



ceis

# MCO des moteurs d'hélicoptères militaires

*le cas des contrats de support global  
L'exemple des moteurs d'hélicoptères*

Par Etienne Daum et William Pauquet  
*En collaboration avec Axel Dyèvre*

Juin 2015

Les notes stratégiques



# Les notes stratégiques

## Policy Papers – Research Papers

*Les auteurs souhaitent remercier l'ensemble des experts  
rencontrés au cours de cette étude.*

*Les idées et opinions exprimées dans ce document n'engagent  
que les auteurs et ne reflètent pas nécessairement la position de  
CEIS ou des experts rencontrés.*



## **CEIS est une société de conseil en stratégie.**

Notre vocation est d'assister nos clients dans leur développement en France et à l'international et de contribuer à la protection de leurs intérêts. Pour cela, nous associons

systématiquement vision prospective et approche opérationnelle, maîtrise des informations utiles à la décision et accompagnement dans l'action.

**L'activité Défense et Sécurité de CEIS** regroupe les expertises sectorielles et activités de CEIS dans ce domaine. La vingtaine de consultants et d'analystes du secteur Défense et Sécurité disposent d'un réseau international de plusieurs centaines d'experts et d'organisations.

**Implanté à Bruxelles, le Bureau Européen de CEIS** conseille et assiste les acteurs publics, européens ou nationaux, ainsi que les acteurs privés dans l'élaboration de leur stratégie européenne, notamment sur les problématiques de défense, sécurité, transport, énergie et affaires maritimes. CEIS - Bureau Européen participe également à des projets de recherche européens dans ces domaines. Pour mener à bien l'ensemble de ses missions, l'équipe s'appuie sur un réseau européen de contacts, d'experts et de partenaires.

**Le SIA Lab est mis en œuvre et animé par CEIS** qui agit sous la responsabilité de l'Architecte Intégrateur du SIA (Système d'information des Armées), la société SOPRA Group. Ce concept innovant de la Direction Générale de l'Armement a pour objectif de détecter, expérimenter, et démontrer des briques technologiques sur étagère ou



susceptibles d'être fournies par des PME/PMI innovantes ou des industriels.

Le SIA Lab vise à rapprocher les utilisateurs et concepteurs du Système d'Information des Armées (SIA) des potentiels fournisseurs de solutions, qu'ils soient industriels ou étatiques. C'est également un espace de réflexion et de discussion visant à cerner au mieux les besoins des utilisateurs et l'adéquation des solutions présentées.

**Contact : CEIS**  
**Défense & Sécurité**  
Axel Dyèvre – Directeur  
[adyevre@ceis.eu](mailto:adyevre@ceis.eu)

***Défense & Sécurité***

280, boulevard Saint  
Germain  
F-75007 Paris  
+33 1 45 55 00 20

***Bureau Européen***

Boulevard  
Charlemagne, 42  
B-1000 Bruxelles  
+32 2 646 70 43

***SIA Lab***

40, rue d'Oradour-  
sur-Glâne  
F-75015 Paris  
+33 1 84 17 82 77

[www.ceis.eu](http://www.ceis.eu)

[www.sia-lab.fr](http://www.sia-lab.fr)

## SOMMAIRE

<b>AVANT PROPOS</b>	<b>7</b>
<b>SYNTHESE</b>	<b>8</b>
<b>INTRODUCTION</b>	<b>10</b>
<b>1 - LE MCO HELICOPTERE</b>	<b>12</b>
1.1. Segmentation des hélicoptères militaires	12
1.2. Le marché mondial des hélicoptères militaires	14
1.3. Spécificités du MCO militaire	16
1.4. L'hélicoptère : un assemblage complexe d'éléments mécaniques	18
1.5. Le marché du MCO des hélicoptères militaires	19
<b>2- LE MCO DES MOTEURS D'HELICOPTERES</b>	<b>21</b>
2.1. Eléments de contexte	21
2.2. Contrats de support global : comparaison de 3 cas	25
<b>CONCLUSION</b>	<b>38</b>

## Avant Propos

---

En septembre 2014, CEIS a publié une première **Note Stratégique**, « *Le MCO aéronautique : un enjeu pour la cohérence capacitaire des armées* »<sup>1</sup>, consacrée à la définition et aux grands enjeux du Maintien en Condition Opérationnelle (MCO) des aéronefs militaires. Ce dernier peut ainsi être défini comme “*Le maintien en condition opérationnelle (MCO) est l’ensemble des tâches permettant d’assurer la capacité des équipements à pouvoir fonctionner et à être disponibles. [Il] regroupe les fonctions de maintenance, de réparation, de logistique (approvisionnement, stockage et distribution des rechanges) [...] en [...] incluant également la dimension financière.*”. L’actualité et l’omniprésence des hélicoptères dans toute opération moderne font qu’il paraissait important d’aborder les contraintes, les enjeux et les solutions possibles à la problématique de leur maintenance, en analysant lien qui doit exister entre contrat opérationnel des armées et performance du MCO. Cette nouvelle Note Stratégique aborde la propulsion qui constitue l’un des sous-ensembles majeurs et l’un des centres de coûts principaux des hélicoptères. L’analyse du MCO aéronautique de l’hélicoptère dans son ensemble fera prochainement l’objet d’une nouvelle **Note Stratégique**.

---

<sup>1</sup> <http://www.ceis.eu/fr/actu/note-strategique-le-mco-aeronautique-un-enjeu-pour-la-coherence-capacitaire-des-armees>

## Synthèse

---

A l'heure où les contraintes budgétaires se font toujours plus pressantes sur les Armées, les échanges entre industriels et forces armées permettent de mettre en place des solutions d'optimisation des coûts. Le Ministère de la Défense britannique a ainsi évalué les gains directs et indirects du passage de 6 contrats différents de support couvrant le même type de moteur à un contrat de support global à près de 300M€ sur une période de 20 ans. Son expérience a permis de démontrer que de tels contrats permettaient d'optimiser le « time-on-wing » des moteurs (d'éviter trop de démontages), d'améliorer la fiabilité, d'allonger le temps d'utilisation des pièces à durée de vie limitée (Life Limited Parts ou LLP) et de permettre un recours plus important aux réparations plutôt que de commander des pièces de rechange.

La mise en place de ce type de solutions contractuelles permet aux opérationnels de disposer d'une meilleure visibilité de l'emploi de leurs machines, avec une souplesse nécessaire en cas de pic d'activité pour des opérations ou au contraire d'une activité réduite. La maintenance est également soumise aux aléas budgétaires impactant *in fine* les capacités opérationnelles des armées. Les solutions de support global permettent de lisser ces aléas budgétaires pour une disponibilité maîtrisée. Reposant sur des échanges permanents sur le besoin et les attendus lors des discussions préliminaires puis lors de l'exécution, le côté « vertueux » de



ce type de contrat réside dans cette capacité à offrir de la visibilité à tous les acteurs, les industriels y gagnant en planification de production. Ce type de solution présente donc de réels avantages par rapport aux contrats traditionnels type « Time & Material » avec lesquels un aéronef voit généralement au cours de sa vie opérationnelle, son prix de maintenance (Direct Maintenance Cost) augmenter et sa disponibilité opérationnelle baisser. Illustration de ces avantages, les réponses apportées par les industriels lors des problèmes rencontrés par les turbomoteurs des Caracal français au Mali ont démontré la souplesse des contrats de type « support global » et ont permis aux opérationnels de se concentrer sur la réalisation de leur mission.

## Introduction

---

En janvier 2007, au cours de la prise de contrôle du fort de Jugroom dans la province afghane de l'Helmand, le 45 Commando des Royal Marines a mené une opération de sauvetage de l'un de ses hommes encerclé par des éléments talibans. L'originalité de la mission a résidé dans l'utilisation d'hélicoptères d'attaque WAH-64 Apache qui, outre l'appui-feu procuré aux éléments au sol, ont permis de déployer au plus près du Royal Marine en difficulté, un groupe de récupération de quatre hommes installés sur les baies avionique des Apache. Au-delà de l'anecdote que représente cette opération, ce sauvetage improvisé<sup>2</sup> met en lumière les capacités d'adaptation de l'hélicoptère sur les théâtres d'opération actuels. L'hélicoptère est de ce fait un multiplicateur de forces : il permet aux décideurs sur le terrain d'obtenir un éclairage de la situation tactique et de disposer d'une force de réaction rapide et souple d'emploi. L'apport des hélicoptères aux opérations militaires actuelles est essentiel notamment à travers ses caractéristiques de vol (décollage et atterrissage vertical, manœuvrabilité). Ces dernières reposent sur des ensembles mécaniques et dynamiques complexes.

L'ensemble des paramètres opérationnels illustrant la complexité du fonctionnement des hélicoptères permet de mettre ainsi en évidence la maintenance méticuleuse dont ils

---

<sup>2</sup> Il est intéressant de noter que, dans ce cas précis, un hélicoptère d'attaque fut employé comme hélicoptère de transport dans une opération de sauvetage au combat.

doivent faire l'objet. L'objectif de cette note est au travers d'exemples précis d'illustrer les évolutions du domaine MCO et les solutions apportées pour permettre aux armées de remplir leur contrat opérationnel, ou pour synthétiser dans une expression du général Girier, directeur central de la SIMMAD<sup>3</sup> : « Pour qu'ils volent ». Trois exemples en France, au Royaume-Uni et au Brésil, sur la base d'un même type de prestation, permettent de démontrer que les contrats de support global peuvent s'adapter aux besoins différents de chaque client, des solutions avec une seule finalité : la réalisation de la mission.

---

<sup>3</sup> Structure Intégrée de Maintien en condition opérationnelle des Matériels Aéronautiques de la Défense.

# 1 - Le MCO Hélicoptère

---

## 1.1. Segmentation des hélicoptères militaires

La segmentation des hélicoptères militaires ne saurait reposer uniquement sur le type de missions qui leur sont assignées. En effet, les appareils modernes sont conçus pour remplir une mission principale et des missions secondaires. Il est ainsi possible, via l'installation de « kits » ou d'équipements spécifiques (treuil, élingue, armement, perche de ravitaillement etc.) d'adapter très rapidement un appareil pour une nouvelle mission.

Il apparaît donc plus pertinent d'opérer une segmentation en s'attachant à la masse des appareils :

- les hélicoptères légers : au sein de cette catégorie, on peut distinguer les Single Engine (monoturbine) et les Light Twin (biturbines) ; leur MTOW<sup>4</sup> varie de 1 à 4 tonnes.
  - ex : *Gazelle* (SA341/342), H145M (ex-EC645 T2); OH-58 *Kiowa Warrior*, AW109, etc.
- les hélicoptères moyens : leur MTOW varie de 4 à 12 tonnes et sont biturbines.
  - ex : *Panther* (AS565), AW169, AW 139, Ka-62, Bell UH-1H/N/Y/Z, etc.

---

<sup>4</sup> MTOW : Maximum Take Off Weight.

- les hélicoptères lourds : leur MTOW dépasse les 8 tonnes et sont bi ou triturbines.
  - ex : UH-60 Black Hawk, AW101, H225M (ex-EC725) Caracal, CH-47 Chinook, CH-53 Sea Stallion etc.
- les hélicoptères tiltrotors ou convertibles (rotors basculants)
  - le V-22 *Osprey* est à ce jour le seul appareil en service à présenter cette caractéristique.

H/C Weight	Single	Twin	Triple
<b>Light</b>	SA342, H125M5, AW119	H145M6, OH-58D, AW109 LUH	
<b>Medium</b>		AS565, AW169M, Ka-62	
<b>Heavy</b>		CH-47D/F, H225M7, UH-60, NH90, Mi-17	AW101, CH-53E
<b>Tiltrotor</b>		V-22	

---

<sup>5</sup> AS550 Fennec.

<sup>6</sup> EC645 T2.

<sup>7</sup> EC725 Caracal.

## 1.2. Le marché mondial des hélicoptères militaires

Aujourd'hui, on dénombre environ 19 500 hélicoptères militaires en service dans le monde<sup>8</sup>. Près d'un tiers de cette flotte est en dotation au sein des seules forces armées américaines (5 554 appareils, soit 30%). En comparaison, la part individuelle que représentent les autres grandes puissances militaires est bien inférieure (de 6% à 2 % pour les autres pays mentionnés dans le tableau en page suivante).

La flotte mondiale d'hélicoptères est en constante augmentation depuis plusieurs années (18 400 appareils en 2010, 18 700 en 2013<sup>9</sup>), sous l'impulsion des commandes passées par les Etats-Unis et les pays asiatiques, au premiers rang desquels figure la Chine ou l'Inde<sup>10</sup>. Poussé par l'augmentation des budgets de défense en Asie-Pacifique et au Moyen-Orient, le besoin de renouvellement de flottes vieillissantes, ainsi que l'augmentation du coût des plateformes les plus modernes, le marché mondial des hélicoptères militaires devrait passer de 25,46 Md\$ en 2013 à 33,37 md\$ en 2023<sup>11</sup>. Les hélicoptères représentent

---

<sup>8</sup> *World Air Forces 2015*, Flight Global. Ce chiffre ne prend pas en compte les hélicoptères dédiés à l'entraînement et la formation.

<sup>9</sup> *World Air Fleet 2010 & World Air Fleet 2013*, Flight International

<sup>10</sup> Entre 2010 et 2015, la flotte d'hélicoptères chinois aurait presque doublé, passant de 488 à 806 appareils.

<sup>11</sup> <http://www.helisota.com/en/media-relations/press-releases/increased-focus-on-military-helicopters-a-cause-to-celebrate>

aujourd'hui 37% de la flotte mondiale d'aéronefs militaires (51685) laquelle a légèrement diminué depuis 2010 (-4,3%)<sup>12</sup>.

### Evolution de la flotte d'hélicoptères militaires 2010-2015<sup>13</sup>

Country	2010	2011/2012	2013	2014	2015
USA	5,114	4,892	5,690	5,674	5,854
Russia	1,167	1,561	854	918	1,101
China	488	703	708	751	806
South Korea	704	701	682	659	668
Japan	710	713	700	653	657
India	484	451	466	529	584
France	482	504	485	521	529
Turkey	372	387	391	396	421
UK	427	415	419	328	353
Italy	386	410	376	362	348
Germany	326	397	372	387	340
Other	8,061	8,155	7,915	7,976	8,168
Total	18,395	18,902	18,686	18,826	19,489

<sup>12</sup> 53 915 aéronefs militaires recensés en 2010. Cf. *World Air Forces 2010*

<sup>13</sup> *World Air Fleet 2015, 2014, 2013, 2012/2011 & 2010*, Flight International

### 1.3. Spécificités du MCO militaire

Le MCO est un objectif prioritaire pour les Armées car il contribue à la préparation des forces ainsi qu'à la réalisation des contrats opérationnels ou des opérations. Le MCO doit ainsi permettre de corriger les défauts, les effets dus au vieillissement des appareils (corrosion, usure, obsolescences techniques) et ceux dus à l'emploi (pannes, remplacement des produits consommables). L'objectif est de disposer d'appareils disponibles au bon moment pour répondre aux besoins opérationnels.

Dès lors, il est naturel que les armées cherchent à optimiser la disponibilité de leurs appareils tout en contrôlant les coûts associés. C'est dans cette optique que de nouveaux modèles organisationnels, logistiques et contractuels impliquant les armées mais aussi les industriels sont mis en place. Afin de gagner en synergie et mettre ainsi fin au fonctionnement en silo des armées pour le soutien des matériels aéronautiques, la France a ainsi mis en place, en septembre 2014, une nouvelle gouvernance du MCO aéronautique dont la responsabilité est confiée au Chef d'état major de l'armée de l'Air qui s'appuie sur un OVIA<sup>14</sup>, la SIMMAD, pour sa mise en œuvre. Au Royaume-Uni, l'heure est également à la mutualisation du support des équipements. Le soutien des systèmes d'armes et en particulier des aéronefs est regroupé au sein de la Defence Equipment and Support (DE&S), née de

---

<sup>14</sup> Organisme à Vocation InterArmées.



la fusion des Defence Procurement Agency (DPA) et de la Defence Logistics Organisation (DLO) en avril 2007. D'autres pays suivent cette tendance à la centralisation en confiant à des organismes interarmes la gestion d'un programme d'aéronef depuis son développement jusqu'à son soutien en service, à l'image du COPAC (Comissão Coordenadora do Programa Aeronave de Combate) brésilien responsable du programme d'hélicoptère H-XBR pour lequel le H225M Caracal d'Airbus Helicopters a été retenu en 2011.

En conséquence, dans le domaine du MCO, vis-à-vis des fournisseurs la tendance est à la mise en place de contrats globaux. Le contractant ne livre plus seulement les équipements mais propose également un soutien logistique intégré, des rechanges, des équipements d'entraînement et la formation des équipes techniques. Les industriels ont une responsabilité accrue et doivent répondre à des exigences de disponibilité et de performance dans le cadre d'un contrat au format défini. Les Armées sont déchargées d'une partie du MCO et peuvent ainsi se concentrer sur leur cœur de métier, leurs activités de maintenance se limitant davantage à celles de nature opérationnelle c'est-à-dire celles réalisées au plus près des forces, sur base ou sur les théâtres extérieurs.

## 1.4. L'hélicoptère : un assemblage complexe d'éléments mécaniques

L'hélicoptère offre une manœuvrabilité exceptionnelle (vol stationnaire, déplacements latéraux etc.) lui permettant de répondre à de nombreux besoins. Mais cette capacité opérationnelle repose sur la complexité des éléments composant l'appareil dont : la cellule, les grands éléments mécaniques autour de la voilure tournante (rotor principal, rotor de queue, boîte de transmission principale, etc.), le système de propulsion, les commandes de vol, le circuit carburant, les systèmes électriques, les systèmes hydrauliques et l'air conditionné.

La complexité d'un hélicoptère réside toutefois et avant tout dans ses nombreux systèmes mécaniques, notamment autour du système de propulsion et de la voilure tournante. A la différence du turboréacteur équipant un avion, le turbomoteur d'un hélicoptère délivre de la puissance mécanique et non de la poussée. Plus précisément, la puissance générée par le turbomoteur est délivrée via la boîte de transmission principale (BTP) aux ensembles dynamiques assurant la portance (rotor principal et rotor de queue anti-couple).

L'essentiel de l'énergie du turbomoteur est absorbée par les rotors et une partie marginale par les transmissions mécaniques (~10%). Les hélicoptères sont des machines

mécaniquement complexes qui sont soumises à des contraintes dynamiques générées par les rotors (vibrations, force centrifuge, précession gyroscopique) et l'aérodynamique (vortex, perte de portance des pales) qui se répercutent, à des degrés divers, sur l'ensemble de la machine (fuselage, moteur, transmissions, équipements,..), d'où des opérations complexes dans le domaine du MCO.

## 1.5. Le marché du MCO des hélicoptères militaires

Le marché du MCO des hélicoptères était estimé à 10,2 Md\$ pour l'année 2013<sup>15</sup>. Il pourrait connaître un taux de croissance annuel moyen (CGAR) de 2,4% entre 2014 et 2018. La part que représente le MCO tout au long cycle de vie de d'un appareil est le plus souvent supérieure à celle représentée par des coûts d'acquisition. A titre d'exemple, le Canada a acquis 15 hélicoptères de transport lourd CH-47F Chinook en 2013, via une procédure FMS<sup>16</sup>, pour 2,3 Md\$ et estimé à 2,7Md\$ le coût de soutien sur 20 ans des appareils (pièces, formation, main d'œuvre comprises).

---

<sup>15</sup> [https://www.visiongain.com/Press\\_Release/351/%27Global-Military-Helicopter-MRO-market-to-be-worth-10-25bn-in-2013%27-says-Visiongain-report](https://www.visiongain.com/Press_Release/351/%27Global-Military-Helicopter-MRO-market-to-be-worth-10-25bn-in-2013%27-says-Visiongain-report)

<sup>16</sup> Foreign Military Sales (procédure d'acquisition de matériel de défense passée auprès du Department of Defense et non l'industriel).

A cela s'ajoutent les contraintes inhérentes au théâtre d'emploi (national ou extérieur). Suivant les zones géographiques où évoluent les appareils, plusieurs facteurs peuvent impacter la disponibilité des appareils : les fortes températures limitent la portance des hélicoptères et influent sur les performances, le milieu marin est connu pour être très agressif à l'égard des aéronefs (salinité, corrosion), les milieux désertiques ou semi-désertiques également en raison du sable qui vient se loger dans les turbines (érosion). Ces conditions affectent l'aéromobilité à des degrés divers, elles raccourcissent les cycles de maintenance et induisent des efforts humains et financiers supplémentaires si elles n'ont pas été anticipées. En conséquence, afin de garantir la meilleure disponibilité possible sur les théâtres d'opérations, les armées doivent veiller à la mise en place d'un ensemble complet de chaîne logistique depuis le territoire métropolitain jusqu'aux ateliers de maintenance projetés en OPEX.

## 2- Le MCO des moteurs d'hélicoptères

---

### 2.1. Eléments de contexte

Le MCO aéronautique repose sur plusieurs éléments : logistique, systèmes d'échange d'informations et procédures de maintenance. Ces dernières s'articulent autour de la maintenance corrective et de la maintenance préventive. Celle-ci aurait également tendance à être remplacée par la maintenance prédictive ou maintenance selon état. On parle également parfois de maintenance programmée ou maintenance non programmée.

Sur les turbomoteurs d'hélicoptère (turboshaft), le DMC (Direct Maintenance Cost) se répartit à environ 80% en maintenance programmée et 20% en maintenance non-programmée (curative). Dans le cas des turbomoteurs, la maintenance programmée (ou préventive) se caractérise souvent par la définition d'un TBO (Time Between Overhaul) fixant son temps potentiel de fonctionnement. A l'issue de cette période, le moteur est envoyé en atelier pour révision, c'est-à-dire pour régénération de son potentiel de fonctionnement. Dans le cadre de la maintenance préventive classique, une révision générale devait permettre un reconditionnement du moteur pour un potentiel complet.

Simple en termes de gestion des parcs moteurs en service, il n'en demeure pas moins très coûteux<sup>17</sup>.

Cette problématique a conduit les industriels à mener une réflexion approfondie sur leurs procédures de support. L'industrie de l'hélicoptère se caractérise en effet par un business model impliquant des typologies de clients très différentes : depuis l'opérateur de travaux aériens, travaillant seul avec son hélicoptère dans son entreprise, à l'aviation légère de l'armée de terre d'un pays avec ses centaines d'hélicoptères et ses milliers de pilotes. Cette réflexion a conduit très tôt les industriels à trouver des solutions permettant de s'adapter de manière souple aux besoins variés de ces différents clients en proposant un nouveau type de contrat, dit « à l'heure de vol ».

Ce type de solution MCO et logistique permet à un opérateur de maîtriser les coûts liés à son moteur par une couverture financière et opérationnelle des opérations de maintenance programmée ainsi que non-programmée. Les coûts de maintenance sont ainsi calculés en fonction des heures d'utilisation, avec un coût fixe à l'heure de vol, et non en fonction des coûts de possession.

Ce type de contrat est initialement apparu en 1962 sur le programme de turboréacteur Viper chez Armstrong-Siddeley<sup>18</sup>, intégré par la suite à Rolls-Royce<sup>19</sup>. Baptisé

---

<sup>17</sup> <http://handle.dtic.mil/100.2/ADP014136>

<sup>18</sup> <http://www.rolls-royce.com/news/press-releases/yr-2012/121030-the-hour.aspx>

« Power-by-the-hour » (PBH), le contrat portait sur un service de remplacement de moteurs et d'accessoires moteurs sur l'avion d'affaires de Havilland/Hawker Siddeley (HS) 125. Cette solution permettait aux opérateurs de bénéficier d'une garantie de protection des coûts (c'est-à-dire des coûts fixes) de révision des moteurs ainsi que des prestations de support planifiées<sup>20</sup>. Dans le domaine des moteurs d'hélicoptères, les contrats de type Power-by-the-hour sont apparus dans les années 70. Turbomeca, leader mondial des turbines d'hélicoptères, fut l'un des premiers à mettre en place ce type de solution de support en premier lieu sur le marché civil avec le programme « Support-by-the-hour » apparu en 1978.

Ce programme portait sur un engagement de garanties de coûts de maintenance à l'heure de vol pour les clients civils souscripteurs du programme. Pour ces derniers, la formule pouvait se résumer simplement : si l'hélicoptère ne volait pas, ils ne payaient pas. Ce type de contrat ne répondait toutefois pas complètement au besoin des forces armées pour lesquelles le besoin premier reposait sur la disponibilité des matériels. En 2000, l'Etat français a ainsi attribué à Turbomeca un contrat pour le support global de l'ensemble des moteurs du parc moteurs du ministère de la Défense. Ce contrat MCO, Global Support Package (GSP), repose essentiellement sur des notions de disponibilité des moteurs

---

<sup>19</sup> Fondé en 1919, Armstrong-Siddeley a été fusionné avec Bristol Aero Engines en 1960 dans le cadre d'un processus de rationalisation du paysage des motoristes britanniques pour former Bristol Siddeley. Cette consolidation sera définitivement achevée en 1966 avec le rachat de Bristol Siddeley par Rolls-Royce.

<sup>20</sup> <http://www.flightglobal.com/pdfarchive/view/1967/1967%20-%200331.html>

et de rapidité de rechargement du stock. Le pool de moteurs de rechange reste propriété de l'Etat français mais sa gestion devient toutefois du ressort de motoriste qui garantit la disponibilité d'un certain nombre de moteurs. Afin de prendre en compte la nature intrinsèquement imprévisible des opérations militaires, le contrat intègre des coûts fixes et des coûts variables, différence majeure d'un contrat de support global militaire par rapport à son équivalent civil.

Le contrat intègre ainsi plusieurs aspects techniques impliquant un partenariat entre le ministère de la Défense et l'industriel : la mise à disposition de Tech Rep (Technical Representatives) et de back-office chez le fournisseur pour les questions ou problèmes rencontrés par les opérateurs ; une assistance technique sur site, la gestion des obsolescences, des modifications, la formation des équipes, etc.

Traduits sur le plan organisationnel des forces armées et de leurs entités mettant en œuvre des hélicoptères, on peut représenter 4 niveaux de maintenance assurés par deux types d'acteurs :

- L1 (Level 1) : maintenance en ligne assurée en interne au niveau des unités opérationnelles;
- L2 : démontage des moteurs pour remplacement des modules assuré soit par les équipes de maintenance des unités militaires soit par l'industriel ;
- L3 : démontage des modules assuré par l'industriel ;



- L4 : Réparation et Révision (Repair & Overhaul) assurées par l'industriel.

L'industriel travaillera ainsi avec son client opérateur à la définition d'un contrat GSP sur mesure reposant sur plusieurs KPI (« Key Performance Indicators » – Indicateurs clés de performance) devant permettre d'assurer le pilotage de la performance contractuelle. La France, le Royaume Uni et le Brésil sont trois exemples de besoins spécifiques qui permettent d'illustrer l'intérêt de ce nouveau mode contractuel.

## 2.2. Contrats de support global : comparaison de 3 cas

### *France : Le contrat MCO*

Pour comprendre la mise en place d'un contrat de support global appliqué au marché Défense, il faut remonter à la création de la SIMMAD en France en 2000. Auparavant, les armées disposaient d'un fonctionnement en silo (Armée de Terre, Marine Nationale, Armée de l'Air, Gendarmerie, DGA, Sécurité Civile) et achetaient des prestations de réparations, de moteurs en spare lorsqu'un moteur tombait en panne ou lorsque les disponibilités budgétaires de fin d'année le permettaient. Cette situation entraînait un déséquilibre majeur entre le nombre de moteurs détenus en propriété par le ministère de la Défense et le nombre de moteurs volant réellement, d'où des stocks conséquents, et une

immobilisation physique des moteurs trop longue. Le ministère de la Défense possédait ainsi à l'époque 1 700 moteurs en propre pour environ 900 en vol.

Avec la centralisation du MCO à la SIMMAD, la question a été abordée sous l'angle de la gestion d'un vaste parc d'hélicoptères, de plusieurs types différents et dédiés à 6 utilisations distinctes (recherche et destruction, reconnaissance, évacuation sanitaire, manœuvre, lutte anti sous-marine/antisurface, recherche et sauvetage). L'importance du parc moteurs (1700 moteurs de types Turmo, Astazou, Makila 1 et 2, Arrius et Arriel, Gem) a amené la SIMMAD à rechercher les possibilités d'améliorer la visibilité des heures de vol. Le contrat global de support mis en place a donc intégré des prestations de maintenance et de gestion des parcs moteurs. Mais le déclenchement d'opérations extérieures pour répondre à des crises étant difficilement prévisible, ce contrat a également prévu des options de variation nécessaires à d'éventuelles hausses majeures de l'activité hélicoptère et donc du besoin en maintenance moteur.

Ce nouveau type de contrat visait pour les Armées à réaliser les missions à coût optimisé en s'assurant un MCO performant, ce qui supposait que l'industriel le soit également. Le partage des risques a ainsi été réparti entre les parties, alors qu'auparavant, tous les risques reposaient sur l'utilisateur. Pour sa part, le client n'a « plus qu'à » s'assurer que son stock de moteurs disponible (le « volant ») est

complet pour la formation de ses personnels, ses OPEX, etc. Il relève désormais du fournisseur de s'assurer que le recombêtement du volant est assuré auprès de l'opérateur.

Le contrat a également permis d'unifier les différents standards de moteurs Turmo (environ 700 exemplaires) équipant les hélicoptères de manœuvre SA330 Puma opérés par l'ALAT et l'Armée de l'Air et sur lesquels le motoriste n'avait aucune visibilité. Le client France est ainsi passé de 15 marchés à bons de commande à 1 marché sur disponibilité du stock de moteurs spare. La maintenance était auparavant soumise aux aléas budgétaires. Les opérations au Mali, sur un théâtre particulièrement exigeant pour les machines, ont particulièrement permis de mettre en évidence les capacités offertes par un contrat de support global pour les moteurs d'hélicoptères. C'est notamment le cas des hélicoptères EC725 Caracal<sup>21</sup> et de leurs moteurs Makila 2 dont les problèmes rencontrés sur le théâtre malien avaient été pointés du doigt par un rapport du Sénat sur les Forces Spéciales<sup>22</sup>. Le lancement de l'opération Serval a très rapidement posé plusieurs questions majeures sur le plan de l'environnement opérationnel avec de très fortes chaleurs, de fortes allonges et le désert. Les conditions ont largement mis à l'épreuve les matériels comme l'a souligné le colonel Esnault du CDEF<sup>23</sup> : « Compte tenu des exigences du

---

<sup>21</sup> Aujourd'hui désignés H225M chez Airbus Helicopters.

<sup>22</sup> <http://www.senat.fr/rap/r13-525/r13-525.html>, p.48.

<sup>23</sup> Centre de Doctrine et d'Emploi des Forces.

territoire, n'importe quel parc aurait souffert »<sup>24</sup>. Les matériels auront tenu toutefois au prix d'un effort majeur de logistique et de MCO auquel les industriels ont été largement associés avec pour résultat la tenue du tempo opérationnel.

Concernant les moteurs d'hélicoptères, l'allonge géographique du théâtre sahélien entraîne une utilisation importante des hélicoptères de manœuvre et notamment des Caracal. Les moteurs de ces derniers ont particulièrement souffert du sable malien, plus particulièrement les compresseurs axiaux et centrifuges ainsi que le diffuseur des moteurs Makila 2. L'ennemi des Caracal sur le théâtre d'opérations malien aura en premier lieu été l'herbe à chameau rencontrée par les appareils lors de posés en zone herbeuse. Lors de ces atterrissages, l'herbe venait se coller dans le vortex des EAP (Entrées d'Air Polyvalentes) d'où un bouchage progressif du filtre, une absence de centrifugation du sable et au final son passage dans le moteur. Cette usure prématurée a entraîné un démontage plus nombreux que prévu des Makila 2, occasionnant une tension de la chaîne logistique de l'opération Serval. Afin de répondre à cette contrainte, deux solutions ont été privilégiées : le développement d'un nouveau système de filtration<sup>25</sup> et surtout l'engagement de Turbomeca à respecter le KPI du contrat MCO France à savoir le recomplètement du volant

---

<sup>24</sup> <http://defense.blogs.lavoixdunord.fr/archive/2013/10/04/mali-les-materiels-ont-souffert-mais-ont-tenu-12183.html>

<sup>25</sup> <http://www.latribune.fr/entreprises-finance/industrie/aeronautique-defense/20140625trib000836995/airbus-helicopters-quand-le-caracal-mord-la-poussiere-au-mali.html>

(stock de moteurs de rechange) en 10 jours. Avec 60 moteurs concernés par le contrat MCO (30 avionnés, 10 en spare et 20 en stock chez l'industriel pour réparation ou révision), le motoriste a initié plusieurs types de mesures lors de l'opération Serval, destinées à garantir une disponibilité du volant qui au final, aura toujours été tenue. Le motoriste a, d'une part, adapté son stock industriel en augmentant ses cadences de réparation, passant d'environ 25 moteurs réparés chaque année à 50 par an. Enfin, le moteur Makila 2 équipant également les H225 (ex-EC225) civils, l'entreprise a ouvert son pool de moteurs civils (utilisé notamment pour les contrats Support By the Hour) pour compléter le parc moteurs de l'Etat français. Au final, seuls 4 moteurs auront été prélevés sur le pool civil pour venir renforcer le stock France.

Comme le démontre cet exemple, le contrat MCO France représente une solution efficace de support global. Le contrat dispose également de clauses de révision annuelles permettant de s'adapter à la situation avec sur le court terme, des souplesses en terme de contractualisation avec des parties fixes et des parties variables. Des clauses de revoyure permettent chaque année de réviser le nombre d'heures de vol ou l'intégration de nouveaux éléments de services dans le contrat global (raccourcir la reverse logistics<sup>26</sup> pour le rapatriement des moteurs des théâtres d'opération

---

<sup>26</sup> La logistique des retours concerne l'ensemble des moyens permettant de rapatrier les matériels usagés vers la métropole pour réparation dans une logique de « service après-vente ».

en métropole, envoi du moteur sur place, etc.). La SIMMAD a d'ailleurs étendu le recours à ce type de contrat à l'optronique.

### *Royaume Uni: le programme Future Support Arrangement (FSA)*

Au Royaume-Uni, la problématique est différente et plus complexe. Le contrat de support FSA de la Couronne britannique concerne un seul moteur, le RTM322 qui équipe deux plateformes : le Merlin (et ses nombreuses versions dans la Royal Navy)<sup>27</sup> et l'Apache<sup>28</sup> (Army Air Corps) d'AgustaWestland dans sa version britannique. Pour plusieurs raisons parmi lesquelles une réelle volonté de faire baisser les coûts et de réduire les temps de « turnaround » des moteurs, le Ministry of Defence (MoD) britannique était demandeur d'une solution de contrat de support global pour ses RTM322. Le MoD souhaitait avec ce contrat réduire les coûts engendrés par le support du RTM322, transférer une partie du risque sur les industriels et simplifier les procédures de support. Avant la mise en place du contrat FSA pour 6 ans en avril 2013, le support du RTM322 reposait sur six contrats couvrant les rechanges, la logistique, les réparations et l'assistance technique. Ainsi, le besoin originel du MoD était une réduction des coûts de maintenance de l'ensemble des moteurs RTM322. Le contrat FSA n'est dès lors pas à proprement parler un contrat de disponibilité mais un contrat

---

<sup>27</sup> EH-101 ou AW101 : Merlin Mk1/Mk2, Merlin Mk3/4, Merlin Mk3A/4A.

<sup>28</sup> WAH-64D Apache AH Mk1 : Boeing AH-64D Apache produit sous licence par AgustaWestland.

qui « permet » la disponibilité. Selon le MoD britannique, les réductions obtenues par l'unification des différents contrats de support et l'optimisation des procédures de MCO auraient permis des gains de coûts de l'ordre de 300M€ par rapport aux précédents accords sur une durée de 18 ans.

Concernant les plateformes équipées de moteurs RTM322<sup>29</sup>, la flotte d'hélicoptères représente au total un volume de 198 RTM322 sur la flotte Merlin et 134 RTM322 sur la flotte Apache. Concernant le support, la Defence Equipment and Support (DE&S) dispose de deux équipes de marque chargées du suivi du support des hélicoptères : l'Apache Project Team et le Merlin Project Team. C'est ce dernier qui est responsable du support de l'ensemble de la flotte RTM322 au sein du MoD britannique, et donc maître d'ouvrage du contrat FSA.

Le contrat FSA repose ainsi sur plusieurs types de prestations :

- Mise à disposition de moteurs et de LRU sur les 4 bases MOB (Main Operating Bases) hébergeant les Merlin et Apache : AAC Middle-Wallop, Wattisham Airfield (AAC), RNAS Yeovilton, et RNAS Culdrose<sup>30</sup>. Le niveau de service attendu est de 95%.
- Maintenance L2, L3, L4 pour les moteurs et accessoires : le MoD britannique ne conserve pour l'heure que la

---

<sup>29</sup> Les Merlin Mk1/2 (RTM322 Mk 100) de la Royal Navy, les Merlin Mk3/4 et Mk 3A/4A (RTM322 Mk 200 et Mk 250) de la Royal Air Force et les Apache AH Mk1 de l'Army Air Corps.

<sup>30</sup> AAC : Army Aviation Centre, RNAS : Royal Navy Air Station.

maintenance L1 en escadrons (squadrons), les trois autres niveaux étant assurés par l'industriel. La maintenance porte sur des changements de module, leur maintenance profonde ainsi que la réparation des accessoires.

- Logistique : l'industriel récupère et renvoie l'ensemble des moteurs et composants sur les MOB jusqu'à la « Purple Gate ». Ces dernières symbolisent l'entrée sur le réseau de distribution du MoD, la Joint Supply Chain (JSC), là où prend place le changement de responsabilité entre l'industriel et le MoD britannique. La procédure se limite toutefois au Royaume-Uni, le MoD se chargeant du transport de ses moteurs lors de déploiements.
- Coût à l'heure de vol : prix fixé en fonction des heures de vol prévues avec facturation supplémentaire lors d'opérations en environnement éprouvant pour les moteurs.
- Assistance technique : le MoD UK a demandé au motoriste de lui mettre à disposition en permanence 6 Field Service Representatives (FSR) répartis entre les MOB.

Si ces derniers sont présents sur les 4 grandes bases accueillant des Merlin ou des Apache, les forces britanniques bénéficient de leur présence lors de leurs déploiements en exercices. Ils ne participent toutefois pas aux opérations extérieures pour plusieurs raisons notamment des questions de sécurité. Concernant ces dernières, les Merlin déployés en opérations disposent de Deployable Spares Packs (DSP) pour



leur support. Ces DSP intègrent toute une série de rechanges (Boîte de Transmission Principale, rotors, moteurs en spare, etc.) conditionnées dans des containers en aluminium.

Actuellement, le MoD dispose d'un nombre de DSP compris entre 12 et 16 qui sont tous centralisés sur la base RNAS Culdrose et maintenus à un niveau de préparation (« readiness ») fixé par le MoD. Les moteurs sont ainsi changés sur le théâtre et renvoyés au Royaume-Uni pour les opérations de MCO nécessitant un démontage.

En 2014, le contrat FSA a été mis à l'épreuve. Une nouvelle tuyère approuvée sur les RTM322 équipant les NH90 a posé problème sur les versions des moteurs équipant certains Merlin. Demander un démontage complet de l'ensemble des moteurs aurait eu un impact catastrophique pour les Britanniques sur la disponibilité de leurs appareils. Les procédures prévues par le contrat FSA ont permis au motoriste de gérer le problème sans réduire de manière significative l'activité opérationnelle des appareils.

### *Brésil : le programme Global Support Package (GSP)*

Le besoin brésilien en matière de solutions de support est plus récent et correspond à la commande de 50 hélicoptères EC725 (ou H225M aujourd'hui) en 2011 dans le cadre du programme H-XBR. Désignés respectivement HM-4 Jaguar, UH-15 et H-36 Caracal dans les forces armées brésiliennes, ces appareils sont exploités par l'Exército Brasileiro (EB), la Marinha do Brasil (MB) et la Força Aérea Brasileira (FAB). A

l'heure où ces lignes sont écrites, 16 hélicoptères ont été livrés. Le rythme de production prévoit la livraison de 7 H225M par an pendant 5 ans pour parvenir aux 50 appareils commandés.

Le programme H-XBR représente le premier programme conjoint mené par les trois armées. Pour cette raison, le Brésil souhaitait disposer de contrats de support global qui furent placés respectivement auprès d'Helibras<sup>31</sup> et de Turbomeca do Brasil. Dans le cadre du contrat GSP Brasil, les trois armées ont délégué la gestion et le pilotage opérationnel du contrat auprès du COPAC (Comissão Coordenadora do Programa Aeronave de Combate), responsable de l'ensemble des systèmes aériens mis en œuvre par le ministère de la Défense brésilien. Les 50 H225M commandés seront répartis entre les trois armées avec 16 appareils pour l'Armée de Terre, 16 pour la Marine et 18 pour l'Armée de l'Air (dont deux pour des missions de transport de personnalités au profit de la présidence brésilienne). En plus de ce rôle particulier de transport d'autorités, les appareils seront employés pour des missions de CSAR (Combat Search And Rescue) et de SAR (Search And Rescue), des missions de patrouille maritime (PATMAR), de lutte antisurface et de support aux opérations navales, des missions Forces Spéciales, ainsi que des missions de transport et de soutien aux opérations particulièrement dans la région amazonienne. Entité rattachée à la FAB, le COPAC fait le lien entre l'ensemble des acteurs impliqués dans la mise en œuvre des

---

<sup>31</sup> Filiale brésilienne d'Airbus Helicopters, en charge de l'assemblage des EC725 du programme XBR.

H225M actuellement opérés au sein de chacune des trois armées : états-majors FAB/EB/MB, les unités opérationnelles, les commandants de zone, le commandement logistique et enfin le commandement responsable des ressources humaines. Dans le cadre de cette exploitation opérationnelle, les H225M réalisent environ 300 heures de vol par an par appareil avec une modulation de plus ou moins 20%. Les hélicoptères de la présidence brésilienne mis en œuvre par la FAB réalisent pour leur part, un volume d'heures légèrement supérieurs pour atteindre 400h/an par appareil. Afin de permettre la disponibilité optimale de ces appareils, le COPAC a mis en place un contrat GSP assurant le support intégral des Makila 2 équipant les H225M brésiliens. Ce support se répartit entre plusieurs sites :

- Level 1 et 2 : douze sites accueillent les éléments de maintenance au niveau escadron pour le L1 (9 escadrons<sup>32</sup>) et au niveau base pour le L2 (3 bases).
- Level 3 et 4 : Turbomeca do Brasil à Xerém et Turbomeca Tarnos.

Le contrat GSP comprend différents éléments de support :

- Volet IPL (Initial Provisioning List) : stock de rechanges (moteurs, modules, composants) dont 9 moteurs en pool appartenant au Brésil.
- Volet SBH (Support By the Hour<sup>33</sup>) : aspect innovant du contrat. Bien qu'exploité par un client militaire, le

---

<sup>32</sup> Chiffre susceptible d'être porté à 10 en fonction de la mise sur pied ou non d'un 10<sup>e</sup> escadron/bataillon/flottille de H225M.

contrat Brésil intègre un aspect SBH davantage tourné vers une exploitation à coût fixe de l'heure de vol des moteurs.

- Assistance technique : 6 personnes dédiées prennent en charge tout aspect technico-commercial dont 3 Field Technical Representatives (Field Rep) placés dans les grandes bases auprès de chaque armée.
- Dépenses extraordinaires : celles-ci sont destinées à couvrir tout évènement non prévu par le GSP, et ainsi permettre d'assurer la continuité des opérations des H225M brésiliens.
- Formation.

Les KPI du contrat portent sur chacun des éléments avec un objectif de 100% de disponibilité.

Auparavant et concernant le reste de la flotte d'hélicoptères motorisés par Turbomeca dans ce pays, les contrats étaient gérés selon un principe Time & Material (T&M). Comme au Royaume Uni et en France, ce type de contrat présentait l'inconvénient de ne pas garantir un coût optimisé aux forces brésiliennes et ne pas offrir de visibilité dans le temps à l'industriel. Comme dans le cas britannique, le COPAC a néanmoins pu tester les avantages du contrat GSP par rapport aux classiques contrats de support. Alors que certains H225 et H225M rencontraient des problèmes de fausses alarmes incendie moteur en vol, la flotte brésilienne semble

---

<sup>33</sup> Le contrat SBH est un contrat de coût fixe à l'heure de vol proposé par Turbomeca à ses clients civils, intégrant également une couverture financière pour les opérations de maintenance préventive et curative.

avoir été plus particulièrement affectée. L'incident était suffisamment préoccupant pour les forces armées brésiliennes dans la mesure où ce type d'alarme nécessitait d'éteindre systématiquement le moteur pour raison de sécurité. Dans le cadre du contrat GSP, une analyse personnalisée de la situation brésilienne a permis à l'industriel d'amener une réponse spécifique, sous la forme d'améliorations techniques sur les moteurs, qui a permis d'éviter de clouer au sol la flotte H225M.

## CONCLUSION

---

A l'heure où les contraintes budgétaires se font toujours plus pressantes sur les Armées, les échanges entre industriels et forces armées permettent de mettre en place des solutions d'optimisation des coûts. Les contrats de support global permettent d'amener à l'opérationnel, un meilleur rendement/disponibilité que dans le cadre d'un contrat Time & Material classique. Il s'agit d'optimiser le « time-on-wing » des moteurs (d'éviter trop de démontages), d'améliorer la fiabilité, d'allonger le temps d'utilisation des pièces à durée de vie limitée (Life Limited Parts ou LLP) et de permettre un recours plus important aux réparations plutôt que de commander des pièces de rechange. Les opérationnels y gagnent également en visibilité de l'emploi de leurs machines par une planification des heures de vol et donc derrière de la disponibilité des appareils en y intégrant une souplesse nécessaire en cas de pic d'activité pour des opérations ou au contraire d'une activité réduite.



### Publications récentes

Le MCO aéronautique : un enjeu pour la cohérence capacitaire des armées. Septembre 2014 (disponible en anglais)

Les Centres de commandement et de contrôle (C2), un enjeu stratégique structurant. Septembre 2014

Conditions d'utilisation des logiciels de l'OTAN par les Nations Alliées. Juin 2014 (disponible en anglais)

Le programme SIA : changement de paradigme pour l'armée du futur. Décembre 2013

PME et marchés de défense – Le SIA lab, une initiative au service de l'accès des PME aux marchés de la défense. Août 2013

R&D et PME de Défense – Le SIA lab, un outil innovant de mise en valeur des PME. Août 2013

Retrouvez toutes les Notes Stratégiques sur le site de CEIS

<http://www.ceis.eu/fr/toutes-publications>

#### **CEIS**

Société Anonyme au capital de 150 510 €

SIRET : 414 881 821 00022 – APE : 741 G

280 boulevard Saint Germain – 75007 Paris

Tél. : 01 45 55 00 20 – Fax : 01 45 55 00 60

Tous droits réservés



ceis