

Comparaison des chaînes de maintien en condition
opérationnelle (MCO) de la Luftwaffe et de
l'Armée de l'air française dans la perspective du
développement d'un avion de chasse commun



Mémoire

LCL Christoph Gross

Promotion 25 de l'Ecole de Guerre

Résumé

La comparaison du système de MCO de l'EUROFIGHTER avec celui du Rafale démontre que les structures mises en place pour le soutien technico-logistique sont similaires. Le MCO n'est pas exactement organisé de la même manière dans les deux armées, mais les différents niveaux d'organisation de la maintenance sont comparables (niveau opérationnel, niveau industriel au sein des Armées, industriels civils). Les niveaux d'intervention techniques établis au sein des armées de l'air présentent, eux aussi, beaucoup d'analogies. Les principales différences résident dans le volume des tâches techniques effectuées au sein des unités opérationnelles, où l'Armée de l'air semble avoir gardé plus de compétences, elles se manifestent aussi au niveau des tâches industrielles, pour lesquelles la France, avec le SIAé, fait recours à un organisme étatique. L'Allemagne, quant à elle, a développé des modèles dits « coopératifs », lesquels s'appuient sur une structure mise en place par l'industrie civile mais qui permet le maintien d'une expertise technique militaire grâce aux personnels militaires intégrés dans ses effectifs. Les deux pays recourent également à des prestations de service industrielles basées sur une obligation de performance : la France a signé quatre contrats majeurs qui couvrent la majorité de la maintenance industrielle du Rafale, l'Allemagne a passé un marché au niveau logistique avec Airbus. Cette tendance à l'externalisation avec obligation de performance va probablement s'intensifier à l'avenir. L'Armée de l'air exploite le Rafale conformément aux règlements de l'AESA, alors que la Luftwaffe se réfère, pour l'EUROFIGHTER, à des réglementations purement militaires. Cependant, elle utilise le cadre réglementaire de l'AESA pour d'autres systèmes d'armes.

Un MCO commun pour le futur système de combat aérien paraît tout à fait réalisable et bénéfique sur le plan financier. Le rapprochement des deux systèmes de MCO aboutirait via plus d'implication « coopérative » de l'industrie en France, plus de soutien militaire en Allemagne et l'application d'un même cadre réglementaire. Il conduirait à l'établissement d'une formation commune pour les personnels, à des contrats avec obligation de performance passés aux mêmes industriels, à la création d'installations communes et même peut-être à l'établissement d'unités mixtes. Les

exemples actuels de l'A400M et du projet C-130 démontrent déjà la faisabilité d'une telle entreprise.

La principale difficulté semble être liée au fait que l'engagement des deux pays dans ce projet commun est susceptible d'avoir de fortes implications sur le plan de l'autonomie nationale et au niveau politico-économique.

Abstract

The comparison between the logistics and maintenance systems of the Rafale and the EUROFIGHTER shows that the structures established for the logistical and technical support are indeed similar. The support isn't exactly organised the same way in the two armed forces, but the different levels of organisation of maintenance are comparable (operational level, industrial level within the armed forces, civil industries). The maintenance levels established within the armed forces are very similar as well. The main differences are found at the level of the volume of the technical tasks performed within the operational units, where the Armée de l'air seems to have kept more competences, and at the level of the industrial tasks, where France, with the SIAé, appeals to a state organisation. Germany, on their side, has developed a cooperative model, institutions operated by the civil industry allowing the maintenance of military technical expertise with military staff integrated in the workforce. The two countries rely as well on industrial service delivery based on a performance commitment, France with four main contracts covering the majority of Rafale industrial maintenance, Germany on the logistics level with Airbus. This tendency will probably increase in the future. The Armée de l'air is operating Rafale in accordance to EASA regulations, whereas the Luftwaffe refers to purely military regulations for the EUROFIGHTER. However, the regulations framework of the EASA is used by the Luftwaffe for other weapon systems.

Common technical and logistics support for the future combat system seems indeed feasible and beneficial on the financial level: In converging the two maintenance systems (more "cooperative" industrial involvement in France, more military support in Germany) and in applying the same regulations framework, a common training, an industrial support based on common contracts or common facilities and even the creation of mixed units could be possible. The current examples of the A400M and the C130 project are already demonstrating the feasibility of it.

The main obstacle is the commitment of the two countries to this common project, which is having strong implications at the level of national autonomy and at the political-economic plane.

Sommaire

RESUME	2
ABSTRACT	4
INTRODUCTION.....	7
CHAPITRE 1: L'EUROFIGHTER	11
1.1 DESCRIPTION GENERALE DU SYSTEME D'ARMES EUROFIGHTER.....	11
1.2 LE SYSTEME MCO DE LA BUNDESWEHR	13
1.3 LE SYSTEME MCO DE L'EUROFIGHTER	16
1.3.1 <i>Le MCO au niveau des unités opérationnelles de l'EUROFIGHTER</i>	20
1.3.2 <i>Le MCO à l'extérieur des unités opérationnelles</i>	23
1.3.3 <i>Le MCO spécifique aux déploiements et engagements opérationnels</i>	26
1.3.4 <i>Navigabilité et responsabilité pour l'évolution du système</i>	27
1.3.5 <i>La formation du personnel mécanicien de l'EUROFIGHTER</i>	29
CHAPITRE 2: LE RAFALE	32
2.1 DESCRIPTION GENERALE DU SYSTEME D'ARMES RAFALE.....	32
2.2 LE SYSTEME MCO DES FORCES FRANÇAISES.....	34
2.3 LE SYSTEME MCO DU RAFALE.....	36
2.3.1 <i>Le MCO au niveau des unités opérationnelles du Rafale</i>	38
2.3.2 <i>Le MCO à l'extérieur des unités opérationnelles</i>	41
2.3.3 <i>Le MCO spécifique aux déploiements et engagements opérationnels</i>	43
2.3.4 <i>Navigabilité et responsabilité pour l'évolution du système</i>	44
2.3.5 <i>La formation du personnel mécanicien du Rafale</i>	45
CHAPITRE 3: COMPARAISON DES SYSTEMES MCO	47
3.1 L'EUROFIGHTER ET LE RAFALE, SYSTEMES D'ARMES COMPARABLES ?	47
3.2 LES SYSTEMES MCO EN GENERAL	48
3.3 LES SYSTEMES MCO SPECIFIQUES AU RAFALE ET A L'EUROFIGHTER	49
3.3.1 <i>Le MCO au niveau des unités opérationnelles</i>	50
3.3.2 <i>Le MCO à l'extérieur des unités opérationnelles</i>	51
3.3.3 <i>Le MCO en Opex</i>	52
3.3.4 <i>Navigabilité et évolution des systèmes d'armes</i>	53
3.3.5 <i>La formation du personnel mécanicien</i>	54
CHAPITRE 4 : CONCLUSION.....	56

4.1 VERS UN FUTUR MCO COMMUN ?	56
4.1.1 <i>Un système de MCO sur mesure avec des niveaux d'intervention identiques</i>	56
4.1.2 <i>Des unités mixtes pour une exploitation commune</i>	57
4.1.3 <i>Plus de maintenance pour les militaires allemands, plus de modèles dits « coopératifs » chez l'industriel français</i>	58
4.1.4 <i>Effets positifs pour les Opex</i>	59
4.1.5 <i>Un même standard pour la navigabilité, une agence de gestion forte</i>	59
4.1.6 <i>La formation commune : déjà une réalité aujourd'hui elle reste une nécessité impérieuse pour demain.</i>	60
4.2 PERSPECTIVES	61
ANNEXES	65
SOURCES ET BIBLIOGRAPHIE	65
• <i>Références bibliographiques</i>	65
• <i>Articles de presse aéronautique et militaire</i>	65
• <i>Internet</i>	66
• <i>Interviews et témoignages</i>	68
AUTRES ANNEXES	69
<i>Annexe 1 : Données techniques de l'EUROFIGHTER</i>	69
<i>Annexe 2: Données techniques du Rafale</i>	70
<i>Annexe 3 : Entretien avec l'Ingénieur Général de l'Armement Christian Chabbert</i>	71
<i>Annexe 4 : Organisation matricielle du MCO</i>	74
<i>Annexe 5 : Tableau regroupant les différents modèles de maintenance et les régimes de navigabilité des systèmes d'armes de la Luftwaffe</i>	76
<i>Annexe 6 : Organisation du BAABw et principes régissant le contrôle des prestations de service contractualisées</i>	77
<i>Annexe 7 : Ambitions françaises en matière de coopération technologique et industrielle</i>	79
<i>Table des abréviations</i>	80

Introduction

Ce mémoire entend comparer le Maintien en condition opérationnelle (MCO) de l'Armée de l'air allemande, la Luftwaffe, avec celui de l'Armée de l'air française. Ce travail fait suite à la volonté exprimée par les deux chefs d'État à l'issue du Conseil des ministres franco-allemand du 13 juillet 2017¹ de développer un système de combat aérien commun².

A cette fin, les avions de chasse les plus récents de la France et de l'Allemagne, à savoir le Rafale et l'EUROFIGHTER, ont été choisis comme base de comparaison, car ce sont les systèmes d'armes les plus proches du futur système commun, si ce dernier devait voir le jour.

Le projet de système de combat aérien commun s'inscrit dans une histoire déjà ancienne : en 1958, la France et l'Allemagne se sont engagées dans le développement d'un avion de transport commun³, ce qui a donné naissance au C-160 Transall. Cet avion mythique a rendu des bons et loyaux services lors des 60 dernières années au sein de l'Armée de l'air française et de la Luftwaffe, ce projet commun est tout à fait remarquable seulement quelques années après l'affrontement des deux nations. Il a également permis de mener à une première coopération au niveau du MCO. Cette coopération, certes révolutionnaire en vue du contexte historique, restait cependant avec une portée limitée : une évolution divergente des

¹ CHATIGNOUX Catherine, *Défense, zone euro, fiscalité : Macron et Merkel relancent l'Europe tous azimuts*, Les Echos, 13/07/2017,

https://www.lesechos.fr/13/07/2017/lesechos.fr/010148359824_defense--zone-euro--fiscalite---macron-et-merkel-relancent-l-europe-tous-azimuts.htm, consulté le 18/12/2017.

² Ce projet est poursuivi sous la dénomination de SCAF (système de combat aérien futur, inspiré de la désignation anglaise FCAS ; *Future Combat Air System*) et est un « système de systèmes », composé principalement d'avions de chasse de sixième génération, de drones et d'armement intelligent. Du côté français, le projet est dirigé par l'EMAA et la DGA, une feuille de route est prévue avant l'été 2018, le choix d'architecture est prévu pour 2021. Le présent mémoire se focalise sur l'avion de combat de sixième génération, dans l'hypothèse que ce dernier sera un développement franco-allemand.

³ ALLARD, Stéphane, *Transall C160 Une aventure franco-allemande*, Marines éditions, 240 p., p. 14.

versions françaises et allemandes⁴ n'a pas permis de développer un soutien commun approfondi au fil des années⁵ entre les deux armées de l'air.

De la même manière, le développement commun d'un avion de chasse léger a été décidé en 1969, ce qui a mené à la construction de l'Alpha Jet par Dassault-Breguet et Dornier⁶. Mais les voies des deux avions se sont séparées à partir de 1974 lors de la phase d'essais en vol des prototypes⁷. La coopération s'est ensuite intensifiée au travers des projets communs comme le Tigre, le NH 90 ou encore l'A400M, mais ceci n'a cependant pas abouti à la création de structures identiques pour leur soutien technico- logistique⁸.

Ces exemples démontrent tout l'intérêt de prendre en compte la question d'un MCO commun dès la phase de développement d'un nouveau système d'armes : sa mise en place nécessite une détermination importante et en amont de tous les acteurs. Les bases nécessaires à cet objectif peuvent disparaître tout au long de la durée de vie d'une coopération et ce dès la conception d'un projet commun.

La présente comparaison des deux systèmes technico-logistiques constitue une première. En identifiant les éléments communs autant que les différences des deux

⁴ Ceci concerne notamment une rénovation du système avionique, des modifications au niveau des réacteurs et l'adaptation des systèmes d'autoprotection ainsi que des mesures de prolongement de durée de vie différentes. De plus, la France a opté pour la fabrication d'une deuxième série « Nouvelle Génération » à partir de 1976 qui possède des caractéristiques techniques différentes.

⁵ Le soutien technico-logistique se limite ainsi principalement à des opérations de mise en œuvre et de dépannage simples inscrits dans un Memorandum of Understanding (MOU), à une coopération sous forme de conférence annuelle (CLIT : Comité de liaison et d'information du Transall) et à l'échange de certaines pièces de rechange sur la base d'un suivi d'équilibrage annuel (Balance List). L'échange des pièces est limité en raison de l'évolution différente des avions.

⁶ VETTER, Bernd, VETTER, Frank, *Versuchsprojekte der Bundeswehr Flugerprobungen der Wehrtechnischen Dienststelle 61*, Motorbuch Verlag, 175 p., p. 70.

⁷ *Id.* p. 72 - 74 : Ceci a été le cas en raison d'intérêts divergents en ce qui concerne la future utilisation de l'avion : L'Armée de l'air française avait besoin d'un avion d'entraînement (Alpha Jet E pour École), la Luftwaffe voulait se doter d'un avion de chasse léger (Alpha Jet A pour *Angriff* ; Attaque), mais également pour des raisons financières. Ceci entraînait de nombreuses différences entre les avions, comme par exemple en ce qui concerne le radome et le siège éjectable. De plus, la version A était entre autres équipée d'une crosse d'arrêt, d'un canon, de 4 points d'emport au lieu de 2, d'un système de freinage renforcé ainsi que d'un système avionique plus performant.

⁸ Bien au contraire, la coopération en matière de logistique a diminué : un échange de pièces entre les flottes A400M françaises et allemandes n'est plus possible en raison de contrats d'approvisionnement différents.

systèmes, elle se veut un premier pas vers d'éventuelles réflexions ultérieures sur le MCO du futur système franco-allemand. Effet secondaire, par la description brève des deux systèmes technico-logistiques, ce travail est censé promouvoir la compréhension mutuelle, l'une par rapport à l'autre, de la Luftwaffe et de l'Armée de l'air française.

Les informations qui ont permis de décrire - bien que d'une manière assez générale - les MCO du Rafale et de l'EUROFIGHTER sont issues de revues dédiées à l'aéronautique et à la Défense ou empruntées à d'autres sources ouvertes (livres spécialisés et sources internet). Elles ont été enrichies grâce à des échanges avec des officiers des services compétents des deux armées de l'air.

Ce mémoire n'a pas vocation à décrire les systèmes d'armes et leur chaîne technico-logistique dans ses moindres détails ou à effectuer une comparaison à partir d'une base de données numériques étendue. En raison de la sensibilité de ces deux avions, qui constituent la technologie de pointe aéronautique des deux pays, et vu le temps limité pour la rédaction du présent travail, le choix a été fait de se contenter d'une description plutôt générale des deux systèmes de MCO associés auxdits avions. Ceci permet néanmoins de dégager des réflexions générales qui peuvent servir de base dès lors qu'une future doctrine de MCO franco-allemand pour le système d'armes commun à venir serait à développer.

Avant de pouvoir créer un MCO commun, le projet relatif à un système de combat aérien commun doit aboutir. La question de la faisabilité d'un tel projet binational est certes primordiale, cependant, elle n'est pas le sujet du présent mémoire. Elle sera abordée brièvement au moment de la conclusion, mais sans vouloir prétendre à l'exhaustivité.

L'évolution technique (industrie 4.0) est tout aussi un aspect primordial et dimensionnant pour l'organisation future du MCO, mais, pour les mêmes raisons que celles évoquées ci-dessus, elle sera également abordée uniquement de manière succincte.

La question de fond à laquelle renvoie le titre du présent mémoire est celle de savoir si, dans la perspective d'un MCO franco-allemand, ce sont bien les points communs

qui prédominent ou si, au contraire, les différences sont trop importantes pour envisager sa création. Ce travail cherche donc également à répondre aux questions suivantes : Dans quelle mesure un MCO franco-allemand pour le futur avion commun serait opportun voire possible ? Comment pourrait-il être mis en œuvre et quels en seraient les avantages ?

En vue de la comparaison recherchée, le premier chapitre fournit une description du système MCO de l'EUROFIGHTER. En plus d'un descriptif général du système d'armes, le concept technico-logistique de la Bundeswehr est brièvement exposé, car le MCO des systèmes d'armes de la Luftwaffe y est intégré. Suit enfin, dans ce même chapitre, une présentation des éléments clés du système MCO de l'EUROFIGHTER. Le deuxième chapitre est consacré au MCO du Rafale, en respectant le même plan que le chapitre précédent dédié au MCO de l'avion allemand.

C'est au troisième chapitre que les informations recueillies aux chapitres un et deux sont juxtaposées et comparées. Dans ce chapitre, les similarités et les différences des deux systèmes sont dégagées et une estimation est effectuée quant à la faisabilité d'un MCO commun.

Enfin, les conclusions de cette comparaison sont présentées dans le dernier chapitre du mémoire.

Chapitre 1: L'EUROFIGHTER

Le présent chapitre donne un aperçu du système MCO tel qu'il existe au sein de la Luftwaffe au profit de l'EUROFIGHTER. Afin de pouvoir comparer de manière objective le système allemand avec le modèle MCO français du Rafale, il est utile de prendre également en compte les caractéristiques du système d'armes ainsi que celles du système de soutien technico-logistique global mis en place respectivement dans les forces armées allemandes et françaises. Ces derniers éléments seront considérés en premier suivis de la description du MCO spécifique à l'EUROFIGHTER.

1.1 Description générale du système d'armes EUROFIGHTER

L'EUROFIGHTER est un avion de combat multi-rôle⁹ biréacteur issu d'une coopération européenne entre la Grande-Bretagne, l'Espagne, l'Italie et l'Allemagne. La part de travail des différentes nations dans la production est de 37,5 % GBR, 30 % DEU, 19,5 % ITA et 13 % ESP¹⁰.

L'EUROFIGHTER propulsé par deux moteurs EJ200 produits par le consortium Eurojet GmbH¹¹ est livré en version monoplace et biplace (Twin Seater, T/S). Pouvant être piloté depuis la place avant ou arrière (moniteur), le T/S est aussi pleinement opérationnel avec un seul pilote embarqué¹². Les avions de la Luftwaffe sont principalement des monoplaces, la version biplace (T/S) étant réservée à des fins de formation¹³.

⁹ L'EUROFIGHTER est également appelé avion de combat « *Swing-Role* », car il est capable d'assurer plusieurs tâches pendant une mission ou de changer de rôle au cours d'une mission (air-air/air-sol).

¹⁰ LTT FAUST, Steffen, affecté au LwTrpKdoUstg 2 Ia, Gestion du système d'armes EUROFIGHTER (Le LTT FAUST est ingénieur système EUROFIGHTER), interviewé par mél, ses observations ont été transmises le 21/12/2017.

¹¹ SCHISCHKO, Klaus, *EUROFIGHTER : Zum Stand des Programms*, publié en : Soldat und Technik: Zeitschrift für Wehrtechnik, Rüstung und Logistik. -47 (2004), N° 1, p. 28.

¹² LTT FAUST, Steffen.

¹³ SCHISCHKO, Klaus, *op. cit.*, p. 28.

L'EUROFIGHTER est un chasseur de la génération 4+¹⁴ composé à 82 % de matériaux composites (70 % fibre de carbone, 12 % fibre de verre)¹⁵.

Il se distingue par sa contrôlabilité et sa manœuvrabilité avec un rapport poids/poussée élevé, offrant une flexibilité accrue en même temps qu'une consommation et surface équivalente radar (SER) faibles¹⁶. Autres caractéristiques de l'avion : la mise en réseau des capteurs, sa fiabilité et sa maintenabilité. La manœuvrabilité élevée est due à la construction aérodynamique instable du fait d'ailes delta et plan canard ainsi qu'à l'utilisation de matériaux composites pour la majeure partie de l'avion. La stabilité de l'avion est assurée par son système de commandes de vol, le *Flight Control System (FCS)*. Le *FCS* réduit, entre autre, la charge de travail du pilote pour que ce dernier puisse se concentrer pleinement sur sa mission sans avoir à se préoccuper des commandes de vol. Le pilote transmet les ordres correspondant aux manœuvres de vol souhaitées au système de commandes électroniques (*Fly-by-wire*) par le manche, la manette de gaz et les pédales, le *FCS* initie les opérations requises, comme par exemple la position des volets, et traduit ainsi les commandes du pilote¹⁷.

Le premier EUROFIGHTER a été livré à la Luftwaffe en 2003¹⁸, la production de série avait lieu en trois tranches successives. Si la version standard de la « Tranche 1 » était capable d'assurer les seules capacités de base (un changement de rôle entre air-air et air-sol n'étant pas possible en raison de ses capacités de calcul limitées), les appareils des tranches deux et trois sont plus performants et permettent

¹⁴ SCHMIDT- NECHL, Oliver; KOTHE, Stefan: *Das logistische System EUROFIGHTER*, publié en: Europäische Sicherheit: Politik, Streitkräfte, Wirtschaft, Technik, 59 (2010), N° 12, p. 57.

¹⁵ Airpower Austria, <http://eurofighter.airpower.at/technik-struktur.htm>, consulté le 13/12/2017.

¹⁶ L'EUROFIGHTER n'est pas un avion furtif au sens propre du terme, il a cependant été optimisé afin d'obtenir une faible SER. Ainsi, les entrées d'air sont dirigées vers le haut, afin d'éviter des angles droits, les parties exposées du fuselage sont recouvertes de matériaux absorbant les rayons radar et la verrière du Cockpit est pourvue d'une couche fine imperméable aux ondes électromagnétiques, ce qui réduit considérablement la signature radar de l'avion. Source: Wikipedia, Eurofighter: https://de.wikipedia.org/wiki/Eurofighter_Typhoon#Technik, consulté le 04/01/2018.

¹⁷ LTT FAUST, Steffen.

¹⁸ SCHISCHKO, Klaus, *op. cit.*, p. 28.

d'exploiter le spectre complet de l'armement, des capacités et des rôles de l'EUROFIGHTER¹⁹.

Jusqu'à présent, 524 des 623 EUROFIGHTER commandés ont été livrés, dont 148 (160)²⁰ à la Grande-Bretagne, 128 (143) à l'Allemagne, 89 (96) à l'Italie, 65 (73) à l'Espagne, 15 (15) à l'Autriche, 70 (72) à l'Arabie Saoudite et 9 (12) à l'Oman. Le Koweït a commandé 28 EUROFIGHTER, le Qatar a passé commande de 24 avions²¹.

1.2 Le système MCO de la Bundeswehr²²

Dans le système logistique de la Bundeswehr²³, la logistique opérationnelle de la Luftwaffe (*Einsatzlogistik Luftwaffe*) réalise les besoins logistiques spécifiques à l'armée de l'air pour ce qui concerne ses systèmes d'armes et matériels, et ce tant en métropole qu'en opération extérieure (Opex)²⁴.

Toutes les prestations logistiques qui dépassent les capacités de la logistique opérationnelle de l'armée de l'air sont fournies par la logistique interarmées (*Basislogistik*) à travers le service de soutien interarmées (*Streitkräftebasis, SKB*²⁵). En effet, un grand nombre de capacités logistiques communes ont été transférées au

¹⁹ Wikipedia EUROFIGHTER: https://de.wikipedia.org/wiki/Eurofighter_Typhoon#Tranche_3, consulté le 04/01/2018.

²⁰ Les chiffres entre parenthèses correspondent au total des appareils commandés.

²¹ Les informations relatives aux avions déjà livrés ont été données par le LTT FAUST, Steffen (situation au 30/11/2017), le nombre total indiqué des avions actuellement commandés est celui de : Wikipedia: EUROFIGHTER Typhoon,

https://de.wikipedia.org/wiki/Eurofighter_Typhoon#Tranche_3, consulté le 04/01/2018.

²² Les informations concernant le système logistique de la Bundeswehr proviennent de: SMOLL, Raik, *Einsatzlogistik Luftwaffe*, publié en : Unterstützung und Durchhaltefähigkeit, Sankt Augustin 2009, p. 38 - 39.

²³ Le « système logistique de la Bundeswehr » inclut aussi bien les éléments purement logistiques que les éléments techniques (voir définition qui suit dans ce chapitre). On pourrait donc tout aussi bien parler d'un système technico-logistique ou MCO.

²⁴ Mise à disposition des capacités logistiques pour la construction, la mise en service et l'exploitation des bases opérationnelles.

²⁵ Le service de soutien interarmées est un service de la Bundeswehr au même titre que les armées et les autres services tels que le service de santé et le service Cyber et information. Il regroupe les capacités communes dont les armées et les autres services ont besoin (comme par exemple la logistique, les systèmes d'information et de communication, le renseignement, la police militaire, le NRBC etc.) pour accomplir leur mission.

SKB, ce qui explique l'importance vitale, pour la Luftwaffe, du soutien par la logistique interarmées.

La logistique opérationnelle de l'armée de l'air est un ensemble à plusieurs volets : la logistique organique (*Organische Logistik*) des unités opérationnelles, la logistique en matière de systèmes d'armes (*Waffensystemlogistik*) et la formation technique²⁶ :

- La logistique organique : ce sont les forces logistiques des unités opérationnelles, notamment le soutien technique (*Technische Gruppe* ; Groupe Technique²⁷) des bases aériennes. Cette composante technico-logistique est profondément intégrée aux unités opérationnelles, le fonctionnement est le même en métropole comme en Opex. Les éléments de la logistique organique sont subordonnés au Commandement des forces de l'armée de l'air allemande Division Soutien 1, 2 (*Luftwaffentruppenkommando Unterstützung 1, 2 / LwTrpKdo, Ustg 1, 2*) voire à l'Etat-major de l'armée de l'air allemande, division 4 (*Kommando Luftwaffe, Abteilung 4 Kdo Lw, Abt 4*).
- Le soutien des systèmes d'armes (également appelé la logistique en matière de systèmes d'armes) comprend le niveau du soutien technico-logistique qui va plus loin que le niveau technique d'intervention des unités opérationnelles. Il s'agit en l'occurrence de celles parmi les installations de maintenance et de soutien propres à la Luftwaffe qui effectuent des opérations de maintenance lourdes. Autre tâche de la logistique en matière de systèmes d'armes : fournir un soutien rapide au profit des unités opérationnelles en Opex en projetant des équipes de dépannage et d'analyse sur le théâtre. La gestion de l'utilisation et le management technico-logistique sont également du ressort de la logistique en matière de systèmes d'armes. La responsabilité

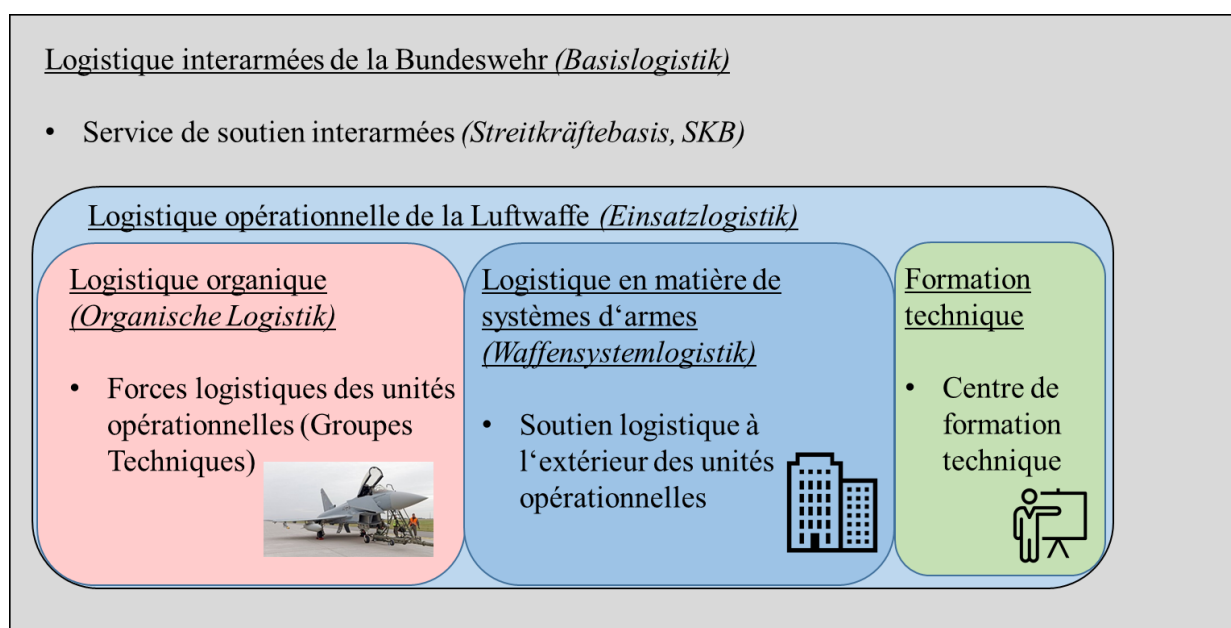
²⁶ Un schéma global du système logistique de la Bundeswehr figure à la p. 15.

²⁷ Le soutien technique d'une escadre allemande applique le principe de la « technique centralisée », tous les éléments de maintenance et de logistique sont regroupés dans une même unité, la *Technische Gruppe* (Groupe Technique). Les unités volantes ne disposent pas de personnels mécaniciens attitrés.

d'exploitation²⁸ se situe également au niveau du *LwTrpKdo*, *Ustg* 1, 2 ou du *Kdo Lw Abt 4*, la responsabilité d'utilisation²⁹ revient à l'Office fédéral des équipements, des technologies de l'information et du soutien en service de la Bundeswehr (*Bundesamt für Ausrüstung, IT und Nutzung der Bundeswehr*, *BAAINBw*).

- La formation technique dédiée à l'EUROFIGHTER fait l'objet du chapitre 1.3.5.

Le système logistique de la Bundeswehr



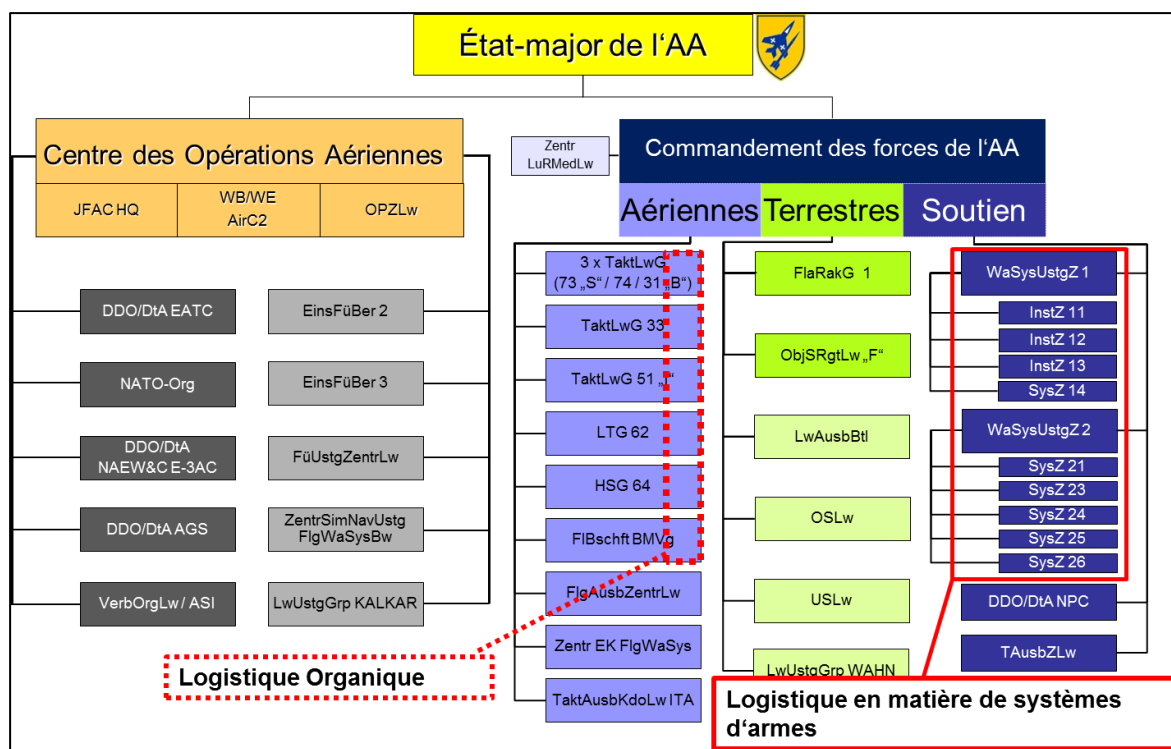
Pour ses systèmes d'armes plus récents et plus sophistiqués, la Luftwaffe a privilégié une coopération étroite avec l'industrie dans le domaine de la logistique en matière

²⁸ Exploitation (*Betrieb*) : maintien en service du matériel ; utilisation quotidienne du matériel, décideur en dernière instance : le CEMAA.

²⁹ Utilisation (*Nutzung*) : Ensemble qui garantit la maturité opérationnelle d'un système d'armes en vue de son utilisation. Ceci va de la conception des contrats, en passant par le développement et la mise à disposition jusqu'à l'utilisation. C'est dans le cadre de l'utilisation du système d'armes qu'une interface vers les responsables du maintien en service (piloté par le BAAINBw) s'impose. Le BAAINBw est, au titre de la responsabilité du matériel, responsable de la mise à disposition de tout ce qui est nécessaire à l'utilisation (= le soutien en service) mais dépasse les possibilités techniques de l'Armée de l'air. Dans le cas d'une maintenance programmée chez l'industriel, par exemple, l'unité opérationnelle va adresser une demande au BAAINBw par l'intermédiaire du responsable du maintien en service (Commandement des Forces de l'Armée de l'air). L'organisation du BAAINBw est décrite en Annexe 6.

de systèmes d'armes renonçant ainsi à des structures en propre. Ce modèle dit « coopératif » est également celui retenu pour l'EUROFIGHTER, il sera décrit ultérieurement. Le *BAAINBw* est l'instance compétente en matière de contrats « coopératifs ».

La logistique en matière de systèmes d'armes dans l'organisation de la Luftwaffe (Nota : L'organigramme suivant est focalisé sur les systèmes d'armes aériens.)



1.3 Le système MCO de l'EUROFIGHTER³⁰

Le système technico-logistique de l'EUROFIGHTER a déjà été défini dans ses grandes lignes lors du développement du projet multinational par les exigences à caractère politique formulées par les nations partenaires.

³⁰ Les informations concernant le système logistique de l'EUROFIGHTER sont issues de : SCHMIDT- NECHL, Oliver; KOTHE, Stefan, *op. cit.* p. 57 - 62.

Parmi ces exigences figurait l'exploitation du système d'armes suivant les principes de la maintenance selon état (« *On-condition-Maintenance* »). Contrairement aux traditionnels concepts de mise en œuvre et de maintenance, lesquels prévoient des travaux réguliers dans des intervalles calendaires ou horaires définis, l'EUROFIGHTER n'entre généralement en maintenance qu'en cas de dysfonctionnement avéré. Toujours est-il que pour des raisons de sécurité de vol, l'EUROFIGHTER ne peut pas se passer complètement de visites périodiques.

Autre exigence des nations partenaires : le principe de la « *Single Source* » (source unique). Il prévoit un seul et même fabricant par composant. Ce fabricant est censé assurer la fourniture de l'article en question à chacune des nations partenaires, il s'agit d'éviter des travaux de développement et la création en parallèle de capacités de production dans les différents pays. Ledit fabricant unique est également chargé de la révision et du dépannage des composants issus de sa production.

Par ailleurs, l'EUROFIGHTER, avion de chasse ultra-moderne, réalise environ 80 % de ses fonctionnalités à l'aide de logiciels, ce qui engendre de très grandes exigences par rapport à l'infrastructure SIC³¹ interne ainsi qu'au système support et requiert, de ce fait, un effort considérable dans le domaine du support technique afin de réaliser la maintenance des logiciels.

En conséquence, le système MCO de l'EUROFIGHTER a été conçu en tant que concept à deux niveaux :

- Dans les unités opérationnelles sont essentiellement et uniquement effectuées les opérations de maintenance en ligne³² (« *On Aircraft* »), comme par exemple la mise en œuvre et l'échange des URL³³ défectueuses (le tout étant réalisé au sein des Groupes Techniques).

³¹ Systèmes d'information et de communication

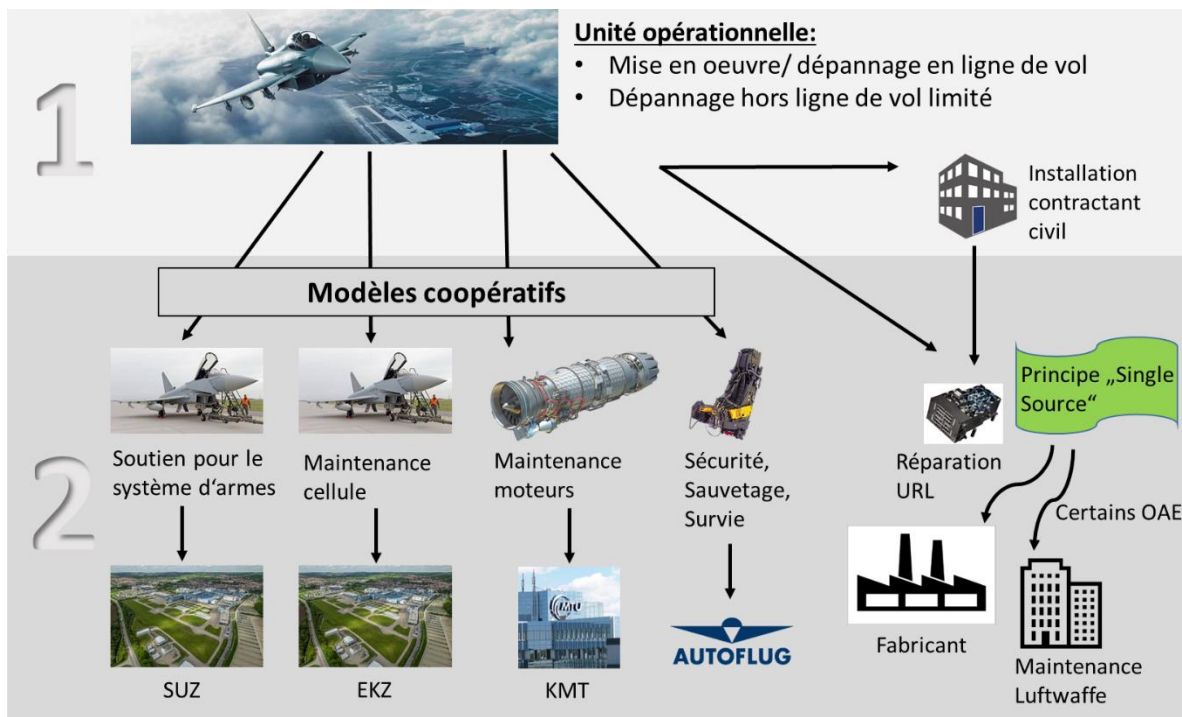
³² Des travaux hors ligne („Off aircraft“) effectués en unité opérationnelle sont, par exemple, le chargement de certains logiciels hors ligne ; certaines instructions techniques sont également réalisées hors ligne tout comme d'autres travaux tels que les chantiers carburants.

³³ Unité remplaçable en ligne

- Toutes les autres opérations de maintenance se font à l'extérieur de l'unité opérationnelle, la remise en état des équipements défectueux s'effectue chez le fabricant.

Au regard du nombre d'unités relativement faible de la flotte EUROFIGHTER de la Luftwaffe et tenant compte à la fois de l'effort désormais réduit en matière de maintenance et de dépannage et de la complexité technologique nettement accrue ainsi que de la diminution des effectifs des forces armées, il s'agissait, d'un côté, d'éviter la mise en place de capacités de maintenance à l'extérieur des unités opérationnelles. De l'autre côté, comme un certain niveau de connaissances et une capacité technique à l'évaluation reste indispensable pour la Luftwaffe, une grande partie de la maintenance réalisée à l'extérieur des unités se fait dans le cadre des modèles « coopératifs » déjà évoqués. Il s'agit en l'occurrence d'installations de maintenance gérées par l'industrie, dans lesquelles militaires et collaborateurs civils travaillent ensemble. Les quatre modèles « coopératifs » mis en place pour le MCO de l'EUROFIGHTER seront décrits de manière plus détaillée au chapitre 1.3.2.

Système MCO à deux niveaux de l'EUROFIGHTER



Graphique établi sur la base de : SCHMIDT-NECHL, Oliver; KOTHE, Stefan : *Das logistische System EUROFIGHTER*, publié en : Europäische Sicherheit: Politik, Streitkräfte, Wirtschaft, Technik, 59 (2010), N° 12, p. 58.

Le caractère innovateur du système MCO à deux niveaux de l'EUROFIGHTER apparaît à l'évidence lorsqu'il est comparé avec les concepts mis en place pour les autres systèmes d'armes de la Luftwaffe plus anciens (bien que toujours en service). Pour ces derniers s'applique encore le système classique de MCO du matériel qui se décline en quatre niveaux ou « *Materialerhaltungsstufen / MES* en allemand », ce qui signifie, traduit littéralement, « niveaux de maintien en condition opérationnelle du matériel »³⁴ :

Niveau de MCO (MES)	Opérations de maintenance	Exécutant
MES 1	Mise en œuvre, dépannages mineurs	Unité opérationnelle
MES 2	Dépannage, réparation URL	Unité opérationnelle
MES 3	Dépannage/révision type industriel	Luftwaffe/Industrie
MES 4	Dépannage/révision type industriel	Luftwaffe/Industrie

- Le 1^{er} niveau de maintien en condition opérationnelle du matériel (*MES 1*) comprend la mise en œuvre et l'entretien du matériel par l'utilisateur.
- Le 2^{ème} niveau (*MES 2*) est celui des dépannages que l'on peut effectuer sur le site de l'utilisateur, mais qui sont pris en charge par un service spécialisé.
- Le 3^{ème} niveau (*MES 3*) couvre les révisions et dépannages plus complexes réalisés par un centre de maintenance militaire ou civil (exemple : « Petite Visite » du MCO Transall),
- Le 4^{ème} niveau (*MES 4*) est le niveau de révision et de dépannage le plus élevé nécessitant des connaissances et moyens plus importants que le niveau précédent et, par conséquent, le recours à une infrastructure militaire ou civil appropriée (exemple : « Grande Visite » du MCO Transall).

³⁴ Les *MES* sont en vigueur pour les Bell UH-1D, Sikorsky CH-53G, Transall C-160, Panavia Tornado, Sea Lynx et P-3C Orion. Une vue d'ensemble des différents modèles de maintenance dédiés aux systèmes d'armes de la Luftwaffe se trouve en annexe 5.

Les niveaux de maintenance 1 et 2 (*MES 1* et 2) sont donc principalement pris en charge par la logistique organique tandis que les niveaux 3 et 4 (*MES 3* et 4) sont du ressort de la logistique en matière de systèmes d'armes.

Par rapport au système MCO à deux niveaux de l'EUROFIGHTER, le système classique prévoit des dépannages et des révisions de matériel plus complexes au sein des unités opérationnelles. De plus, la Luftwaffe détient, au niveau des *MES 3* et *MES 4*, des infrastructures réservées à la seule réalisation de dépannages et révisions de type industriel. Cette façon de faire a été abandonnée pour l'EUROFIGHTER.

Une autre particularité de l'EUROFIGHTER se situe au niveau du soutien logistique proprement dit : tout ce qui n'est pas couvert par la logistique opérationnelle est normalement pris en charge par la logistique interarmées du *SKB*. Ceci n'est pourtant pas le cas pour l'exploitation de l'EUROFIGHTER en métropole : à ce niveau, le soutien logistique des unités opérationnelles est assuré à part entière par l'industrie sur la base de contrats.

1.3.1 Le MCO au niveau des unités opérationnelles de l'EUROFIGHTER

Le travail effectué en unité par le Groupe Technique se limite au strict nécessaire garantissant le maintien en ligne de vol des avions. Ces tâches, programmées ou non, sont entre autres :

- la mise en œuvre générale des aéronefs,
- les inspections avant-, inter- et après-vol,
- le chargement de l'armement,
- la réalisation d'inspections non-programmées (foudroiement, atterrissage dur *et cætera*) et - ponctuellement ou en partie - également des inspections programmées ainsi que
- des dépannages.

Les dépannages se limitent principalement à l'échange d'URL, OAE (Organes, accessoires et équipements) et de moteurs défectueux³⁵.

Pour nombre de ses fonctionnalités essentielles, l'EUROFIGHTER recourt à des logiciels, l'architecture du système repose sur 83 ordinateurs de bord, reliés via des data bus et communiquant entre eux en temps réel. Ceci a des répercussions sur l'exécution des opérations de mise en œuvre et de dépannage au sol. Toutes les opérations de préparation technico-opérationnelle sont assurées par le système de soutien sol (*Ground Support System, GSS*). Le *GSS* se compose du système de soutien opérationnel (*Mission Support System, MSS*) pour la planification opérationnelle au profit du PN³⁶ et du système de soutien technique (*Engineering Support System, ESS*) pour la mise en œuvre et l'évaluation réservé au mécanicien. De cette manière, toutes les opérations de mise en œuvre et de dépannage au niveau de l'escadron, le diagnostic des pannes, la disponibilité de l'avion y compris le dépannage, sont traitées de manière numérique via l'*ESS*³⁷. Actuellement, des efforts sont faits afin de remplacer le système local *ESS* par un système récemment développé lequel s'inscrit dans le paysage des logiciels standardisés de la Bundeswehr (*Standard-Anwendungs-Software-Produktfamilien / SASPF*). Ce nouveau système appelé *natESS* (*nationales ESS; ESS national*)³⁸ permet notamment de réduire l'effort administratif par une gestion centralisée des données, ce qui est, par exemple, très utile lors de l'échange d'aéronefs entre unités opérationnelles.³⁹

Le traitement électronique des données spécifiques aux appareils pose également de nouveaux défis au personnel mécanicien. Au-dessus de l'échelon des personnels de la mise en œuvre (piste), qui exploitent et évaluent, grâce à des ordinateurs portables les données de l'*ESS*, il y a celui des « ingénieurs système ». Ces derniers

³⁵ SCHMIDT- NECHL, Oliver; KOTHE, Stefan: *op. cit.*, p. 58.

³⁶ Personnel navigant

³⁷ MADER, Georg, *Ground Support System EUROFIGHTER*, publié en: Europäische Sicherheit & Technik: ES & T.- 61 (2012), N° 5, p. 74.

³⁸ L'*ESS* a été presque complètement remplacé par le *natESS*, le processus est censé être achevé en mars ou avril 2018.

³⁹ KOTHE, Stefan, *EUROFIGHTER: Nutzung aus waffensystemlogistischer Sicht*, publié en: Europäische Sicherheit & Technik: ES & T,-65 (2016), N° 7, p. 62.

interviennent lors de l'interprétation de messages d'erreur complexes et assurent, si nécessaire⁴⁰, la correspondance avec le fabricant. Les ingénieurs système sont des officiers mécaniciens qui, à l'issue de leurs études scientifiques, parcourent - chez l'industriel - une formation spécifique EUROFIGHTER pour être ensuite employés ou bien au sein des Groupes Techniques dans le domaine des contrôleurs (ils ne remplacent donc pas les officiers mécaniciens classiques toujours présents) ou bien au centre de soutien du système (*Systemunterstützungszentrum, SUZ*)⁴¹. Leur expertise technique est extrêmement précieuse et appréciée au sein des unités opérationnelles, car il arrive que l'architecture de système très complexe de l'EUROFIGHTER crée des messages d'erreur dont l'interprétation par les procédures standards s'avère impossible et qui nécessitent une analyse à travers les sous-systèmes⁴².

Le Groupe Technique d'une unité opérationnelle EUROFIGHTER est composé de trois escadrons :

- L'escadron d'entretien et d'armement (*Wartungs- und Waffenstaffel / WtgWaStff*), responsable notamment de la mise en œuvre, des configurations d'armement et des dépannages mineurs en ligne de vol,
- l'escadron de dépannage et d'électronique (*Instandsetzungs- und Elektronikstaffel / InstEloStff*), qui réalise des dépannages plus complexes et des visites « mineures » en dessous de 400 HdV⁴³ et
- l'escadron de ravitaillement et de transport (*Nachschub- und Transportstaffel / NuT*), qui est, entre autres, chargé des aspects logistiques et du ravitaillement en carburant.

A l'échelon au-dessus, un élément d'état-major regroupe plusieurs divisions responsables de la coordination et de l'exécution, en conformité avec les règlements

⁴⁰ MADER, Georg, op. cit., p. 74.

⁴¹ La majorité des ingénieurs système est employée au *SUZ*. Le *SUZ* est décrit au chapitre suivant.

⁴² BODEMANN, Tobias (CNE): *Der Systemingenieur*, publié en: cpm forum 5-2017, p.48 - 50.

⁴³ Heure de vol

en matière de sécurité, des opérations technico-logistiques. Elles interviennent dans plusieurs domaines : planification du travail (coordination de la maintenance programmée et des échanges d'OAE), travaux de bureau technique (suivi des données avions, coordination des instructions et consignes techniques), gestion du matériel (demande à temps des rechanges, retour du matériel défectueux), gestion du parc (coordination de l'emploi des aéronefs d'un point de vue technique, coordination de la maintenance non-programmée), débriefings (débriefing après-vol), activités de contrôle par les contrôleurs de système (contrôle et assurance qualité), à mentionner aussi : les ingénieurs système déjà évoqués.

Le Groupe Technique s'appuie sur un effectif d'environ 400 militaires, qui assurent, au profit de l'unité opérationnelle, la mise en ligne de vol de 30 EUROFIGHTER environ.⁴⁴

1.3.2 Le MCO à l'extérieur des unités opérationnelles

La maintenance effectuée à l'extérieur des unités opérationnelles comprend aussi bien les opérations de dépannage du *MES 2* effectuées hors ligne de vol (« *Off aircraft* ») que celles des niveaux *MES 3* et *MES 4*, pour autant qu'elles ne sont pas déjà partiellement effectuées au sein des unités opérationnelles. Ainsi sont réalisés à l'extérieur des unités (liste non exhaustive) :

- les visites programmées,
- le dépannage des URL / OAE,
- les révisions et dépannages des réacteurs et leurs modules associés,
- l'application de modifications et
- les dépannages d'envergure selon besoin.

Lesdites activités effectuées à l'extérieur des unités opérationnelles représentent le deuxième niveau du système MCO de l'EUROFIGHTER. D'après le principe de

⁴⁴ LTT FAUST, Steffen ; extrapolation sur la base des chiffres de l'escadron tactique de la Luftwaffe (*Taktisches Luftwaffengeschwader, TaktLwG*) 74 à Neuburg.

« *Single Source* », ces tâches sont réalisées par un seul mandataire industriel (le fabricant de l'équipement correspondant). A cela s'ajoute un système de transport qui permet, sur la base des délais de réparation contractuellement convenus, de renoncer à un entreposage dans des dépôts de matériel. La gestion logistique au niveau national est assurée en recourant à des contrats avec l'industrie⁴⁵ ou, au niveau multinational, à l'agence OTAN dédiée, en l'occurrence la NATO EF2000 and Tornado Development Production & Logistics Management Agency / *NETMA*.

Des écarts par rapport au principe de « *Single Source* » sont seulement tolérés pour les domaines pour lesquels une capacité de dépannage militaire est considérée comme étant nécessaire d'un point de vue militaro-opératif⁴⁶. Ainsi sont, entre autres, révisés et réparés au Centre de Dépannage 12 (*Instandsetzungszentrum 12*) : des composants hydrauliques, des éléments du train d'atterrissage et des réservoirs sous pression de l'EUROFIGHTER⁴⁷.

Par opposition aux types d'aéronef de facture plus ancienne, la logistique en matière de systèmes d'armes de la Luftwaffe renonce, pour l'EUROFIGHTER, en grande partie à des capacités de maintenance et dépannage gérées en propre. En raison du petit nombre d'appareils de ce type et vu de leur complexité technologique accrue - alors que ces dernières décennies, il y a eu, en même temps, une réduction significative des effectifs militaires - il importait, pour des raisons économiques, d'éviter le développement de capacités parallèles dans l'industrie et la Luftwaffe. La création d'installations dites « coopératives » constituait une solution novatrice, car elle promettait, d'une part, de conserver des compétences industrielles en matière de défense au niveau national et offrait, d'autre part, la garantie d'un certain niveau de connaissances, d'une capacité à l'évaluation ainsi que le maintien d'une expertise professionnelle en métropole et en Opex au sein de la Luftwaffe. Ces installations de coopération sont exploitées par l'industrie de défense allemande, qui est également

⁴⁵ Notamment avec un contrat majeur conclu avec Airbus, qui comprend tous les domaines à l'exception des moteurs, équipements SSS (Sécurité, sauvetage, survie) et munitions.

⁴⁶ SCHMIDT- NECHL, Oliver; KOTHE, Stefan, *op. cit.*, p. 60.

⁴⁷ German Air Force Team of Authors, *Weapons Systems Support Centre 1*, publié en: cpm forum: das Magazin für Wehrtechnik und Logistik, 2015, N° 3: Special Focus: The German Luftwaffe, p. 31.

en charge de la prestation de service. Ils accueillent en leur sein des personnels militaires qui contribuent ainsi au dépannage et le soutien du système d'armes et ses équipements sur un pied d'égalité et de manière conjointe avec le personnel industriel⁴⁸.

A l'échelon de la logistique en matière de systèmes d'armes dédiée à l'EUROFIGHTER, quatre modèles de coopération ont ainsi été mis en place :

1. Le Centre de soutien au système (*Systemunterstützungszentrum / SUZ*) avec Airbus Defense and Space à Manching :

Soutien technique direct des unités opérationnelles qui s'appuie sur une compréhension et connaissance profondes du système global EUROFIGHTER. Un service d'aide aux utilisateurs (« *User Help Desk* ») central peut être contacté directement en cas de problèmes. En outre, un groupe d'experts spécialistes des composants avioniques est disponible. Le *SUZ* détient également la compétence nationale en matière de soutien et modification des logiciels et sert de bureau d'études et de construction de l'EUROFIGHTER, ce qui garantit une compréhension technique approfondie à la Luftwaffe. Le bureau de construction ne serait pas en état de fonctionnement sans les officiers allemands.

2. EUROFIGHTER coopération cellule (*EUROFIGHTER Kooperation Zelle, EKZ*) avec Airbus Defense and Space à Manching :

Réalisation de l'ensemble de l'entretien programmé (visites 400, 800 et 1 200 HdV) et de dépannages majeurs, des modifications sur la cellule et des mises à niveau des standards. Soutien des unités par le biais d'équipes de dépannage (dépannage sur demande en métropole et en Opex).

3. Modèle de coopération pour réacteurs EJ200 (*Kooperatives Modell Triebwerk EJ200, KMT*) avec MTU Aero Engines à Munich :

⁴⁸ JUNGKUNZ, Bernd, *Kooperatives Modell: eine Bestandsaufnahme der Kooperation der Einsatzlogistik der Luftwaffe mit Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft zur Instandsetzung und Systemunterstützung von Luftfahrzeugen*, publié en : *Strategie und Technik: Streitkräfte, Rüstung, Sicherheit*. -52 (2009), N° 4, p. 43 - 44.

Dépannage des moteurs et soutien des unités au moyen d'équipes de dépannage (dépannage sur demande en métropole et en Opex).

4. Coopération avec Autoflug à Rellingen :

Vérifications et dépannages des sièges éjectables MK 16A dans le cadre de la coopération SSS⁴⁹.

Afin d'améliorer la disponibilité dans le futur, les contrats de dépannage et de soutien sont transformés selon les principes de la logistique basée sur la performance (« *Performance Based Logistics* », *PBL*)⁵⁰. De cette manière, une disponibilité fixée contractuellement est garantie au niveau des rechanges et OAE, le contractant étant entièrement responsable de la réalisation des exigences formulées dans les contrats respectifs. Pour que ce dernier puisse respecter ses engagements contractuels, on lui confie l'ensemble de la gestion des stocks et des demandes en la matière, transport et entreposage inclus⁵¹.

1.3.3 Le MCO spécifique aux déploiements et engagements opérationnels

Jusqu'à présent, l'EUROFIGHTER de la Luftwaffe n'a pas encore été employé dans un scénario d'Opex classique. Cependant, depuis sa mise en service, la Luftwaffe a déjà pu acquérir quelques expériences avec son avion de combat le plus récent, et ce non seulement dans le cadre d'exercices, mais également pendant des déploiements à caractère opérationnel (Mission OTAN de police du ciel dans les pays baltes).

Lors de déploiements à longue durée ou dans le cas d'Opex, un élément technique adapté garantit la mise en ligne des aéronefs déployés en adoptant les mêmes structures que celles retenues pour les unités opérationnelles en Allemagne (moyens relevant du domaine de la logistique organique). Pour un avion, un tel élément technique s'il veut durer comprend environ 30 mécaniciens. Si plusieurs avions sont déployés, ce nombre augmente légèrement (environ 40 mécaniciens). L'utilisation du

⁴⁹ SCHMIDT- NECHL, Oliver; KOTHE, Stefan: *op. cit.*, p. 61.

⁵⁰ Les domaines moteur et siège éjectable en sont encore exclus à l'heure actuelle.

⁵¹ KOTHE, Stefan, *op. cit.*, p. 64.

GSS a déjà pu être testée lors d'exercices⁵². Elle peut se faire en recourant à une liaison de communication à distance entre le site de l'exercice et la base en métropole ou bien en mettant en place un réseau autonome sur site⁵³.

En cas de problèmes techniques ou de dépannages plus complexes, l'escadron opérationnel peut recourir à des équipes de dépannage prévues dans les différents modèles de coopération. Lesdites équipes sont constituées du personnel militaire rattachées aux installations dites « coopératives », ce qui permet de les envoyer également sur des sites opérationnels (domaine de la logistique en matière de systèmes d'armes).

En cas d'exercice ou d'Opex, le besoin en rechanges est assuré, dans un premier temps, par un lot de rechanges spécifique « déploiement », amené par l'élément technique. Ensuite, des forces de protection de la Luftwaffe sont censées de construire et de faire fonctionner une base opérationnelle projetée (*Deployment Operating Base / DOB*). Le soutien logistique immédiat dans la zone d'opérations est donc confié à la logistique opérationnelle de la Luftwaffe. Le matériel et les rechanges sont pris en charge au point de ravitaillement de la logistique interarmées en charge de tout transport de matériel de l'Allemagne vers la zone d'opérations. Ainsi, l'acheminement des rechanges et OAE vers la zone d'opérations aussi bien que le ravitaillement des lots de déploiement en Opex sont du ressort de la Bundeswehr – et ce également dans le cas des contrats *PBL*⁵⁴. La gestion des transports de matériel vers la zone opérationnelle incombe au Centre logistique de la Bundeswehr (*Logistikzentrum der Bundeswehr*).

1.3.4 Navigabilité et responsabilité pour l'évolution du système

L'EUROFIGHTER étant un aéronef à vocation exclusivement militaire de la Bundeswehr, il est géré et mis en œuvre sur la base de règlements militaires.

⁵² HÄRTL, Ronald: *EUROFIGHTER im Einsatzbetrieb: Erste Eindrücke aus der Nutzung beim Jagdgeschwader 73 „Steinhoff“*, publié en : *Strategie und Technik*. -49 (2006), N° 8, p. 41.

⁵³ Actuellement, il n'existe pas de solution de réseau autonome sur site en vue de la migration vers le SASPF (*natESS*), ceci devrait cependant être disponible dans un avenir proche. Travaux en cours.

⁵⁴ KOTHE, Stefan, *op. cit.*, p. 64.

Organisme responsable de la certification des aéronefs et matériels aéronautiques de la Bundeswehr, l'Office de l'aviation de la Bundeswehr (*Luftfahrtamt der Bundeswehr / LufABw*) délivre aussi bien les certificats type (*Musterzulassung*, certificat de base pour chaque type d'avion ou matériel aéronautique nouveau ou modifié) que les certificats de navigabilité (*Verkehrszulassung*, certificat individuel attestant la navigabilité d'un aéronef) des appareils propres à la Bundeswehr. L'agrément des entreprises aéronautiques intervenant dans le domaine militaire en réalisant des tâches et travaux aéronautiques soumis à une autorisation officielle incombe, lui aussi, au *LufABw*⁵⁵. Actuellement, la Luftwaffe ne prévoit pas la migration de l'EUROFIGHTER vers le référentiel réglementaire DEMAR⁵⁶ lequel est basé sur les règlements civils de l'Agence européenne de la sécurité aérienne (AESA)⁵⁷.

La responsabilité globale pour les volets armement et utilisation de l'EUROFIGHTER se situe au niveau du gestionnaire du système d'armes EUROFIGHTER (*Waffensystemmanager EUROFIGHTER*), en l'occurrence le *LwTrpKdo Ustg 2 I*. C'est donc ce dernier qui pilote la gestion du MCO dudit système d'armes.

Le Commandant des unités navigantes (*Kommandeur Fliegende Verbände / KdrFlgV*) au niveau du Commandement des forces de l'armée de l'air allemande (*LwTrKdo*) commande les unités opérationnelles, la composante technique (Groupe Technique) inclus. C'est à son niveau que sont également définies et pilotées les exigences en termes de fonctionnalités ainsi que les adaptations opérationnelles nécessaires aux systèmes d'armes en service.

⁵⁵ Brochure „Luftfahrtamt der Bundeswehr Kompetenz und Sicherheit für die militärische Luftfahrt“ publié sur le site internet de l'office de l'aviation de la Bundeswehr (LufABw) : http://www.luftfahrtamt.bundeswehr.de/portal/a/lufabw/start/ueber_uns/, consulté le 24/11/2017.

⁵⁶ Application allemande des obligations européennes en matière de navigabilité aéronautique militaire (*European Military Airworthiness Requirements ; EMAR*).

⁵⁷ KOTHE, Stefan, *op. cit.*, p. 64.

Le *BAAINBw* est l'organisme dont relèvent les intérêts d'utilisation technico-économiques. Aussi sert-il d'interlocuteur pour les contractants, assure la préparation et l'exécution des contrats et contrôle la prestation des services et les dépenses⁵⁸.

La *NETMA* est l'agence centrale des nations EUROFIGHTER au niveau de l'OTAN, dans laquelle les nations sont représentées selon leur contribution financière au programme⁵⁹. L'Agence a pour mandat d'harmoniser les exigences des États partenaires pendant le développement, la production et le soutien logistique de l'EUROFIGHTER. Elle est également habilitée à négocier au nom des nations partenaires⁶⁰ des contrats avec l'industrie pour tenir compte des nouvelles exigences formulées, elle peut conclure ces contrats en tant que personne juridique⁶¹. Toujours est-il que le véritable contrôle sur le développement du système reste entre les mains des nations EUROFIGHTER, car toute action de la part de la *NETMA* nécessite l'autorisation préalable par les pays concernés. Le soutien technico-logistique est également de responsabilité nationale, ce qui explique qu'il existe des différences entre les États partenaires quant à l'implication de l'industrie et à la manière de structurer leurs entités et services techniques au sein des forces.

1.3.5 La formation du personnel mécanicien de l'EUROFIGHTER

La formation du personnel mécanicien de l'EUROFIGHTER a lieu sur 3 sites.

- La partie du Centre de formation technique de la Luftwaffe (*Technisches Ausbildungszentrum der Luftwaffe / TAusbZLw*) située à Faßberg (anciennement École technique de la Luftwaffe 3, *Technische Schule der Luftwaffe TSLw 3*) est en charge de la formation dédiée aux spécialités suivantes : équipements de vol, matériaux et servitudes. Il dispense également les modules de formation nécessaires aux personnels contrôleurs en

⁵⁸ SCHMIDT- NECHL, Oliver; KOTHE, Stefan: *op. cit.*, p. 61.

⁵⁹ HARFORD, J.A.: *Collaborative defence procurement*, publié en: NATO's agencies and bodies. – Bonn, 2002, p. 56.

⁶⁰ ALTORIO, Antonino, SABARZ, Werner: *NETMA: NATO EF2000 and Tornado Management Agency*, publié en: Wehertechnik: WT. -42 (2010), N° 3, p. 46.

⁶¹ WORALL, Peter: *General overview of NETMA*, publié en: NATO's nations and partners for peace. -52 (2007), N° 3, p. 69.

organisant des stages génériques communs, donc non afférents à un système d'armes particulier⁶².

- Sur le site du *TAusbZLw* à Kaufbeuren (anciennement *TSLw 1*) a lieu, à la fois, la formation des officiers contrôleurs système dans les domaines de la mécanique et de l'avionique et celle des mécaniciens avion pour les spécialités les concernant : mécanique avion, propulsion, équipement avion, armement, SSS, réglage avion, électronique de fréquence radio, calculateurs, navigation et armement. A ces fins, Kaufbeuren dispose de différents outils et moyens de formation et d'entraînement au sol (*Ground Training Aids*) : Il s'agit de moyens de formation modernes reproduisant, dans des dimensions conformes à l'original, certaines parties du système d'armes ainsi que de systèmes de simulation numérisés (*DDT/ MST*⁶³ et *GSS*). En outre, deux EUROFIGHTER disponibles sur site permettent de dispenser aux mécaniciens une formation particulièrement réaliste.
- La formation des ingénieurs système est délivrée au SUZ à Manching à l'occasion de stages spécifiques réalisés par l'industrie, entre autres dans les domaines des langues de programmation, du transfert des données via des systèmes bus et de l'intégration de système. Ceci permet aux ingénieurs système d'acquérir, en plus du savoir-faire spécifique, une compréhension approfondie des différents sous-systèmes de l'EUROFIGHTER⁶⁴.

D'une manière générale, la formation est réalisée, sous le pilotage du *LwTrpKdo Ustg 1, 2* ou le *KdoLw Abt 4*, sur la base des règlements militaires applicables à

⁶² CORMANN, Klaus, MÜLLER, Andreas: *EUROFIGHTER: Technisch- logistische Ausbildung*, publié en : Europäische Sicherheit: Politik, Streitkräfte, Wirtschaft, Technik, -55 (2006), N° 8, p. 69 - 70.

⁶³ DDT (*Desk Top Trainer*) : simulation permettant d'apprendre les fonctionnalités du système, MST (*Maintenance Simulator Trainer*): simulateur dédié à la formation en matière de diagnostics de pannes, procédures de test et de dépannage.

⁶⁴ BODEMANN, Tobias (CNE), *op. cit.*, p. 48.

l'EUROFIGHTER. Le *LufABw* est l'organisme compétent de l'agrément des installations de formation dans le domaine de l'aviation militaire⁶⁵.

⁶⁵ Brochure „Luftfahrtamt der Bundeswehr Kompetenz und Sicherheit für die militärische Luftfahrt“ sur le site: http://www.luftfahrtamt.bundeswehr.de/portal/a/lufabw/start/ueber_uns/ consulté le 24/11/2017.

Chapitre 2: Le Rafale

Le deuxième chapitre suit la même logique que le chapitre précédent et donne un aperçu général et condensé du MCO du Rafale, l'avion de combat le plus moderne de l'Armée de l'air française. La description générale du Rafale enchaîne avec la représentation du concept de MCO des Forces Françaises en général puis celle, plus spécifique, du Rafale, avec une distinction entre les opérations MCO réalisées au sein des unités opérationnelles et celles effectuées en dehors de ce cadre. Ensuite seront considérés le fonctionnement en métropole et en Opex ainsi que les aspects navigabilité et formation.

2.1 Description générale du système d'armes Rafale

Le Rafale est un avion de chasse biréacteur et multi rôle de production française (Dassault Aviation)⁶⁶. Propulsé par deux moteurs Snecma M88, l'aéronef est de forme delta canard et mono dérive⁶⁷. C'est l'avion de chasse français le plus récent, il est utilisé par la Marine Nationale (Rafale M⁶⁸) et l'Armée de l'air (Rafale B biplace et Rafale C monoplace⁶⁹). Deux tiers des Rafale de l'Armée de l'air sont des avions biplaces⁷⁰, tandis que la Marine Nationale a opté pour la version monoplace. Les premiers Rafale M sont mis en service en 2001⁷¹, l'Armée de l'air reçoit son premier avion fin 2004⁷². La première version du Rafale livrée aux Forces était le standard F1 (apte aux missions de défense aérienne), suivie du standard F2 (capteurs plus performants, notamment un radar avec mode de suivi de terrain, et une capacité air-sol). Actuellement, la flotte Rafale est mise au standard F3, ce qui représente une augmentation supplémentaire des capacités de l'avion (missions air-air, air-sol, anti

⁶⁶ LERT, Frédéric, *Les matériels de l'Armée de l'air et de l'aéronavale : Dassault Rafale*, Sophia Histoire & Collections 2017, p. 3.

⁶⁷ *Ibid.* p. 3.

⁶⁸ *Ibid.* p. 14.

⁶⁹ *Ibid.* p. 5.

⁷⁰ *Ibid.* p. 32.

⁷¹ *Ibid.* p. 14.

⁷² *Ibid.* p. 26.

surface pour le Rafale M, capacités de reconnaissance, de désignation laser et de bombardement nucléaire)⁷³.

Le Rafale est un avion de génération 4+⁷⁴ non furtif mais disposant néanmoins d'une relative discrétion radar. Cette dernière est garantie par plusieurs éléments, comme par exemple un choix de matériaux composites particuliers, une finition des surfaces très soignées, des capteurs de charge noyés dans le fuselage, le plaquage des missiles emportés sous le fuselage, l'inclinaison des rails d'emport en bout d'aile *et cætera*.⁷⁵ Un récapitulatif des données techniques du Rafale figure en annexe 2.

La France a commandé 180 avions au total, dont 48 Rafale M pour la Marine et 132 Rafale B et C pour l'Armée de l'air. À la mi-2015, 138 avions ont été livrés et 14 autres seront livrés avant 2019 pour honorer la commande française⁷⁶. En février 2015, l'Égypte est devenu le premier client à l'export avec une commande ferme de 24 appareils (16 biplaces et 8 monoplaces) et 12 en option suivi du Qatar lequel, en mai 2015, a lui aussi passé commande de 24 appareils (18 biplaces et 6 monoplaces) et 12 appareils en option. En septembre 2016, l'Inde a officialisé son achat de 36 Rafale B et C⁷⁷. Le Qatar a levé l'option sur ces 12 Rafale supplémentaires en décembre 2017, portant le total commandé à 36 avions, et a également posé une nouvelle option sur 36 autres.

⁷³ *Ibid.* p. 16 - 17.

⁷⁴ Wikipédia, *Avions de chasse de cinquième génération*, dernière mise à jour le 11/11/2017, https://fr.wikipedia.org/wiki/Avions_de_chasse_de_cinqui%C3%A8me_g%C3%A9n%C3%A9ration consulté le 18 décembre 2017.

⁷⁵ LERT, Frédéric, *op. cit.*, p. 11.

⁷⁶ D'après le projet de Loi de programmation militaire (LPM) 2019-2025, au total 28 nouveaux Rafale seront livrés d'ici 2023.

Source : Ministère des Armées, <https://www.defense.gouv.fr/portail/enjeux2/la-lpm-2019-2025/les-actualites2/les-actualites/projet-de-loi-de-programmation-militaire-2019-2025-une-lpm-de-renouveau>, consulté le 01/03/2018.

⁷⁷ *Ibid.* p. 7.

2.2 Le système MCO des Forces Françaises⁷⁸

Le MCO du matériel des Forces Françaises est structuré par milieu. Pour l'ensemble du matériel du milieu aéronautique⁷⁹, l'organisme responsable est la Structure intégrée du maintien en condition opérationnelle des matériels aéronautiques du ministère de la défense (SIMMAD).

La SIMMAD est un organisme à vocation interarmées et chargée d'assurer la meilleure disponibilité possible des aéronefs du ministère des Armées⁸⁰, d'en maîtriser les coûts et de garantir la cohérence des actions de maintien en condition opérationnelle. Elle contient donc la maîtrise d'ouvrage dans ce domaine ; elle lui a été déléguée par les états-majors des armées pour l'ensemble du matériel aéronautique.

Concrètement, le chef d'état-major de l'armée de l'air (CEMAA) est le chef d'état-major référent pour le milieu aéronautique et responsable du contrôle de la performance du MCO aéronautique par délégation du chef d'état-major des armées (CEMA). Les majors généraux de l'état-major de l'armée de l'air (EMAA), de l'état-major de la marine (EMM) et de l'état-major de l'armée de terre (EMAT) définissent ensemble un Contrat unifié de gestion (CUG) fixant les objectifs d'activité et de disponibilité pour l'ensemble des flottes⁸¹ et lequel est ensuite signé par le CEMAA. La SIMMAD décline ce contrat en contrats d'objectifs et de performances pour les maîtres d'œuvre opérationnels, en contrats internes pour l'industrie étatique et en marchés pour les industriels privés.

⁷⁸ Colonel GROFFE, Frédéric, SIMMAD, responsable du soutien en service des avions de chasse. Entretien sous forme libre qui s'est déroulé le 9 novembre 2017 à Balard/Paris. Valable pour l'ensemble des parties 2.2 et 2.3 du présent mémoire sauf si indiqué autrement.

⁷⁹ Ceci inclut tout matériel à vocation aéronautique des armées, de la gendarmerie et de la Direction générale de l'armement (DGA). Le matériel aéronautique comprend également l'ensemble du matériel « terrestre » employé dans le milieu aéronautique, comme par exemple les camions de pompiers des aérodromes ou les déneigeuses et tout autre matériel de servitude.

⁸⁰ La SIMMAD est également responsable pour le MCO du matériel aéronautique du ministère de l'intérieur (sécurité civile) et du ministère des affaires étrangères (douanes).

⁸¹ Pour le CEMM l'Aéronavale, pour le CEMAT l'Aviation légère de l'armée de terre (ALAT).

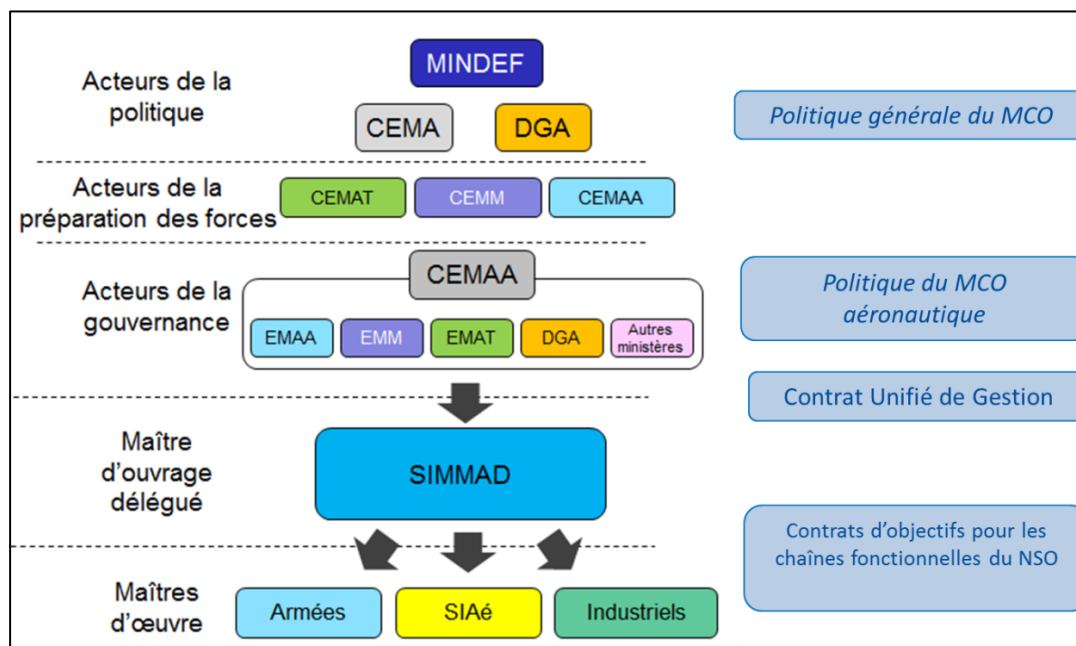
La maîtrise d'œuvre, donc la maîtrise de l'exécution du travail permettant le MCO du matériel aéronautique, est assurée par trois différentes entités, à savoir :

- les Armées : pour l'Armée de l'air, la maîtrise d'œuvre opérationnelle se situe au niveau du Commandement des forces aériennes (CFA). Ce sont les éléments du soutien technique présents sur les bases, appelés niveau de soutien opérationnel (NSO). Pour la Marine, la maîtrise d'œuvre opérationnelle est confiée à l'Amiral commandant la force de l'aéronautique navale (ALAVIA), autonome sur le porte-avions mais adossée au Service industriel de l'aéronautique (SIAé) à terre.
- les industriels étatiques : il s'agit là du SIAé créé le 1er janvier 2008⁸² en tant qu'organisme à vocation interarmées Air (OVIA Air). Ce service réalise des activités de maintenance dans cinq entités de production industrielle, à savoir les ateliers industriels de l'aéronautique (AIA) de Bordeaux, Ambérieu, Cuers-Pierrefeu, Clermont-Ferrand et Bretagne. C'est ainsi que sont traitées les opérations d'entretien et de dépannage lourd à effectuer, par exemple, sur la cellule des aéronefs et les moteurs, l'application de modifications etc. Le SIAé s'appuie sur un effectif de 3 467 civils et 1 105 militaires (fin 2016)⁸³.
- les industriels du privé.

⁸² Armée de l'air, *Maintenance aéronautique*, 09/08/2013, Site du ministère des armées <http://www.defense.gouv.fr/air/activites/maintenance-aeronautique/maintenance-aeronautique>, consulté le 18/12/2017.

⁸³ NIJEAN, Jean-Laurent (Adjudant), *Service Industriel de l'aéronautique : Experts de la maintenance industrielle*, Air Actualités Novembre 2017 N° 706, p. 45.

La gouvernance du milieu aéronautique en Novembre 2017⁸⁴



Source : SIMMAD, responsable du soutien en service des avions de chasse.

2.3 Le système MCO du Rafale

Contrairement aux avions des générations précédentes, des visites préventives à intervalle régulier se soldant par la constitution d'un potentiel horaire ou calendrier définis, ne sont plus prévues pour le Rafale. Toutes les opérations de maintenance sont effectuées selon état. Pour des raisons pratiques (réduction des durées d'immobilisation) et d'anticipation, seules quelques opérations de maintenance à caractère préventif ont été regroupées et sont réalisées systématiquement.

De manière générale, le MCO du matériel aéronautique français est effectué à trois niveaux appelés « Niveaux techniques d'intervention (NTI) ». Un NTI représente un ensemble de moyens en personnels et en matériels permettant de faire face à des charges de maintenance qualitativement et quantitativement définies.

Le NTI 1 assure la mise en œuvre et la maintenance en ligne des aéronefs. Les opérations sont effectuées avec des moyens limités, par les utilisateurs des matériels.

⁸⁴ L'évolution actuelle de ce domaine est décrite en chapitre 3.

Le NTI 2 correspond aux opérations de maintenance préventive programmée ou curative visant soit à restaurer le potentiel de « vie » des équipements, soit à réaliser des réparations lourdes, elles sont exécutées par un organisme de soutien dédié situé - ou non - sur le site des utilisateurs. Il s'agit, par exemple, des opérations réalisées par les ateliers spécifiques. Les équipements nécessaires au NTI 2 sont adaptés à ce niveau d'intervention, plus poussé que le NTI 1.

Le NTI 3 correspond aux opérations « lourdes » de maintenance programmée préventive de reconstitution de potentiel (« visites périodiques ») ou de réparations à caractère industriel. Ces tâches sont réalisées chez l'industriel (étatique ou privé) sur la base aérienne ou dans ses locaux, elles nécessitent des moyens véritablement industriels⁸⁵.

Le soutien technique effectué par les unités opérationnelles est également appelé « Niveau de soutien opérationnel (NSO) ». Le NSO comprend l'intégralité des opérations du NTI 1 et une partie des opérations du NTI 2. Le soutien assuré par les échelons supérieurs (SIAé et industriels) correspond au « Niveau du soutien industriel (NSI) » ; il comprend des opérations NTI 2 et l'intégralité des opérations type NTI 3. Le découpage entre NSO et NSI est variable selon les équipements et la stratégie de soutien définie notamment en fonction de la pertinence opérationnelle et du coût.

Le NSI du Rafale est principalement régi par quatre contrats majeurs, qui seront décrits ultérieurement.

⁸⁵ *Rapport particulier de la Cour des comptes de décembre 2004 « Le maintien en condition opérationnelle des matériels des armées », p.18 - 19.*
<https://www.ccomptes.fr/sites/default/files/EzPublish/McoRapport.pdf>, consulté le 18/12/2017.

Maintenance – répartition des responsabilités

Niveau de soutien	Niveau d'intervention technique	Qui ?	Types d'interventions
NSO	NTI 1	Forces ou industrie privée	Mise en œuvre et maintenance en ligne : - visites journalières avant et après vol - remplacement des Unités Remplaçables en Ligne (URL)
	NTI 2	Forces ou SIAé ou industrie privée	Maintenance en ligne ou hors ligne (en atelier) : - Visites périodiques d'aéronefs (courte durée) - visites périodiques d'entretien des équipements - remplacement des unités réparables en atelier (URA) - application d'évolutions techniques sur site
NSI	NTI 3	SIAé	Maintenance nécessitant des moyens industriels : - visites périodiques ou réparations d'aéronefs (longue durée) - réparation ou régénération des moteurs - entretien des organes, accessoires, équipements (OAE) dont révisions générales (RG) - application en parallèle d'évolutions techniques (chantier capacitair ou retrofit d'équipements)
		Industrie privée	

Source : SIMMAD, responsable du soutien en service des avions de chasse.

2.3.1 Le MCO au niveau des unités opérationnelles du Rafale

Le soutien technique dans les unités opérationnelles est regroupé dans les escadrons de soutien technique aéronautique (ESTA). Ces unités sont constituées d'une division Exploitation chargée de réaliser les opérations de mise en œuvre et de dépannage en ligne (partie NTI 1), comme par exemple:

- la mise en œuvre,
- les inspections avant-, inter-, et après-vol,
- le chargement de l'armement,
- la réalisation des inspections non-programmées (foudroiement, atterrissage dur etc.),
- le dépannage en ligne (y compris l'E/S⁸⁶ du moteur) ainsi que
- des petits entretiens type sur l'hydraulique, le moteur, la structure, l'oxygène.

⁸⁶ Échange standard

Le travail de la division Exploitation est réparti en fonction des trois spécialités de mécaniciens : les mécaniciens vecteur (les 21XX), qui s'occupent principalement de la mise en œuvre et des changements de configuration, les mécaniciens avionique (les 22XX) dédiés aux éléments électriques et électroniques de l'avion ainsi qu'aux systèmes de préparation de mission, et les mécaniciens armuriers (les 23XX), qui sont chargés de tout ce qui est sécurité-sauvetage (dont le siège éjectable) et de l'ensemble emports / munitions.

De plus, les ESTA disposent d'ateliers techniques regroupés dans une division Appui où est réalisé l'entretien de niveau NTI 2 comme un certain nombre de dépannages et travaux d'entretien sur les OAE ou sur l'avion même, travaux effectués hors ligne de vol.

L'emploi des mécaniciens vecteur, avionique et armement est piloté par la division Exploitation en fonction de l'activité opérationnelle du moment : lors d'une forte activité opérationnelle ou d'un besoin important en dépannage en ligne, les mécaniciens des ateliers spécifiques peuvent renforcer la piste et réaliser des dépannages au profit des avions en ligne de vol⁸⁷.

Les ateliers spécifiques qui réalisent des opérations NTI 2 sont par exemple :

- Atelier OAE Avionique : Entretien MERMOZ⁸⁸ pour le dépannage des OAE et la mise à jour des logiciels,
- Atelier Armement : emport lance-missiles, canon, poutres, munitions *et cætera*,

⁸⁷ Selon la spécialité, la division Exploitation peut être renforcée par le personnel de la division Appui. C'est tout particulièrement le cas pour les armuriers. Pour les autres ateliers NTI 2, ils sont très souvent spécialisés dans un domaine (moteur, MERMOZ, Pods) et ne disposent plus des compétences pour venir compléter les équipes du NTI 1. Par contre, ils peuvent intervenir sur avion dans leur domaine de compétence (intervention sur un moteur ou sur un pod ou sur la cellule pour le mécanicien structure).

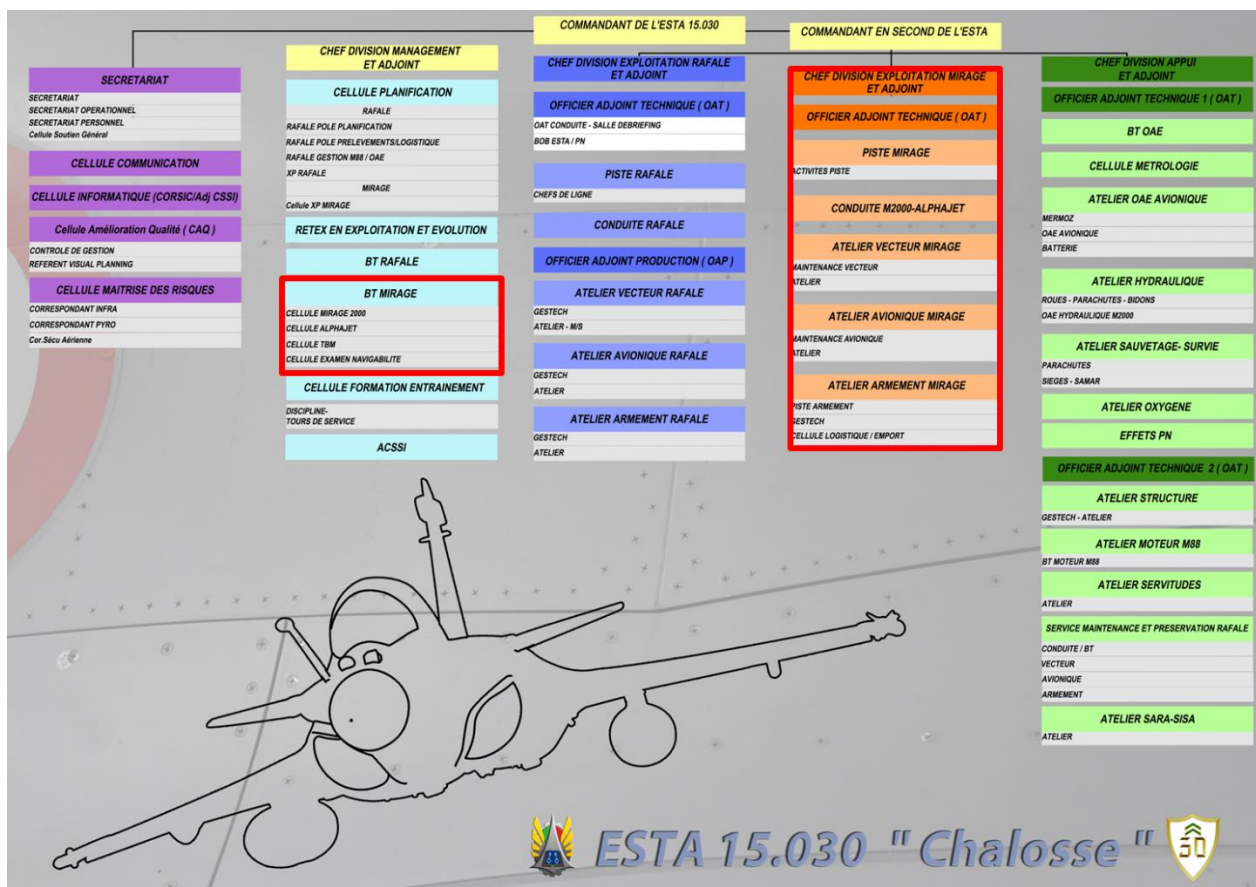
⁸⁸ Le Système MERMOZ est un banc de test numérique qui est composé d'une station et d'adaptateurs. Des calculateurs associés à des appareils de mesure testent les équipements connectés au banc à l'aide d'adaptateurs, ce qui permet de déterminer la carte ou le composant en panne (on parle ici d'URA = Unité remplaçable en atelier).

- Atelier Sécurité, Sauvetage, Survie (SSS) : paquetage, paquet de survie, siège éjectable et désarmement du siège,
- Atelier Moteur : désassemblage / réassemblage des moteurs (le moteur du Rafale est un moteur comprenant 21 modules interchangeables), prise en compte de certains dépannages au NTI 1 sur le moteur complet,
- Atelier Structure : réparations sur structure composite, traitement anticorrosion, retouches de peinture, réfection de tuyauteries, remplacement d'éléments structuraux (perçage et ajustage des pièces posées),
- Atelier Hydraulique : réparations de la tuyauterie, roues, parachutes ainsi que contrôles et réparations sur les équipements hydrauliques (trains d'atterrissage, vérins hydrauliques, *et cætera*).

Certains équipements du Rafale sont entretenus avec les équipements de même type provenant d'autres systèmes. C'est par exemple le cas pour les pods de désignation laser pour lesquels l'entretien est centralisé sur la Base aérienne 133 à Nancy et dont bénéficient, en l'occurrence, également les pods des Mirage 2000D.

Au total, un ESTA Rafale comprend environ 600 effectifs et gère environ 50 avions.

ESTA Rafale (et Mirage 2000) de Mont de Marsan⁸⁹



Source : SIMMAD, responsable du soutien en service des avions de chasse.

2.3.2 Le MCO à l'extérieur des unités opérationnelles

Le soutien du Rafale hors unité, le NSI, s'appuie en partie sur des contrats classiques prévoyant l'envoi du matériel chez l'industriel et fixant un délai global pour le retour de l'unité défectueuse (Turn Around Time, TAT)⁹⁰.

Les chantiers de modification et de transformation et la maintenance de la cellule du Rafale sont également effectués dans le cadre d'un contrat classique avec le SIAé à l'AIA de Clermont-Ferrand. Ici s'effectue la mise à niveau des standards

⁸⁹ Les parties encadrées en rouge concernent uniquement le Mirage 2000.

⁹⁰ Le TAT total se compose du temps de réparation de la pièce transmise à l'industriel et des temps logistiques accordés à son transport (expédition et réexpédition).

(autoprotection, emport d'armement, gestion cartographique *et cætera*) et notamment les interventions concernant le chantier F3 du Rafale⁹¹. De la même manière, la maintenance des radômes du Rafale est réalisée à l'AIA de Cuers-Pierrefeu⁹².

A noter que le soutien du NSI du Rafale est par ailleurs assuré grâce à quatre contrats majeurs et innovants qui représentent environ 70 à 75 % du soutien NSI total. Ces contrats sont mis en place dans les domaines de l'avionique (Thales), de la cellule (Dassault) et des moteurs (SIAè et Safran). La nouveauté qu'ils apportent est l'obligation de performance souscrite qui se traduit par une disponibilité déterminée des pièces de rechanges et une facturation basée sur les heures de vol effectuées⁹³. Ainsi, les titulaires des marchés doivent - de par la qualité de leurs prestations - honorer l'obligation de performance pour garantir un nombre défini d'HdV pour un laps de temps prédéterminé (par exemple annuel). Si l'obligation de performance n'est pas tenue, ceci entraîne des pénalités financières pour l'industriel, mais cela impacte également le volume d'HdV réalisé (moins d'heures de vols égale moins de bénéfiques). Si, en revanche, les prestations de l'industriel permettent de réaliser un nombre d'HdV plus important que prévu, les répercussions financières pour le contractant sont positives. Lesdits contrats comprennent également un aspect logistique : les URL en panne sont échangées via un guichet que l'entreprise entretient sur la base au niveau opérationnel⁹⁴.

Ces quatre contrats comprennent les domaines suivants :

- Thales : partie avionique (Maestro)

Le contrat Maestro concerne les URL du SNA (Système de navigation et d'armement⁹⁵), et plus spécifiquement l'ensemble radar. Les guichets sont

⁹¹ NIJEAN, Jean-Laurent (Adjudant), *Service Industriel de l'aéronautique : Experts de la maintenance industrielle*, Air Actualités Novembre 2017 N° 706, p. 46 - 47.

⁹² *Id.*

⁹³ Le contrat comprend une part fixe et une part liée aux HdV réalisées.

⁹⁴ C'est à ce niveau que l'obligation de performance est attendue. L'industriel doit mettre à disposition des forces une pièce de rechange en bon état dans un délai prescrit (de 24 heures à 4 jours selon le matériel concerné).

⁹⁵ Le SNA correspond à toute la partie électronique et les calculateurs de bord (généralement hors génération électrique et commandes de vol).

implantés sur les bases. Une assistance technique peut être fournie et est prévue dans le contrat.

- Dassault : partie cellule (Rafale Care)

Le contrat Rafale Care couvre entre autres les URL cellules, hydrauliques et conditionnement. En dehors du soutien logistique réalisé sur base, le contrat prévoit également une assistance technique (incluant le droit à un nombre de questions défini selon l'urgence de la réponse demandée),

- Safran (Safran Aircraft Engines, SAE) : ravitaillement en pièces moteurs

Fourniture de pièces neuves nécessaires à la régénération des modules par le SIAé,

- SIAé : entretien du moteur M88

Les modules / éléments déposés au NTI 2 sont réparés et régénérés à l'AIA de Bordeaux⁹⁶ (ainsi sont effectués par exemple le remplacement des aubes des étages de la turbine ou du compresseur) en utilisant notamment les pièces neuves fournies par SAE.

2.3.3 Le MCO spécifique aux déploiements et engagements opérationnels

L'élément technique chargé d'assurer le soutien des Rafale déployés part avec un lot de déploiement⁹⁷ également appelé lot de projection, ou encore lot « Forces d'action extérieure (FAE) ». Ces lots FAE sont constitués de pièces de rechange et de consommables, de moteurs et d'autres ensembles qui permettent de garantir le maintien en ligne de vol des avions dans un premier temps, à savoir jusqu'à la mise en place d'un pont logistique (dans le sens d'une « *supply chain* » ; « chaîne logistique »).

Dès la mise en place dudit pont logistique, le ravitaillement à partir de la métropole est géré par les Forces. Ensuite, l'Armée de l'air perçoit et prend en compte le matériel au niveau d'un point de distribution installé sur le site opérationnel.

⁹⁶ NIJEAN, Jean-Laurent (Adjudant), *op. cit.*, p. 46.

⁹⁷ Le programme Rafale prévoit actuellement quatre lots de déploiement opérationnel.

En ce qui concerne le ravitaillement logistique, chaque site opérationnel est rattaché à une base aérienne (« base mère ») en métropole. Le volant de pièces disponible en permanence sur une base aérienne permet normalement d'assurer les activités du site opérationnel pendant un mois. Si jamais la base aérienne en métropole ne peut pas satisfaire un besoin logistique du site opérationnel, les pièces seront acheminées à partir de l'entrepôt central de Romorantin avec un délai de livraison de deux à quatre jours. Pour ce qui concerne les matériels mis à disposition à travers les quatre contrats majeurs, les pièces sont prises en compte par l'Armée de l'air à partir des guichets sur la base mère, puis envoyées sur le site opérationnel via le pont logistique lequel relève de la responsabilité des Forces. L'ensemble du soutien interarmées des opérations est piloté par le Centre du soutien des opérations et de l'acheminement (CSOA).

La mission de l'élément technique du site opérationnel consiste à assurer le soutien du NTI 1 « renforcé », c'est-à-dire la mise en œuvre et les principaux dépannages (NTI 2 « simple ») afin de permettre le maintien en ligne de vol des avions déployés sur le site opérationnel. En termes d'effectifs, ceci représente environ 10 mécaniciens par avion déployé⁹⁸.

2.3.4 Navigabilité et responsabilité pour l'évolution du système

Le système d'armes Rafale satisfait à l'ensemble des exigences des Annexes (Part) de la Directive européenne N° 216/2008⁹⁹ émanant de l'AESA. Les adaptations françaises (FRA) des « Part » pour les aéronefs d'état sont :

- FRA 145, valable pour l'ensemble des organismes de maintenance (mise en œuvre et logistique, notamment ESTA, SIAé et industriels),
- FRA 147, valable pour l'ensemble des écoles de formation technique¹⁰⁰,
- FRA 66, valable pour le programme et le contenu de la formation,

⁹⁸ Chiffre moyen valable pour les flottes „Chasse“.

⁹⁹ Avec le décret d'application N° 2042/2003 pour les Part 145, Part 147, Part M et Part 66 et le décret d'application N° 748/2012 pour le Part 21.

¹⁰⁰ École de formation initiale et unités d'instruction spécialisées.

- FRA M, valable pour le maintien de la navigabilité et
- FRA 21, valable pour la conception, le développement et la production.

Les différents acteurs responsables du respect des réglementations FRA sont :

Pour la FRA 21, la DGA agréé les industriels sur le périmètre FRA 21 pour l'ensemble de la conception, le développement et la production de l'aéronef.

En ce qui concerne les FRA 145, 147, 66 et M, la Direction de la sécurité des aéronefs d'état (DSAE) agréé les différents acteurs dans ces domaines. La DSAE délivre également les certificats correspondants pour les avions étatiques. De cette manière, un certificat type est accordé à la flotte Rafale et chaque aéronef est détenteur d'un certificat de navigabilité.

Quand une modification de la flotte Rafale s'avère nécessaire, les armées expriment un besoin, qui est ensuite validé par l'EMA et transmis à la DGA. La DGA contractualise le développement auprès des industriels concernés. S'il y a désaccord entre les armées concernant une modification de l'avion, l'EMA assure l'arbitrage. Le Rafale étant une production purement française, l'Armée de l'air française est tenue de s'accorder - en cas de modifications - avec la seule Marine Nationale. De cette manière, l'évolution de la flotte Rafale reste cohérente. A part quelques modifications spéciales réalisées au profit de la Marine Nationale (train d'atterrissage renforcé, nacelle de ravitaillement en vol différente), le standard du parc Rafale français est identique dans les deux armées.

2.3.5 La formation du personnel mécanicien du Rafale

La formation des mécaniciens de l'Armée de l'air relève du CFA. Pour le personnel mécanicien du Rafale, la formation s'articule en deux parties principales :

- la formation initiale : elle est dispensée à l'école des sous-officiers de l'Armée de l'air à Rochefort. Il s'agit d'une formation technique générique sans spécialisation sur un domaine ou avion particuliers.
- la spécialisation sur un type d'avion : la première partie de cette formation est réalisée aux Unités d'instruction spécialisées (UIS). Pour le Rafale, l'UIS

concernée est le Centre de formation Rafale (CFR) implanté sur la Base aérienne 118 de Mont-de-Marsan.

Le CFR dispense plusieurs formations (plus d'une dizaine) en fonction du poste à pourvoir, comme par exemple une formation sur MERMOZ ou une formation générale au profit des officiers ou personnels des bureaux techniques, formation englobant tous les domaines techniques. Cependant, les formations qui comptent le plus de participants sont celles dédiées à une spécialité et délivrées aux personnels affectés au NTI 1.

Dans la seconde partie de la spécialisation, la formation des jeunes mécaniciens se termine par un parrainage au sein des unités opérationnelles.

L'ensemble de la formation mécanicien du personnel technique Rafale est conforme aux exigences des FRA 66 et FRA 147 (voir ci-dessus). Après leur formation technique et après avoir acquis une certaine expérience pratique, les mécaniciens travaillant sur avion se voient attribués une licence B1 (cellule), B2 (avionique) ou B arm (armement, siège éjectable etc.).

Chapitre 3: Comparaison des systèmes MCO

Après cette brève description des deux systèmes en matière de MCO, les domaines examinés sont à présent comparés l'un avec l'autre afin de faire ressortir, outre les différences susceptibles de s'opposer à un éventuel rapprochement en la matière, les similarités qui pourraient, le cas échéant, fournir une base à un futur MCO commun.

3.1 L'EUROFIGHTER et le Rafale, systèmes d'armes comparables ?

Avant de comparer les deux systèmes MCO mis en place respectivement pour l'EUROFIGHTER et le Rafale, il importe d'examiner si ces deux avions ne présentent pas trop de différences qui trouveraient alors leur reflet au niveau du MCO.

Or, le Rafale et l'EUROFIGHTER présentent beaucoup de similarités : il s'agit, dans les deux cas, d'avions biréacteurs de génération 4+, en forme delta canard mono dérive et multi- (voire swing-) rôle. Les deux avions présentent des caractéristiques de discrétion radar, ils sont construits en utilisant majoritairement des matériaux composites, le développement et la mise en service se sont effectués à la même période, performances et dimensions sont comparables (*confer* annexes 1 et 2).

Cependant, certaines différences existent, comme par exemple le caractère multinational de l'EUROFIGHTER, raison d'un nombre d'unités produites trois fois supérieur à celui du Rafale. On pourrait en conclure que le MCO de l'EUROFIGHTER allemand est également de nature multinationale, or, les questions technico-logistiques sont traitées principalement au niveau national.

Une autre différence entre les deux aéronefs découle directement de la doctrine d'emploi respective : l'Armée de l'air française a fait le choix d'acquérir principalement des avions biplace alors que la version standard de l'EUROFIGHTER est la version monoplace. Ceci n'a toutefois pas de répercussions directes sur le MCO, pas plus d'ailleurs que le fait qu'il existe une version aéronavale du Rafale.

Ceci nous amène à la conclusion que l'EUROFIGHTER et le Rafale sont des avions tout à fait comparables en termes de MCO.

3.2 Les systèmes MCO en général

Le concept de soutien technico-logistique est d'abord différent du point de vue nomenclature : ainsi, le système de soutien logistique de la Bundeswehr qui comprend également les aspects du soutien technique pourrait être désigné comme système MCO.

Les trois échelons de la maîtrise d'œuvre du système MCO français existent de manière analogue côté Luftwaffe : le niveau des armées correspond à la logistique organique de la logistique opérationnelle de la Luftwaffe et celui des industriels étatiques à la partie logistique en matière des systèmes d'armes de la logistique opérationnelle de la Luftwaffe alors que le niveau des industriels est identique pour les deux pays.

Cependant, il existe une différence importante au niveau de la continuité du soutien technico-logistique : en France, la DGA est l'autorité responsable de l'acquisition du matériel, la SIMMAD étant chargée du soutien en service du matériel aéronautique de défense. En Allemagne, le *BAAINBw* est le seul et unique organisme compétent aussi bien de l'acquisition que du soutien en service de tout matériel introduit dans les forces. Ceci permet d'assurer une certaine continuité et la prise en compte, dès la phase de développement et d'acquisition, de problématiques spécifiques au soutien : cela va donc dans le sens d'un soutien logistique intégré (SLI). De plus, il n'y a pas d'organisation par milieu en matière de MCO du matériel (la globalité du matériel aéronautique, terrestre ou naval est prise en charge par le *BAAINBw*). Actuellement, suite à un rapport réalisé fin 2017¹⁰¹, le système MCO français est en pleine évolution. Ainsi la ministre des Armées, Florence Parly, a décidé de transformer la SIMMAD en une nouvelle Direction de la maintenance aéronautique (DMAé). Alors que la SIMMAD était sous l'autorité du CEMAA, la DMAé sera directement subordonnée au CEMA et commandée non pas par un général de l'Armée de l'air

¹⁰¹ Suite à la faible disponibilité des avions militaires français, la ministre des armées a mandaté Christian Chabbert, Ingénieur Général de l'Armement, de réaliser un audit relatif au MCO du matériel aéronautique de défense.

mais par un ingénieur général de l'armement¹⁰². Ingénieure générale de l'armement (DGA), Monique Legrand-Larroche a été nommée à la tête de la nouvelle entité en janvier 2018¹⁰³.

À noter aussi que le soutien industriel propre aux armées (industriels étatiques, donc le SIAé) est significatif en termes d'efforts du côté français alors que les capacités en maintenance industrielle propres à la Luftwaffe sont rares et plus un héritage dû aux systèmes d'armes plus anciens. Pour le MCO de l'EUROFIGHTER, la Luftwaffe n'entretient pas d'infrastructures qui lui sont propres, cette solution ayant été abandonnée au profit des modèles « coopératifs ». Or, il est important de noter que si ces derniers ne sont pas mis en question en Allemagne, ils ont néanmoins été créés dans un contexte où les contraintes budgétaires étaient prépondérantes et les menaces à l'encontre du territoire allemand et allié quasiment absentes. Avec la nouvelle donne géopolitique et notamment les événements en Europe orientale, la Bundeswehr est en train de revoir ses structures au profit de la défense territoriale et de la résilience, ce qui pourrait se traduire par la volonté d'élargir les capacités et compétences propres aux forces. Il n'est donc pas exclu que - pour ses futurs systèmes d'armes - la Luftwaffe récupère des compétences aux niveaux *MES 2* et *MES 3*.

3.3 Les systèmes MCO spécifiques au Rafale et à l'EUROFIGHTER

Les systèmes MCO respectifs mis en place pour ces deux avions partagent bon nombre de principes similaires d'organisation et de fonctionnement : les deux avions sont très sophistiqués techniquement parlant, leur nombre est limité par rapport aux flottes d'aéronefs plus anciens et ils permettent une maintenance selon état, ce qui réduit considérablement les interventions programmées.

¹⁰² MERCHET, Jean-Dominique, Secret Défense, *MCO aéronautique : la ministre n'a pas fait plaisir à tout le monde*, 13/12/2017, <https://www.lopinion.fr/blog/secret-defense/mco-aeronautique-ministre-n-a-pas-fait-plaisir-a-tout-monde-139862>, consulté le 18/01/2018.

¹⁰³ Secret Défense, <https://www.lopinion.fr/blog/secret-defense/monique-legrand-larroche-nouvelle-directrice-maintenance-aeronautique-141594>, consulté le 01/03/2018.

Toujours est-il que le système de maintenance de l'EUROFIGHTER prévoit toujours des visites programmées pour des raisons de sécurité des vols. En ce qui concerne le Rafale, des visites programmées sont également prévues, mais plutôt pour des raisons pratiques (regroupement des opérations de maintenance).

Les niveaux de maintenance au sein des deux armées de l'air sont également comparables : les opérations de maintenance des avions français sont réalisées à trois niveaux (NTI 1 à 3). Le niveau intermédiaire (NTI 2) étant divisé en une partie NSO (« NTI 2 on ») et une partie NSI (« NTI 2 off » ; *confer* graphique à la page 38), cela fait plus précisément quatre niveaux de soutien technique, ce qui correspond tout à fait aux quatre niveaux de maintenance classiques que représentent les *MES* allemands. Cependant, le système MCO de l'EUROFIGHTER est ramené à deux niveaux seulement, avec un soutien opérationnel très réduit, qui ne correspond pas au format du NSO français, car la plupart des tâches réalisées auparavant en unité opérationnelle sont désormais transférées à des contractants civils ou régies par des modèles « coopératifs ». Si cette tendance peut être observée pour d'autres systèmes récents de la Luftwaffe, un futur changement de cap reste possible comme déjà indiqué ci-devant.

3.3.1 Le MCO au niveau des unités opérationnelles

Le soutien technico-logistique en unité opérationnelle est effectué selon les mêmes structures : il y a les ESTA du côté français et les Groupes Techniques du côté allemand. La composante technique est centralisée et séparée des escadrilles opérationnels, mais elle travaille à leur profit en faisant partie intégrante des structures communes qui forment l'échelon supérieur (dénommé unité opérationnelle dans le présent mémoire), ce qui correspond à la base aérienne en France et le *Geschwader* (escadre) en Allemagne. Le ratio des effectifs par avion est également presque identique : 12 personnes par avion pour les ESTA¹⁰⁴ contre 13,33 pour les Groupes Techniques¹⁰⁵.

¹⁰⁴ 600 effectifs d'un ESTA pour 50 avions, cf. chapitre 2.3.1.

¹⁰⁵ 400 effectifs d'un Groupe Technique pour 30 avions, cf. chapitre 1.3.1.

Cependant, il semblerait que les tâches de dépannage et de maintenance effectuées par les ESTA au niveau des ateliers spécifiques dépassent, en termes d'importance et de volume, celles assignées aux Groupes Techniques ; de même, la souplesse quant à l'emploi du personnel mécanicien paraît plus élevée côté français.

3.3.2 Le MCO à l'extérieur des unités opérationnelles

Pour les deux avions examinés, des différences existent quant au MCO réalisé à l'extérieur des unités opérationnelles. Avec le SIAé, la France dispose d'une industrie étatique aéronautique d'envergure et maintient dans ce domaine des compétences étatiques significatives grâce à cinq grands sites industriels et des milliers d'agents étatiques. Ces sites servent également au maintien en condition d'autres systèmes d'armes, mais une grande partie de la maintenance NSI du Rafale est réalisée ici, donc par des moyens étatiques, alors que la Luftwaffe a fait, pour l'EUROFIGHTER, le choix de renoncer à des infrastructures en propre à ce niveau et de compenser les capacités manquantes par des modèles « coopératifs »¹⁰⁶. Dans ce contexte, la spécialité « ingénieur système » a été introduite au sein de la Luftwaffe en tant que réponse à la complexité technologique accrue des nouveaux systèmes d'armes.

Malgré les différences, on peut constater que la contractualisation de prestations grâce à des marchés passés entre forces et industriels joue un rôle de plus en plus important dans les deux systèmes : la grande majorité du soutien purement industriel du Rafale est assurée dans le cadre de contrats basés sur une obligation de performance calculée en HdV. Pour ce qui est de la Luftwaffe, elle a également recours à la prestation industrielle qui, pour la logistique des OAE en métropole, est intégrale. Avec l'application du principe de la *PBL*, cette tendance se renforcera probablement encore à l'avenir, et le MCO français est susceptible, lui aussi, d'évoluer dans ce sens. Suite au rapport sur le MCO français présenté par l'ingénieur

¹⁰⁶ Il est intéressant de constater que le volet « maintenance des logiciels et gestion du système » paraît avoir plus d'importance du côté EUROFIGHTER que du côté Rafale : le *SUZ* est essentiellement dédié à la maintenance, l'évolution des logiciels et la gestion des problèmes d'interférences affectant les sous-systèmes de l'EUROFIGHTER. Une institution équivalente n'existe apparemment pas pour le Rafale.

général de l'armement Christian Chabbert¹⁰⁷, des efforts seront faits en faveur de contrats complets et de longue durée passés avec un seul contractant industriel : il y aura donc un seul titulaire contractuellement responsable. Ce dernier est censé assurer la prestation dans sa globalité, mais pourra sous-traiter des parties du contrat à d'autres industriels civils. La décision de généraliser ce recours à des contrats de soutien longs et à caractère global avec responsabilisation de bout en bout d'un industriel titulaire unique¹⁰⁸ est désormais prise. Dans ce cadre, la possibilité de donner au SIAé davantage de liberté d'action est également étudiée. Ceci pourrait s'appliquer aux achats industriels, aux partenariats ou aux ressources humaines. Indépendamment de l'option finalement retenue, le SIAé restera une entité publique¹⁰⁹.

3.3.3 Le MCO en Opex

Le fonctionnement du soutien technico-opérationnel en Opex suit les mêmes principes : l'élément technique constitué assure le soutien technique pour la durée du déploiement. Il assure également le fonctionnement logistique du contingent pendant la période initiale grâce à un lot de déploiement et ce jusqu'à la mise en place des structures nécessaires au ravitaillement ultérieur.

L'acheminement du matériel de la métropole à la zone opérationnelle est géré et effectuée par les forces armées – cela vaut également pour les prestations contractualisées au titre de marchés prévoyant une obligation de performance ou de marchés conclus selon le principe de la *PBL*.

Les modèles « coopératifs » du côté allemand permettent un renfort de tous les niveaux techniques par du personnel militaire. Ainsi, le personnel militaire travaillant dans ces institutions civiles remplit également les conditions requises pour un renfort

¹⁰⁷ Un entretien avec l'ingénieur général de l'armement Chabbert concernant le MCO français et plus particulièrement la future conception des contrats dans le domaine du MCO a été réalisé le 16/11/2017 à Paris. Les résultats sont disponibles en annexe 3.

¹⁰⁸ Ministère des Armées : *Des mesures pour améliorer la disponibilité des aéronefs militaires*, 13/12/2017, <https://www.defense.gouv.fr/actualites/articles/des-mesures-pour-ameliorer-la-disponibilite-des-aeronefs-militaires>, consulté le 18/01/2018.

¹⁰⁹ *Id.*

en Opex (statut de combattant, aptitude Opex, vaccins à jour *et cætera*) et peut être facilement sollicité à cette fin.

La taille de l'élément technique est comparable : pour un détachement de quatre avions, environ 40 militaires sont nécessaires. Du côté allemand, les besoins nécessaires à la constitution d'un socle en personnels ont été évalués à 30 mécaniciens à partir du premier avion engagé alors que le calcul français prévoit simplement 10 mécaniciens par avion.

3.3.4 Navigabilité et évolution des systèmes d'armes

Au niveau de la navigabilité, les systèmes sont différents pour les deux avions : la France a opté pour un transfert plus rigoureux des systèmes d'armes militaires vers le cadre réglementaire de l'AESA¹¹⁰. Ainsi, l'exploitation du Rafale se conforme aux exigences de l'AESA. La Luftwaffe exploite l'EUROFIGHTER sur la base de réglementations militaires nationales, ce qui a également des répercussions sur la formation du personnel mécanicien, les organismes de formation ainsi que les installations de maintenance militaires et civiles. Mais la Luftwaffe ne refuse pas catégoriquement d'adopter la réglementation AESA, car elle exploite déjà un certain nombre de types d'aéronefs conformément aux règlements DEMAR. C'est effectivement le cas pour l'A400M et l'EC135, pour les hélicoptères TIGRE, NH-90 et MH-90 Sea Lion, la migration vers le système DEMAR est en cours¹¹¹. Les organismes compétents en matière de navigabilité des systèmes aéronautiques de la Défense sont la DSAE côté français et le *LufABw* côté allemand.

Des évolutions du système multinational EUROFIGHTER sont plus difficiles à réaliser que les évolutions du Rafale de production française, car elles nécessitent l'accord de tous les pays partenaires. Des modifications unilatérales sont possibles mais restent très délicates car susceptibles d'interdire la participation à d'éventuelles évolutions communes ultérieures.

¹¹⁰ Le C-160 Transall de l'Armée de l'air, non loin de sa fin de vie de service, a lui aussi été transféré dans le système réglementaire de l'AESA.

¹¹¹ Une vue d'ensemble des différents régimes de navigabilité des systèmes d'armes de la Luftwaffe est disponible en annexe 5.

Pour l'EUROFIGHTER, l'organisme multinational en charge des questions d'évolution du système et de soutien est la *NETMA*. Si un tel organisme à caractère multinational n'est pas requis pour le Rafale en raison de sa production purement française, d'autres programmes multinationaux avec participation française (et allemande), comme par exemple l'A400M, relèvent de l'OCCAR¹¹². Chacune de ces deux organismes suit sa propre approche : la *NETMA* met en œuvre une gestion internationale à laquelle participent les pays du programme selon leur contribution financière. Elle est autorisée à conclure des contrats au nom des nations, mais elle est largement dépendante de l'accord des différents pays. L'OCCAR par contre est une agence dotée d'un personnel international et de pouvoirs considérables permettant une gestion plus autonome des programmes. Elle agit en tant que représentant des nations participantes et peut prendre ses décisions sans demander un accord préalable ; de ce fait, elle possède une marge de manœuvre plus importante¹¹³.

3.3.5 La formation du personnel mécanicien

Pour l'Armée de l'air française, la formation des mécaniciens suit les standards des réglementations AESA alors que leurs homologues allemands effectuent leur formation sur la base des règlements de l'aviation militaire allemande. Ceci a tout logiquement des conséquences sur la conception des organismes de formation.

Mais à l'instar d'autres systèmes d'armes, notamment l'A400M et le Tigre, une formation du personnel mécanicien selon les mêmes standards et éventuellement même sur la base d'une mutualisation des moyens par la création d'établissements communs de formation est possible dès que les avions sont exploités selon les mêmes référentiels en termes de réglementation.

La création de la spécialité des ingénieurs système au sein de la Luftwaffe tient compte de la complexité accrue des nouveaux systèmes et des difficultés pouvant résulter de l'interaction des sous-systèmes. Ces challenges d'intégration de système

¹¹² Organisation conjointe de coopération en matière d'armement

¹¹³ HARFORD, J.A, *op. cit.*, p. 56.

vont encore se renforcer à l'avenir, car le SCAF est décrit comme « système de systèmes », dont le futur avion de combat ne représente qu'un élément. Ainsi, l'importance des ingénieurs système grandira très probablement encore à l'avenir.

Dans les deux pays, la responsabilité pour la formation des mécaniciens incombe aux armées de l'air (CFA respectivement *KdoLw*).

Chapitre 4 : Conclusion

4.1 Vers un futur MCO commun ?

Au vu de ces éléments et malgré les choix respectifs de la France et l'Allemagne concernant leurs chasseurs les plus modernes, un futur système de MCO commun paraît tout à fait réalisable. On reconnaît tout de suite un de ses avantages les plus évidents : en plus des économies et synergies résultant d'une coopération lors du développement, la construction et l'acquisition d'un avion commun, la réalisation d'un système de soutien technico-logistique conjoint en augmentera encore les effets financiers positifs. Mais d'autres avantages découlant d'une potentielle coopération dans les différents domaines existent, ce qui mène aux conclusions suivantes :

4.1.1 Un système de MCO sur mesure avec des niveaux d'intervention identiques

Les niveaux de maintenance des deux pays (NTI et *MES*) sont déjà assez proches du point de vue de leur nature et fonctionnement respectifs, il serait donc tout à fait possible de les standardiser pour un futur avion commun à partir de la base déjà existante. Une telle standardisation serait impérative pour parvenir à un système de MCO commun.

Or, pour tout futur concept de MCO se pose désormais la question de savoir si une organisation en niveaux de maintenance selon les schémas actuels est encore adaptée et opportune. Il n'est pas à exclure qu'une autre forme d'organisation, comme par exemple une structure MCO matricielle, permettrait de mieux prendre en compte tous les facteurs conditionnés par l'arrivée d'un futur système d'armes qui sera potentiellement encore plus complexe et évoluerait dans un environnement encore plus exigeant. Une telle structure matricielle permettrait de regrouper les spécialistes et experts des entités et services du MCO actuel selon les différents domaines du futur MCO, regroupement qui pourrait être permanent, présenter des structures définies ou se faire sur demande. Cette idée est abordée en annexe 4, mais elle nécessiterait encore d'être approfondie par des études complémentaires.

Chaque système d'armes de la Luftwaffe ayant son dispositif MCO spécifique (*confer* annexe 5) - structures de maintenance plus importantes pour les anciens avions comme le Tornado et le C-160, soutien entièrement externalisé pour l'EC

135, l'EC 145 et le Héron - l'introduction d'un nouveau système entraînera systématiquement une adaptation conceptuelle en matière de MCO. Côté français, la réforme de l'organisation du MCO est également la preuve d'une grande flexibilité dans ce domaine, ce qui est, dans la perspective d'un futur avion commun, de bonne augure pour un système MCO taillé sur mesure.

4.1.2 Des unités mixtes pour une exploitation commune

Au niveau opérationnel, la maintenance est centralisée dans des unités de maintenance similaires sous forme d'ESTA ou de Groupe Technique. Des unités communes seraient donc possibles au sein même d'une même escadre. L'entité mixte C-130J¹¹⁴ à Evreux, actuellement en cours de mise sur pied, pourrait servir d'exemple. Cependant, un accord sur le volume de maintenance à faire réaliser par ces entités devra encore être trouvé. De même, la flexibilité d'emploi dont profite le personnel mécanicien français (peut-être due à des ressources limitées¹¹⁵) devra être conciliée avec les structures plutôt rigides côté allemand. Là aussi, l'unité mixte C-130J d'Evreux pourrait fournir un précieux retour d'expérience.

L'avantage de disposer d'unités de maintenance communes est évident : travailler ensemble pour s'acquitter - en appliquant les mêmes procédures - d'une tâche commune permettrait l'exploitation conjointe d'une flotte d'aéronefs pour laquelle on partagerait le coût des infrastructures et matériels (OAE, stocks, matériels de servitude *et cætera*). Au-delà des unités mixtes, le prêt ou la cession - déjà pratiqués pour le Transall - de matériels, équipements et rechanges voire le prêt de personnels et d'avions paraissent envisageables. Ceci permettrait en plus d'accueillir

¹¹⁴ Le C-130J Super Hercules est une version complètement modifiée et modernisée du C-130H (nouveaux moteurs, hélices plus performantes à six pales et avionique moderne). Le C-130J est de production américaine (Lockheed Martin) et permettra à l'Armée de l'air française et à la Luftwaffe de combler la lacune laissée par la déflation du C-160 et le retard de l'A400M.

Source : NIJEAN, Jean-Laurent (Adjudant), *C-130 Super Hercules La réponse efficace et vite opérationnelle*, Air Actualités Février 2018 N° 708, p. 48 - 49.

¹¹⁵ L'auteur a servi comme officier mécanicien d'échange sur la BA 123 d'Orléans de 2008 à 2011. Au sein de l'ESTA 2E.061, unité de maintenance pour le C-160 Transall, le transfert de personnel d'un service à un autre a été pratiqué afin de compenser le manque d'effectifs dont souffrent certaines structures. Si cette pratique est liée à l'âge du C-160 et la préparation de l'entrée en service de l'A400M, les raisons de la flexibilité d'emploi du personnel mécanicien Rafale peuvent être de nature différente.

réciroquement des avions de l'autre nation - que ce soit en métropole ou sur des sites éloignés - et d'ouvrir ainsi la voie vers une interopérabilité affirmée.

Pourtant, si les unités mixtes peuvent paraître trop ambitieuses à l'heure actuelle, les conditions politiques n'ont jamais été aussi favorables. Cette coopération serait une application concrète des demandes du Président de la République Emmanuel Macron prononcées lors de son discours à la Sorbonne¹¹⁶ : proposer un partenariat nouveau à l'Allemagne, donner une impulsion franco-allemande décisive et concrète, avancer ensemble et mieux se coordonner en matière de défense, créer la capacité d'agir ensemble et développer une culture stratégique partagée.

4.1.3 Plus de maintenance pour les militaires allemands, plus de modèles dits « coopératifs » chez l'industriel français

Pour ce qui concerne le soutien technico-logistique à l'extérieur des unités opérationnelles, maintenir ensemble un système d'armes selon les mêmes règles, standards et procédures permettrait de se doter d'installations de maintenance communes.

Dans une telle perspective, des stocks de rechanges de niveau industriel pourraient être constitués au titre d'acquisitions communes, le volume en serait de ce fait plus important et les coûts moins élevés, constat qui vaut également pour les outils et moyens de test spécifiques qui seraient alors à la disposition des deux nations. Le tout pourrait se traduire par un service étatique sur le modèle du SIAé (voire une structure entièrement militaire avec uniquement du personnel de la Luftwaffe et / ou de l'Armée de l'air) ou aboutir à la création, suivant le modèle allemand, d'organismes « coopératifs » pour garder ainsi, à coûts réduits, une expertise approfondie. Une formule combinant ces deux systèmes paraît également envisageable.

¹¹⁶ *Initiative pour l'Europe - Discours d'Emmanuel Macron pour une Europe souveraine, unie, démocratique* du 26/09/2017 à Paris, elysee.fr, <http://www.elysee.fr/declarations/article/initiative-pour-l-europe-discours-d-emmanuel-macron-pour-une-europe-souveraine-unie-democratique/>, consulté le 01/03/2018.

Toujours est-il qu'un service étatique dédié à la maintenance aéronautique pourrait constituer un défi majeur pour le côté allemand, car la création de telles structures engendre des implications budgétaires importantes. Or, dans la perspective d'une réadaptation structurelle de la Bundeswehr en faveur d'une défense désormais davantage centrée sur le territoire national, ceci est pour le moins une piste de réflexion à prendre en compte.

Des contrats standardisés prévoyant une obligation de performance pour le titulaire pourraient venir compléter cette panoplie de perspectives. Vu le volume de prestations plus élevé, il serait alors possible de négocier de meilleures conditions contractuelles.

4.1.4 Effets positifs pour les Opex

En ce qui concerne les Opex, un seul et même système MCO faciliterait non seulement l'acquisition de lots de déploiement communs, mais aussi l'accueil des avions dans la zone d'opérations indépendamment de leur cocarde ou encore le prêt d'avions. Bien que la question d'un engagement commun en matière d'Opex soit un autre sujet d'un point de vue politique, un MCO commun permettrait même, sur la base des unités mixtes, de faire fonctionner des bases aériennes projetées communes.

Plus encore, le fait que dans les deux pays le transport du matériel de la métropole vers la zone d'opérations soit du ressort des forces armées permettrait de réfléchir à un service logistique commun et mutualisé selon les modes opératoires du « *pooling and sharing* ».

4.1.5 Un même standard pour la navigabilité, une agence de gestion forte

Une navigabilité selon les mêmes standards est à la base d'une exploitation commune, dont le MCO de l'avion fait partie, et demeure incontournable. Ainsi, le futur projet devra sans doute suivre les dispositions du référentiel réglementaire de l'AESA. Que des systèmes d'armes de la Luftwaffe soient déjà exploités selon ces principes montre que ceci ne constitue pas d'obstacle majeur.

Une fois la décision prise de s'engager dans cette coopération, une coordination étroite concernant la gestion des modifications et évolutions souhaitées au cours de la durée de vie du système doit être engagée afin d'éviter une évolution divergente des

avions laquelle risquerait de compromettre tout effet de synergie par la suite. Ceci est essentiel, mais demande beaucoup de rigueur de la part des partenaires tout en limitant leur autonomie de décision nationale. En contrepartie, le respect rigoureux de standards d'évolution identiques permet de partager les frais de développement et les coûts des nouveaux équipements et armements y compris les dépenses pour la recherche associée, c'est le garant d'une interopérabilité sans faille. À cette fin, une agence de gestion forte, comme l'OCCAR, serait souhaitable pour piloter le programme et traiter la question du MCO associé. Toutes les questions et problématiques liées au MCO seront, dans l'idéal, traitées dans le sens d'un SLI, c'est-à-dire bénéficiant d'une prise en compte dès la phase de développement et d'acquisition et sans qu'intervienne une cession de la gestion entre l'acquisition et l'utilisation. C'est dans ce contexte que se pose également la question du futur rôle de l'Agence européenne de défense (AED) : l'AED ne devrait-elle pas réclamer la gestion des programmes d'armement européens ? Certes, la coopération entre l'OCCAR et l'AED s'intensifie à l'heure actuelle¹¹⁷, mais une simple coopération ne paraît pas suffisamment ambitieuse et ne saura répondre aux défis futurs. Par conséquent, il faudrait plutôt envisager une intégration au cours des décennies à venir de l'OCCAR dans l'AED.

4.1.6 La formation commune : déjà une réalité aujourd'hui elle reste une nécessité impérieuse pour demain.

En adoptant les normes de l'AESA comme réglementation standard commune pour l'exploitation des avions, la formation des mécaniciens pourrait également se réaliser dans des centres de formation communs, comme ceci est déjà pratiqué pour l'A400M, dont les mécaniciens français et allemands sont formés dans le cadre d'un même stage à Wunstorf¹¹⁸. La formation commune est encore un autre élément

¹¹⁷ Site officielle de l'AED, *EDA, EATC and OCCAR-EA enhance cooperation for A400M in-service phase* du 25/01/2018, <https://www.eda.europa.eu/info-hub/press-centre/latest-news/2018/01/25/eda-eatc-and-occar-ea-enhance-cooperation-for-a400m-in-service-phase>, consulté le 28/01/2018.

¹¹⁸ Ceci s'applique également au personnel navigant : La formation du personnel navigant français et allemand de l'A400M se réalise à Orléans.

permettant de réduire les coûts associés à l'exploitation du système d'armes, c'est aussi un préalable au travail dans des unités mixtes.

En conclusion, force est de constater qu'il y aura très vraisemblablement un rapprochement du concept français du modèle allemand à travers une évolution vers une plus forte implication de l'industrie et l'émergence d'un système « coopératif » en France. En Allemagne, une évolution vers davantage de profondeur et d'autonomie d'intervention du côté militaire paraît possible. Ces deux mouvements l'un vers l'autre doivent être identifiés en tant que tels et valorisés lors d'un dialogue entre les deux ministères. De plus, il serait profitable que la partie allemande converge rapidement vers les règles de navigabilité de l'AESA, car ceci est non seulement une exigence pour une coopération internationale approfondie, mais aussi un garant d'interopérabilité au niveau du MCO.

Enfin, la création des modèles « coopératifs » allemands et la contractualisation sur la base d'une obligation de performance française démontrent qu'une évolution du MCO aéronautique n'est pas toujours possible en reproduisant l'existant. Il faut bien au contraire sortir des chemins battus, penser autrement et oser innover afin de véritablement trouver une solution de soutien adaptée au système d'armes, aux utilisateurs et aux contraintes budgétaires.

Il faut cependant rester réaliste, car le développement d'un MCO commun sera un processus long et difficile. Au regard des interdépendances créées, qui constituent une certaine perte de souveraineté des partenaires et en vue des modifications nécessaires des systèmes existants, une concertation impliquant une certaine remise en question des acteurs est incontournable. Au vue du cadre temporel (choix d'architecture du SCAF en 2021), ce processus doit débuter le plus rapidement possible si on veut donner une possibilité réaliste pour un MCO véritablement commun.

4.2 Perspectives

Un domaine écarté volontairement car ne faisant pas directement objet du présent travail est le développement technologique. Ce dernier a un impact fort sur les modes d'action industriels et est donc à prendre en compte lors du développement d'une

future doctrine de MCO commun. Ceci paraît évident, mais reste primordial. L'évolution vers l'industrie 4.0¹¹⁹ (cobot¹²⁰, réalité augmentée, fabrication additive¹²¹, intelligence artificielle / big data, simulation numérique ; et encore plus précisément pour le milieu aéronautique : outillage intelligent, maintenance prédictive et automatisation des flux logistiques) bouleversera non seulement les procédures actuelles, elle aura également un impact fort sur les compétences des techniciens et des officiers mécaniciens. L'Allemagne a fait un premier pas dans cette direction avec la formation des ingénieurs système, mais le processus d'adaptation de la formation à tous les niveaux reste une problématique à part qui mériterait une réflexion commune.

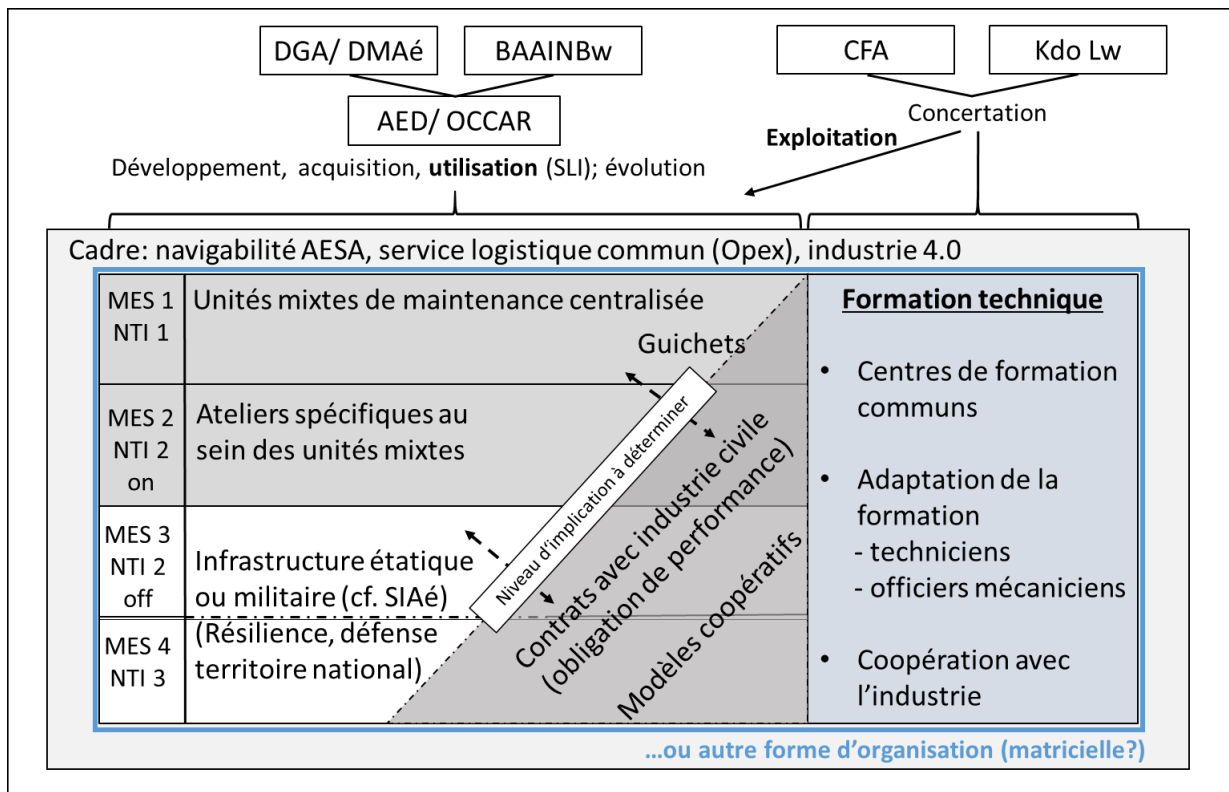
Partant de l'ensemble de ses conclusions, les grandes lignes d'un potentiel futur MCO commun pourraient se présenter comme suit :

¹¹⁹ Les échos, *Les cinq technologies majeures de l'industrie 4.0*, 17.10.2017, <https://www.lesechos.fr/thema/030728711237-les-cinq-technologies-majeures-de-lindustrie-40-2122831.php>, consulté le 28/01/2018.

¹²⁰ Collaborative robot, qui travaille de concert avec un opérateur humain.

¹²¹ Technologie plus connue sous le nom d'impression 3D.

Les grandes lignes d'un potentiel MCO commun



Les effets de synergie décrits au chapitre précédent et les économies budgétaires qui en résultent pourraient alors être colossaux. Or, réunir les conditions pour pouvoir bénéficier de ces avantages est difficile et peut présenter des inconvénients : la mise en place d'un système de MCO commun suppose tout d'abord de s'accorder sur la réalisation en commun du nouveau système. Même si la volonté politique vient d'être exprimée, le chemin paraît encore long, car chaque pays a l'obligation de défendre ses propres intérêts. Ces intérêts se traduisent, entre autres, par la volonté de chaque nation de conserver une certaine autonomie dans le domaine de l'armement afin de garantir l'autonomie d'emploi, l'accès aux systèmes d'armes les plus performants et le maintien des compétences. (Voir à ce propos, les ambitions en matière de coopération technologique et industrielle de la France détaillées dans la revue stratégique¹²².) C'est sur cette base qu'un dialogue étroit devra être mené afin

¹²² Le tableau correspondant est disponible en annexe 7.

de déterminer si un développement commun est réalisable¹²³. Le choix des sites de production respectifs pèse également lourd sur un plan politico-économique. Chaque nation voudra évidemment conserver un maximum de sa base industrielle et technologique de défense (BITD). Un certain scepticisme persiste donc ici et là, attitude qu'il s'agira de surmonter par une négociation sincère et équilibrée et un équitable partage des bénéfices. Quant au savoir-faire industriel, une coopération franco-allemande pourrait s'avérer avantageuse pour les deux nations : la France ayant a priori une avance considérable dans ce domaine de par la production nationale du Rafale pourrait - en joignant ses compétences à l'expertise indéniablement existante en Allemagne - rattraper le retard que la BITD européenne a pris par rapport à l'industrie d'outre-Atlantique¹²⁴. Le nouveau fonds européen de défense géré par l'AED pourrait financer une partie de ces efforts, preuve, s'il en fallait, du futur rôle important que devrait jouer l'Agence Européenne de Défense.

Les moyens budgétaires des États européens sont et restent limités, c'est une réalité incontournable, continuer à tolérer la fragmentation actuelle de la BITD européenne n'est pas une option. « L'astuce » consisterait à concilier les desiderata en matière d'autonomie et les intérêts politico-économiques des pays respectifs en les inscrivant dans des projets communs. Un système de combat aérien franco-allemand¹²⁵ avec un système MCO commun serait dans tous les cas un message politique fort qui pourrait inciter d'autres pays à suivre la France et l'Allemagne dans cette voie vers une défense à dimension européenne.

¹²³ Au niveau des plates-formes aéronautiques, la France a l'ambition de rester souverain en matière de furtivité (Source : Revue Stratégique de défense et de sécurité nationale 2017, Octobre 2017, p. 69 ; tableau disponible en annexe 7). Ceci pourrait s'avérer compliqué pour le développement d'un avion de 6^{ème} génération pour lequel la furtivité est une caractéristique fondamentale.

¹²⁴ Selon l'analyse de l'Ingénieur Général CHABBERT, il existe un certain retard européen au niveau des nouveaux matériaux pour moteurs. Si la construction de moteurs d'avion est maîtrisée par les industriels européens, il faudra néanmoins investir massivement dans le domaine des matériaux afin de rattraper ce retard. Note de l'auteur : Au regard des caractéristiques des nouveaux systèmes d'armes américains comme le F-35 et le F-22, cette problématique est probablement la même pour la maîtrise des technologies de furtivité.

¹²⁵ Son abréviation « SCAFA » ne serait pas trop éloignée de la désignation française actuelle du projet.

Annexes

Sources et bibliographie

- Référence bibliographiques

ALLARD, Stéphane, *Transall C160 Une aventure franco-allemande*, Marines éditions, 240 p., p. 14

LERT, Frédéric, *Les matériels de l'Armée de l'air et de l'Aéronavale : Dassault Rafale*, Sophia Histoire & Collections 2017, 72 p.

Revue Stratégique de défense et de sécurité nationale 2017, Octobre 2017.

VETTER, Bernd, VETTER, Frank, *Versuchsprojekte der Bundeswehr Flugerprobungen der Wehrtechnischen Dienststelle 61*, Motorbuch Verlag, 175 p.

- Articles de presse aéronautique et militaire

ALTORIO, Antonino, SABARZ, Werner: NETMA: *NATO EF2000 and Tornado Management Agency*, publié en : Wehertechnik: WT. -42 (2010), N° 3.

BODEMANN, Tobias (CNE): *Der Systemingenieur*, publié en: cpm forum 5-2017.

CORMANN, Klaus, MÜLLER, Andreas: *EUROFIGHTER: Technisch-logistische Ausbildung*, publié en: Europäische Sicherheit : Politik, Streitkräfte, Wirtschaft, Technik, -55 (2006), N° 8.

German Air Force Team of Authors: *Weapons Systems Support Centre 1*, publié en: cpm forum: das Magazin für Wehrtechnik und Logistik, 2015, N° 3: Special Focus : The German Luftwaffe.

HARFORD, J.A.: *Collaborative defence procurement*, publié en : NATO's agencies and bodies.–Bonn, 2002.

HÄRTL, Ronald: *EUROFIGHTER im Einsatzbetrieb: Erste Eindrücke aus der Nutzung beim Jagdgeschwader 73 „Steinhoff“*, publié en : Strategie und Technik -49 (2006), N° 8.

JUNGKUNZ, Bernd: *Kooperatives Modell: eine Bestandsaufnahme der Kooperation der Einsatzlogistik der Luftwaffe mit Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft zur Instandsetzung und Systemunterstützung von Luftfahrzeugen*, publié en : Strategie und Technik: Streitkräfte, Rüstung, Sicherheit. -52 (2009), N° 4.

KOTHE, Stefan: *EUROFIGHTER: Nutzung aus waffensystemlogistischer Sicht*, publié en : Europäische Sicherheit & Technik : ES & T,-65 (2016), N° 7.

NIJEAN, Jean-Laurent (Adjutant), *Service Industriel de l'aéronautique : Experts de la maintenance industrielle*, Air Actualités Novembre 2017 N° 706.

NIJEAN, Jean-Laurent (Adjudant), *C-130 Super Hercules La réponse efficace et vite opérationnelle*, Air Actualités Février 2018 N° 708.

MADER, Georg: *Ground Support System EUROFIGHTER*, publié en : Europäische Sicherheit & Technik : ES & T.- 61 (2012), N° 5.

SCHISCHKO, Klaus : *EUROFIGHTER : zum Stand des Programms*, publié en : Soldat und Technik : Zeitschrift für Wehrtechnik, Rüstung und Logistik. -47 (2004), N° 1.

SCHMIDT- NECHL, Oliver; KOTHE, Stefan: *Das logistische System EUROFIGHTER*, publié en : Europäische Sicherheit: Politik, Streitkräfte, Wirtschaft, Technik, 59 (2010), N° 12.

SMOLL, Raik, *Einsatzlogistik Luftwaffe*, publié en : Unterstützung und Durchhaltefähigkeit, Sankt Augustin 2009.

WORALL, Peter: *General overview of NETMA*, publié en : NATO's nations and partners for peace. -52 (2007), N° 3.

- Internet

AED, EDA, EATC and OCCAR-EA enhance cooperation for A400M in-service phase, 25/01/2018, <https://www.eda.europa.eu/info-hub/press-centre/latest-news/2018/01/25/eda-eatc-and-occar-ea-enhance-cooperation-for-a400m-in-service-phase>, consulté le 28/01/2018.

Airpower Austria, <http://eurofighter.airpower.at/technik-struktur.htm>, consulté le 13/12/2017.

Armée de l'air, *Maintenance aéronautique*, 09/08/2013, site du ministère des armées <http://www.defense.gouv.fr/air/activites/maintenance-aeronautique/maintenance-aeronautique> consulté le 18/12/2017.

CHATIGNOUX Catherine, *Défense, zone euro, fiscalité : Macron et Merkel relancent l'Europe tous azimuts*, Les Echos, 13/07/2017, https://www.lesechos.fr/13/07/2017/lesechos.fr/010148359824_defense--zone-euro--fiscalite---macron-et-merkel-relancent-l-europe-tous-azimuts.htm consulté le 18/12/2017.

elysee.fr, <http://www.elysee.fr/declarations/article/initiative-pour-l-europe-discours-d-emmanuel-macron-pour-une-europe-souveraine-unie-democratique/>, consulté le 01/03/2018.

Luftfahrtamt der Bundeswehr (Office de l'aviation de la Bundeswehr), http://www.luftfahrtamt.bundeswehr.de/portal/a/lufabw/start/ueber_uns/, consulté le 24/11/2017.

Les échos, *Les cinq technologies majeures de l'industrie 4.0*, 17.10.2017, <https://www.lesechos.fr/thema/030728711237-les-cinq-technologies-majeures-de-lindustrie-40-2122831.php>, consulté le 28.01.2018.

MERCHET, Jean-Dominique, L'opinion, *Safran : l'échec du moteur pour Dassault pose le problème des «pertes de compétences»* du 14/12/2017, <https://www.lopinion.fr/edition/economie/safran-l-echec-moteur-dassault-pose-probleme-pertes-competences-139903>, consulté le 19/01/2018.

MERCHET, Jean-Dominique, Secret Défense, *MCO aéronautique : la ministre n'a pas fait plaisir à tout le monde*, 13/12/2017, <https://www.lopinion.fr/blog/secret-defense/mco-aeronautique-ministre-n-a-pas-fait-plaisir-a-tout-monde-139862>, consulté le 18/01/2018.

Ministère des Armées : *Des mesures pour améliorer la disponibilité des aéronefs militaires*, 13/12/2017, <https://www.defense.gouv.fr/actualites/articles/des-mesures-pour-ameliorer-la-disponibilite-des-aeronefs-militaires>, consulté le 18/01/2018.

Ministère des Armées, <https://www.defense.gouv.fr/portail/enjeux2/la-lpm-2019-2025/les-actualites2/les-actualites/projet-de-loi-de-programmation-militaire-2019-2025-une-lpm-de-renouveau>, consulté le 01/03/2018.

Rapport particulier de la Cour des comptes de décembre 2004 « *Le maintien en condition opérationnelle des matériels des armées* », p.18-19. <https://www.ccomptes.fr/sites/default/files/EzPublish/McoRapport.pdf>, consulté le 18/12/2017.

Secret Défense, <https://www.lopinion.fr/blog/secret-defense/monique-legrand-larroche-nouvelle-directrice-maintenance-aeronautique-141594>, consulté le 01/03/2018.

Wikipédia, *Avions de chasse de cinquième génération*, dernière mise à jour le 11/11/2017, https://fr.wikipedia.org/wiki/Avions_de_chasse_de_cinqui%C3%A8me_g%C3%A9n%C3%A9ration, consulté le 18 décembre 2017.

Wikipédia, *Dassault Rafale*, dernière modification du page : 15/12/2017 https://fr.wikipedia.org/wiki/Dassault_Rafale#cite_note-9, consulté le 18 décembre 2017.

Wikipedia, *EUROFIGHTER*, dernière modification du page: 14/01/2018 https://de.wikipedia.org/wiki/Eurofighter_Typhoon#Technik, consulté le 04/01/2018.

Wikipedia *EUROFIGHTER*, dernière modification du page : 14/01/2018 https://de.wikipedia.org/wiki/Eurofighter_Typhoon#Tranche_3, consulté le 04/01/2018.

- [Interviews et témoignages](#)

Ingénieur Général de l'Armement CHABBERT, Christian, personnage de renom du milieu aéronautique : Il a exercé les fonctions suivantes : directeur du service de la maintenance aéronautique (2006), directeur central du SIAé (2008), directeur des ressources humaines de la DGA et Inspecteur Général des Armées de 2013 à 2017). Actuellement, il est expert indépendant.

Entretien oral libre qui s'est déroulé le 16/11/2017 à Paris.

Colonel BUNGERT, Markus, Attaché de l'air allemand à Paris. Le Colonel BUNGERT a également servi au SUZ EUROFIGHTER et dans le domaine de la maintenance du Tornado. Entretien oral libre qui s'est déroulé le 04/10/2017 et le 16/11/2017 à Paris. Il a aussi soutenu le présent travail tout au long de sa rédaction en apportant ses commentaires de vive voix et / ou par courrier électronique.

Colonel GROFFE, Frédéric, SIMMAD, responsable du soutien en service des avions de chasse. Entretien oral libre qui s'est déroulé le 9 novembre 2017 à Balard/Paris.

Colonel MIREBIEN, Xavier, EMA, Bureau MCO. Entretien oral libre qui s'est déroulé le 9 novembre 2017 à Balard/Paris.

Colonel SCHUSTER, Thierry, SIMMAD, responsable du soutien en service des avions de chasse. Entretien oral libre qui s'est déroulé le 9 novembre 2017 à Balard/Paris.

Colonel LÖRCH, Christian, Kdo Lw 1 Ic Coopération Internationale, entretien téléphonique du 05/12/2017.

Lieutenant-Colonel JAENISCH, Curt, Chef Adjoint SUZ EUROFIGHTER Manching, entretien téléphonique du 01/12/2017.

Lieutenant-Colonel ALBRECHT, Frank, BAABw, Service air L1.2, entretien téléphonique du 07/12/2017.

Lieutenant-Colonel HEINLEIN, Jens, Gestionnaire du système d'armes EUROFIGHTER, LwTrpKdoUstg 2 Ia, entretien téléphonique du 20/11/2017.

Lieutenant FAUST, Steffen, affecté au LwTrpKdoUstg 2 Ia, Gestion du système d'armes EUROFIGHTER (Le Lieutenant FAUST est ingénieur système EUROFIGHTER). Interview par mél, réponses reçues le 21 décembre 2017.

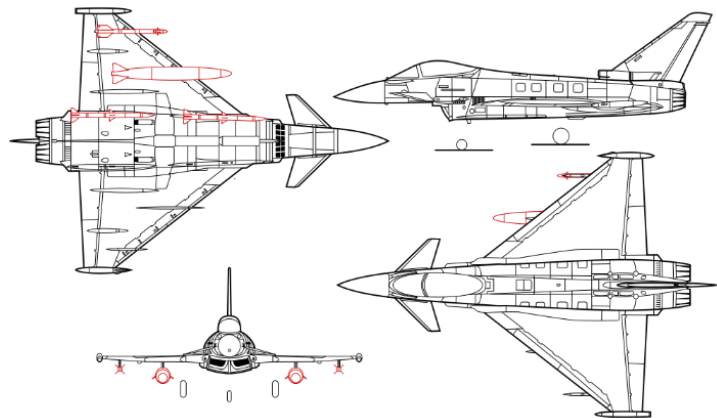
Autres Annexes

Annexe 1 : Données techniques de l'EUROFIGHTER

Généralités	
Constructeur	EUROFIGHTER Jagdflugzeug GmbH
Mise en service	2003
Nombre construits (au 30/11/2017)	GBR 148/160, DEU 128/143, ITA 89/96, ESP 65/73, AUT 15/15, SAU 70/72, OMN 9/12, KWT 0/28, QAT 0/24 ; total : 524/623

Motorisation	
Moteur	Eurojet EJ 200- turboréacteur
Nombre	2
Poussée unitaire	60 kN sec, 90 kN avec PC

Dimensions	
Envergure	10,95 m
Longueur	15,96 m
Hauteur	5,28 m
Surface alaire	50,00 m ²



Masses		
À vide	Monoplace	11 000 kg
	T/S	11 700 kg
Carburant interne	Monoplace	4 996 kg
	T/S	4 300 kg
Armement		7 500 kg
Maximale	Monoplace	23 500 kg
	T/S	24 098 kg

Performances	
Vitesse maximale	Basse altitude: Mach 1,2 (Altitude optimale : Mach 2,35)

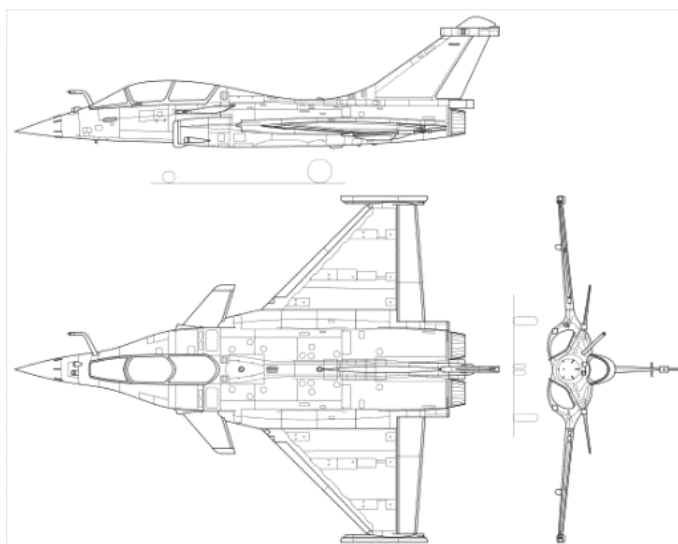
Source: Wikipedia EUROFIGHTER, https://de.wikipedia.org/wiki/Eurofighter_Typhoon, consulté le 06/01/2017.

Annexe 2: Données techniques du Rafale

Généralités	
Constructeur	Dassault Aviation
Mise en service	18 mai 2001
Nombre construits (au 28/11/2017)	France : 149/180, Egypte : 14/24, Qatar : 0/36, Inde : 0/36 ; total prévu : 276

Motorisation	
Moteur	Snecma M88-2
Nombre	2
Poussée unitaire	50 kN sec, 75 kN avec PC

Dimensions	
Envergure	10,86 m
Longueur	15,27 m
Hauteur	5,34 m
Surface alaire	45,7 m ²



Masses		
À vide	Rafale B	10 450 kg
	Rafale C	9 850 kg
	Rafale M	10 196 kg
Carburant	Interne	4 700 kg
	Externe	6 700 kg
Avec armement		19 500 kg
Maximale		24 500 kg

Performances	
Vitesse maximale	1 912 km/h (Mach 1,8 en altitude)

Source: Wikipedia Rafale, https://fr.wikipedia.org/wiki/Dassault_Rafale#cite_note-9 consulté le 18/12/2017.

Annexe 3 : Entretien avec l'Ingénieur Général de l'Armement Christian Chabbert

L'entretien s'est déroulé le 16/11/2017 à Paris et portait sur l'évolution possible du MCO français. Parmi les aspects évoqués figurait la future conception des contrats avec les partenaires industriels.

Problèmes actuels du MCO français

1. Responsabilités non clarifiées au plus haut niveau : chaque armée dispose de matériels aéronautiques (Marine Nationale : l'Aéronavale avec entre autres le Rafale, l'Armée de Terre: hélicoptères de l'Aviation Légère de l'Armée de Terre etc.). Le CEMAA, le CEMM et le CEMAT sont tous les trois décideurs pour toute question en matière de MCO les concernant sans qu'il n'y ait un « responsable MCO global » expressément désigné. (La SIMMAD est uniquement un organisme central exécutant relevant du CEMAA.)
2. Conception des contrats avec l'industrie: les différents volets du MCO et les prestations leur étant associées font actuellement encore l'objet de contrats dédiés non homogènes ; pour certaines prestations, la question de la responsabilité engagée reste floue ou la responsabilité continue à incomber aux Forces (comme par exemple le transport des pièces ou le stockage).

Propositions pour la conception future du MCO

1. Création au plus haut niveau d'un bureau / organisme auquel revient l'autorité décisionnelle pour l'exécution du MCO de tous les matériels aéronautiques de la Défense.
2. Principes recommandés pour la conception future des contrats avec l'industrie :
 - Contrats à caractère global

Un seul contractant industriel, qui a la responsabilité totale de la prestation de service : la réparation des OAE, le stockage et le transport logistique doivent être fournis par un seul et même prestataire et mis à disposition des Forces de

manière compacte (mise en place sur les sites de guichets dédiés à l'échange des pièces).

Le titulaire du contrat est également garant des prestations de service de ses sous-contractants (rôle très important des PME dans ce domaine). De même, le soutien garanti à l'utilisateur au titre du dépannage (assistance téléphonique, assistance à la réparation etc.) doit être contractualisé. Meilleur critère pour la qualité des prestations de service réalisées : la disponibilité du système d'armes pour les Forces (donc les HdV générées).

Lors de la conception des contrats à mettre en place, les Forces sont appelées à définir avec précision quelles opérations de dépannage (domaine du NTI 2) elles peuvent, veulent ou doivent exécuter par leurs propres moyens. Ceci sera alors inscrit dans les contrats et devra être respecté lors de leur exécution.

Afin d'acquérir une meilleure connaissance technique du système d'armes et de disposer, en Opex, des compétences nécessaires en zone opérationnelle, l'emploi du personnel mécanicien alterne entre la mise en œuvre, le dépannage et, le cas échéant, le dépannage industriel. Ceci est rendu possible, sans trop de difficultés, grâce au SIAé, organisme étatique sous la tutelle du CEMAA. Pour des contrats futurs prévoyant l'externalisation complète de la maintenance industrielle, le système allemand des modèles « coopératifs » pourrait s'avérer intéressant pour le côté français.

- Des contrats d'une durée plus longue avec des rendez-vous de contrôle réguliers

Il est impératif que les contrats à caractère global à négocier avec l'industrie aient une durée plus longue (10 ans environ), laquelle se solderait par une prévisibilité plus grande pour l'industriel privé. Conséquence directe, ce dernier sera enclin à une plus grande « générosité ». Une durée de contrat courte nécessitant le recours à un nouvel appel d'offres et une nouvelle mise en concurrence est contre-productive. Or, il est essentiel que les Forces se réservent le droit de contrôler les prestations fournies et de revoir la

contractualisation passée à des intervalles réguliers (environ tous les 2 ans), afin de pouvoir, en cas de besoin, apporter des corrections et ajustements selon des modalités préalablement établies.

- **Transparence des coûts, partage des risques et bénéfices**

Pour les Forces armées, une prise en charge intégrale du MCO par un contractant ne peut se réaliser selon la formule « zéro souci », car un contrat allant dans ce sens engendrerait des coûts disproportionnés, conséquence du risque assumé en l'occurrence uniquement par l'industriel. Il s'agit plutôt de définir un régime de transparence des coûts qui permet de partager les gains et pertes survenus indépendamment des parties contractantes. De cette manière, les Forces participeraient au risque du prestataire et les coûts des prestations resteraient à un niveau acceptable. Il doit également être possible pour la partie contractante de réaliser des bénéfices en cas de dépassement des objectifs (par exemple en cas d'un surplus d'HdV réalisées).

Annexe 4 : Organisation matricielle du MCO

	Unités ops	Service aéro AA	Service aéro état.	Service Interarm.	Industriel A	Industriel B	...
Mise en oeuvre							
Dépannage cellule							
Dépannage OAE							
Logistique							
Gestion des stocks							
Logiciels, informatique							
Formation							
Opex							
Évolution Recherche							
...							

Ce schéma matriciel montre la manière dont les différentes entités du MCO (plan horizontal) pourraient coopérer dans les différents domaines du MCO (plan vertical) : dans la mesure où les entités disposent de spécialistes à la compétence requise dans les différents domaines, ceux-ci seront regroupés afin de travailler ensemble. Ces coopérations pourraient être définitives et structurantes pour le futur MCO (pôles d'expertise) ou fonctionner de manière ad hoc selon les problématiques du moment. L'évolution technique permettra une gestion facilitée de ce réseau complexe, le travail proprement dit sera réalisé dans des centres (étatiques / militaires ou civiles) standardisés voire à partir de différents endroits (sièges des entreprises, domicile des employés, bases aériennes, sites opérationnels), car les nouvelles technologies (communication visuelle via internet type Skype, maintenance

prédictive, réparations à distance, impression 3D etc.) permettront une coopération efficace sans présence physique des acteurs au même endroit.

L'organisation matricielle présente des avantages intéressants : regroupement de différents acteurs dans des pôles de compétences, degré élevé de concertation, création de synergies et facilitation de la coopération à travers les différents niveaux.

Cependant, les inconvénients ne sont pas négligeables : une telle organisation peut paraître confuse et il y existe un risque d'ambiguïté concernant la compétence et la responsabilité. Une structuration rigoureuse et un suivi conséquent sont donc nécessaires afin de garantir le succès de l'organisation matricielle. Son utilité pour l'organisation future du MCO reste à analyser.

Annexe 5 : Tableau regroupant les différents modèles de maintenance et les régimes de navigabilité des systèmes d'armes de la Luftwaffe

Système d'armes	Modèle de Maintenance	Régime de navigabilité
UH-1D, CH-53G, C-160 Transall	Classique (<i>MES</i>)	Ancien (réglementations militaires)
Tornado	Classique (<i>MES</i>) Modèle coopératif Airbus cellule et moteurs MES 3 et 4 pour composants (industrie et militaire) Influence militaire en ce qui concerne l'avionique	Ancien (réglementations militaires)
EUROFIGHTER	À deux niveaux Modèle coopératif Airbus cellule et moteurs NSI pour composants (industrie et militaire) Partie du bureau de construction Luftwaffe Ingénieurs Système User Help Desk	Ancien (réglementations militaires)
Sea Lynx, P-3C Orion (Aéronavale)	Classique (<i>MES</i>)	Ancien (réglementations militaires)
Héron (RPAS)	Civil (Achat des HdV), Soutien civil en Opex	-
Tigre, NH 90, MH 90 Sea Lion	Militaire/civil	En transfert vers AESA
A400M	Militaire/civil	AESA
EC 135 (entraînement)	Civil (Achat des HdV)	AESA
EC 145 (entraînement)	Civil (Contrat)	AESA
635-T2 (SOF)	Militaire/civil	AESA
A310 (MRTT), A319, A340, G5000 (flotte blanche)	Militaire/civil	AESA

Tableau établi sur la base des informations fournies par le Colonel Markus BUNGERT.

Annexe 6 : Organisation du BAAINBw et principes régissant le contrôle des prestations de service contractualisées

Direction du BAAINBw:

Président, 2 Vice-Présidents, bureau conduite opérationnelle, bureau conseillers juridiques

Services du BAAINBw:

- E (*Einkauf*, achats),
- G (Soutien Informatique),
- H (*Herkules*),
- I (SIC),
- L (*Luft*, air, **systemes aéronautiques**),
- K (*Kampf*, combat; systemes terrestres),
- S (*See*, mer, systemes maritimes),
- T (technique, logistique, tâches économiques communes),
- U (support terrestre, campements, guerre électronique, service médical, etc.),
- ZTQ (*Zentrum Technisches Qualitätsmanagement*, centre de gestion de la qualité technique),
- ZA (*Zentrale Angelegenheiten*; affaires centrales : budget, personnel, etc.),
- PMO (*Programmorganisation*; organisation des programmes : suivi des systemes d'armes de haute importance ministérielle).

Le site principal du BAAINBw à Coblenz compte environ 5 800 effectifs, dont quelque 1 350 militaires et 1 300 employés de la fonction publique, le reste étant des fonctionnaires (60 % de fonctionnaires, 20 % de militaires, 20 % d'employés de la fonction publique).

Principe de contrôle des prestations de service

La prestation est définie contractuellement. Il sera contrôlé au vu de la facture définitive si les prestations ont été fournies dans leur intégralité. Ces dernières années, les exigences de la Bundeswehr envers les industriels ont évolué : alors que

par le passé, la Fédération (Bund) assumait l'entière responsabilité en cas de prestations non fournies, la responsabilité de l'industriel est désormais également engagée dès lors qu'un contrat n'est pas respecté. Cette stipulation est à consigner dans les contrats lors de leur rédaction (définition du volume des travaux, clause de résiliation par la Bundeswehr etc.). Le prix du marché est clairement établi et contractuel ; en cas de dérive, un processus de vérification est déclenché pour déterminer s'il y a une éventuelle responsabilité de la part de l'industriel.

Annexe 7 : Ambitions françaises en matière de coopération technologique et industrielle

		DOMAINE TERRESTRE	DOMAINE MARITIME	DOMAINE AÉRIEN	ESPACE	CYBER
CAPTEURS (Sonar, Optique, Radar, GE...)		Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
CHAÎNES DE COMMANDEMENT ET DE MISSION TEMPS RÉEL		Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
EFFECTEURS	Missiles	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
	Autres (munitions, bombes, armes...)	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
PLATEFORMES	Milieux non permissifs*	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
	Milieux permissifs	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
	Furtivité	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
COMMUNICATIONS & RÉSEAUX	Noyau dur	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
	Autre	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
SYSTÈMES D'INFORMATION OPÉRATIONNELS		Blue	Blue	Blue	Blue	Blue

* Milieux non permissifs : environnements dans lesquels les forces s'attendent à rencontrer de l'obstruction ou de l'interférence dans le cadre de leurs opérations



Source : Revue Stratégique de défense et de sécurité nationale 2017, Octobre 2017, p. 69.

Table des abréviations

AA	Armée de l'air
Abt	<i>Abteilung</i> ; Service
AED	Agence européenne de défense
AESA	Agence européenne de la sécurité aérienne
AIA	Atelier industriel de l'aéronautique
ALAT	Aviation légère de l'armée de terre
ALAVIA	Amiral commandant la force de l'aéronautique navale
BAAINBw	<i>Bundesamt für Ausrüstung, IT und Nutzung der Bundeswehr</i> ; Office fédéral des équipements, des technologies de l'information et du soutien en service de la Bundeswehr
BITD	Base industrielle et technologique de défense
CEMA	Chef d'état-major des armées
CEMAA	Chef d'état-major de l'armée de l'air
CEMAT	Chef d'état-major de l'armée de terre
CEMM	Chef d'état-major de la marine
CFA	Commandement des forces aériennes
CFR	Centre de formation Rafale
CLIT	Comité de liaison et d'information du Transall
CSOA	Centre du soutien des opérations et de l'acheminement
CUG	Contrat unifié de gestion
DDT	<i>Desk Top Trainer</i> ; simulation permettant d'apprendre les fonctionnalités du système de maintenance de (l'EUROFIGHTER)
DEMAR	Application allemande des <i>EMAR</i>
DGA	Direction générale de l'armement
DMAé	Direction de la maintenance aéronautique
DOB	<i>Deployed Operating Base</i> , base opérationnelle déployée
DSAE	Direction de la sécurité des aéronefs d'état
EASA	<i>European Aviation Safety Agency</i> ; Agence européenne de la sécurité aérienne (AESA)
EJ	Eurojet
EKZ	<i>EUROFIGHTER Kooperation Zelle</i> ; EUROFIGHTER coopération cellule
EMAR	<i>European Military Airworthiness Requirements</i> ; obligations européennes en matière de navigabilité aéronautique militaire
E/S	Échange standard
ESTA	Escadron de soutien technique aéronautique
EMA	État-major des armées
EMAA	État-major de l'armée de l'air
EMAT	État-major de l'armée de terre
EMM	État-major de la marine
ESS	<i>Engineering Support System</i> ; système de soutien technique
FAE	Forces d'Action Extérieure
FCAS	<i>Future Combat Air System</i> ; Système de combat aérien futur

GmbH	<i>Gesellschaft mit beschränkter Haftung</i> ; Société à responsabilité limitée (SARL)
GSS	<i>Ground Support System</i> ; système de soutien sol
HdV	Heure de vol
InstEloStff	<i>Instandsetzungs- und Elektronikstaffel</i> ; escadron de dépannage et d'électronique
KdoLw	<i>Kommando Luftwaffe</i> ; État-major de l'Armée de l'air
KdrFlgV	<i>Kommandeur Fliegende Verbände</i> ; Commandant des unités navigantes
KMT	<i>Kooperatives Modell Triebwerk EJ200</i> ; Modèle coopératif Réacteurs
LPM	Loi de programmation militaire
LwTrpKdo	<i>Luftwaffentruppenkommando</i> ; Commandement des forces de l'Armée de l'air
LufABw	<i>Luftfahrtamt der Bundeswehr</i> , office d'aviation de la Bundeswehr
MCO	Maintien en condition opérationnelle
MES	<i>Materialerhaltungsstufen</i> ; niveaux de maintien en condition opérationnelle du matériel (équivalent des NTI français)
MOU	<i>Memorandum of Understanding</i> ; Mémoire d'accord
MSS	<i>Mission Support System</i> ; système de soutien opérationnel
MST	<i>Maintenance Simulator Trainer</i> ; simulateur pour la formation aux diagnostics de pannes et procédures de test et de dépannage (de l'EUROFIGHTER)
NETMA	<i>NATO EF2000 and Tornado Development Production & Logistics Management Agency</i> , Agence de l'OTAN en matière de développement, de production et de logistique de l'EUROFIGHTER et du Tornado
NSO	Niveau de soutien opérationnel
NSI	Niveau de soutien industriel
NTI	Niveau technique d'intervention
NuT	<i>Nachschub- und Transportstaffel</i> ; escadron de ravitaillement et de transport
OAE	Organes, accessoires et équipements
OCCAR	Organisation conjointe de coopération en matière d'armement
Opex	Opérations extérieures
OTAN	Organisation du traité de l'atlantique nord
PBL	<i>Performance Based Logistics</i> ; logistique basée sur la performance
PC	Poste combustion
PME	Petites et moyennes entreprises
PN	Personnel navigant
O VIA	Organisme à vocation interarmées
Opex	Opération extérieure
SASPF	<i>Standard-Anwendungs-Software-Produktfamilien</i> ; paysage des logiciels standardisés de la Bundeswehr
SCAF	Système de combat aérien futur
SER	Surface équivalente radar

SIAé	Service industriel de l'aéronautique
SIC	Systèmes d'information et de communication
SKB	<i>Streitkräftebasis</i> ; Service de soutien interarmées
SIMMAD	Structure intégrée du maintien en condition opérationnelle des matériels aéronautiques du ministère de la défense
SLI	Soutien logistique intégré
SNA	Système de navigation et d'armement
SSS	Sécurité, sauvetage, survie
TaktLwG	<i>Taktisches Luftwaffengeschwader</i> ; commandement aérien tactique de la Luftwaffe
TAusbZLw	<i>Technisches Ausbildungszentrum der Luftwaffe</i> , centre de formation technique de la Luftwaffe
TAT	<i>Turn Around Time</i> ; temps d'attente total pour une pièce défectueuse
TSLw	<i>Technische Schule der Luftwaffe</i> , École technique de la Luftwaffe
UIS	Unité d'instruction spécialisée
URL	Unité remplaçable en ligne
URA	Unité remplaçable en atelier
Ustg	<i>Unterstützung</i> ; Soutien
WtgWaStff	<i>Wartungs- und Waffenstaffel</i> ; escadron d'entretien et d'armement