. Harvard business School Press, 1994.

Michael E. Porter. *Competitive strategy*. The Free Press, 1980.

Michael E. Porter. *Competitive advantage*. The Free Press, 1985.

Gérard Garibaldi. *L'analyse stratégique*. Éditions d'organisation, 2001.

L. Jaimie Pickles, Stephen M. Bookbinder. *Building the HR Value Chain*. Employment Relations Today (Wiley); Winter 1998, Vol. 25 Issue 4.

Features techniques on how to develop the competencies and capabilities needed to build the Human Resources value chain. Details on the Human Resources management functions; Ways on how to create the Human Resources value chain; Definition of the Value Exchange.

Global Value Chain Development & SMEs' Participation. Economy, Culture & History Japan Spotlight; May/Jun2007, Vol. 26 Issue 3, p46-47

The article talks about the development of global value chains (GVCs) and the participation of small and medium enterprises (SMEs) in these chains. SMEs can enjoy several benefits by participating in GVCs, such as improving the quality of technologies and human resources. A list of the industries where value chain changes have been seen is included. It presents the results of a survey on the Japanese automotive industry's GVC.

Andrew Mayo. *Helping HR to understand the strategic value chain*. Strategic HR Review; Nov/Dec2005, Vol. 5 Issue 1, p32-35

The article explains how using a cause and effect analysis system will help determine how human resources' (HR) agenda should be set in order to directly support key strategic outcomes.

Value chain

A to Z of Management Concepts & Models; 5/1/2005

The article presents information on the value chain. The value chain is one of the first serious attempts in the field of strategy to analyze customer need structures.

Kathleen T McCarthy. *Value Chain Focus: The Human Touch*. People and Strategy, New York: 2009. Vol. 32, Issue. 3

Sumita Ketkar, P K Sett. *HR flexibility and firm performance: analysis of a multi-level causal model*. The International Journal of Human Resource Management, London: May 2009. Vol. 20, Issue 5

Dan Hilbert. *The Newest Analytical Technologies Make the Future for HR*. Employment Relations Today, Hoboken; Spring 2009. Vol. 36, Issue 1

Adapter, optimiser, prévoir : la convergence des concepts, des outils, des technologies et des normes peut-elle accélérer l'innovation ? Logistique et management n°2, vol 12, 2004

Supply chain : intégrer des facteurs concurrentiels. Logistiques magazine, novembre 2006, n°212

Gerard Chevalier. *Les chaînes de valeur au cœur de la Stratégie financière "Corporate"*. La revue du Financier n°249, juin 2022.

Jacky Ouziel. *Dossier « Immatériels »*. La revue du Financier n°233-234, décembre 2018.

Laurent Jacob. *La sous-traitance vue du procès AZF, Enjeux financiers de l'entreprise étendue*. La revue du Financier n°227, octobre 2017.

La revue du Financier - Les conséquences de la mise en place des normes IFRS sur l'analyse et la gestion financière des entreprises - n°168, Novembre-décembre 2007

La revue du Financier - Private equity - n°169, Janvier-février 2008

La Revue des Sciences de gestion - Spécial marketing - n°222, Novembre-décembre 2006

La Revue des Sciences de gestion - Intelligence économique et stratégie de l'innovation - n° 218 - Mars-avril 2006

La Revue des Sciences de gestion - Innovations managériales - n° 237-238 - Mai-août 2009.