



JUIN
2021

La masse dans les armées françaises

Un défi pour la haute intensité



Raphaël BRIANT
Jean-Baptiste FLORANT
Michel PESQUEUR

L'Ifri est, en France, le principal centre indépendant de recherche, d'information et de débat sur les grandes questions internationales. Créé en 1979 par Thierry de Montbrial, l'Ifri est une association reconnue d'utilité publique (loi de 1901). Il n'est soumis à aucune tutelle administrative, définit librement ses activités et publie régulièrement ses travaux.

L'Ifri associe, au travers de ses études et de ses débats, dans une démarche interdisciplinaire, décideurs politiques et experts à l'échelle internationale.

Les opinions exprimées dans ce texte n'engagent que la responsabilité des auteurs.

ISBN : 979-10-373-0375-2

© Tous droits réservés, Ifri, 2021

Couverture : © Frederic Legrand - COMEO/Shutterstock.com

Comment citer cette publication :

Raphaël Briant, Jean-Baptiste Florant et Michel Pesqueur, « La masse dans les armées françaises : un défi pour la haute intensité », *Focus stratégique*, n° 105, Ifri, juin 2021.

Ifri

27 rue de la Procession 75740 Paris Cedex 15 – FRANCE

Tél. : +33 (0)1 40 61 60 00 – Fax : +33 (0)1 40 61 60 60

E-mail : accueil@ifri.org

Site internet : ifri.org

Focus stratégique

Les questions de sécurité exigent une approche intégrée, qui prenne en compte à la fois les aspects régionaux et globaux, les dynamiques technologiques et militaires mais aussi médiatiques et humaines, ou encore la dimension nouvelle acquise par le terrorisme ou la stabilisation post-conflit. Dans cette perspective, le Centre des études de sécurité se propose, par la collection ***Focus stratégique***, d'éclairer par des perspectives renouvelées toutes les problématiques actuelles de la sécurité.

Associant les chercheurs du centre des études de sécurité de l'Ifri et des experts extérieurs, ***Focus stratégique*** fait alterner travaux généralistes et analyses plus spécialisées, réalisées en particulier par l'équipe du Laboratoire de Recherche sur la Défense (LRD).

Comité de rédaction

Rédacteur en chef : Élie Tenenbaum

Rédactrice en chef adjointe : Laure de Rochegonde

Assistante d'édition : Juliette Demairé

Auteurs

Le lieutenant-colonel **Raphaël Briant** est chercheur au Laboratoire de recherche sur la défense (LRD). Spécialiste de la puissance aérienne et spatiale, il contribue aux réflexions sur l'évolution de la conflictualité et la prospective de défense. Officier d'active et pilote de chasse dans l'armée de l'Air et de l'Espace, il est breveté de l'École de guerre et titulaire d'un Mastère spécialisé en cyberdéfense.

Le capitaine de frégate **Jean-Baptiste Florant** est chercheur au LRD où il travaille sur le cyber et la guerre de l'information. Il conduit également des recherches sur la supériorité décisionnelle. Officier de carrière dans la Marine Nationale, il est breveté d'état-major, diplômé en relations internationales et en intelligence économique et titulaire d'une licence d'arabe de l'INALCO.

Le colonel **Michel Pesqueur** est chercheur au LRD. Diplômé de l'École Spéciale Militaire de Saint-Cyr, il est breveté de l'École de Guerre et docteur en histoire. Ses travaux portent sur les engagements militaires contemporains ainsi que sur l'adaptation de l'outil de défense français et l'emploi des blindés français.

Résumé

Depuis 1990, les armées françaises n'ont eu de cesse de financer leur modernisation par la réduction des effectifs et du nombre de plateformes. De plus en plus sophistiquées, elles n'en n'ont pas moins perdu en masse. Si jusqu'alors ce phénomène n'avait que peu de conséquences sur l'aptitude à emporter la décision, le retour de la compétition stratégique entre grandes puissances et la perspective d'engagements de haute intensité remettent en question l'arbitrage actuel entre quantité et qualité. Alors que le format de la Marine nationale paraît taillé au plus juste, le double besoin de progressivité de la réponse et de concentration rapide des efforts au point décisif introduit l'impératif de masse. Il en va de même pour l'armée de Terre, où la perspective d'une confrontation face à un adversaire symétrique, capable de mobiliser des moyens à létalité équivalente voire supérieure, pose la question de la quantité d'hommes et d'équipements. Le retour de l'attrition dans un environnement aérien contesté et non-permissif exacerbe aussi le besoin de masse dans l'armée de l'Air et de l'Espace, à l'heure où sa structure de force est déjà fragilisée. Les implications capacitaires de l'hypothèse d'engagement majeur invitent ainsi à repenser en partie le format des armées et la place de la masse dans la génération de la puissance militaire. Suivant les enjeux propres à chaque armée, les officiers d'active insérés comme chercheurs à l'Institut français des relations internationales se proposent ici de porter un regard décentré sur une question fondamentale, qui avait depuis trop longtemps fait figure d'impensé dans la réflexion stratégique française.

Abstract

Since 1990, the French armed forces have been modernizing at the expense of their workforce and number of platforms, getting increasingly sophisticated yet losing mass. If this has had little impact on their ability to benefit from decisive advantage, the return of strategic competition between great powers and the prospect of high-intensity engagements are currently questioning the validity of the trade-off between quantity and quality. While the format of the French Navy seems to be cut to the bone, the twofold need for progressive response and rapid concentration of efforts at the decisive point introduces the imperative of mass. The question of the quantity of men and equipment is also being raised within the ground forces, with the prospect of a confrontation with a symmetrical adversary capable of mobilizing resources with equivalent or even greater lethality. When it comes to the Air Force, its need for mass is also exacerbated by the return of attrition in a contested and non-permissive air environment. The capability implications of major engagement hypothesis thus encourage a renewed reflection on the format of the armed forces, and the place of mass in the generation of military power. While addressing each army's specific issues, the active French duty officers working as researchers at the French Institute of International Relations take a look at this essential question, that has long been a non-issue in French strategic thinking.

Sommaire

INTRODUCTION (ÉLIE TENENBAUM).....	8
Évolution du ratio quantité-qualité.....	9
Le défi de la haute intensité.....	12
LA MASSE DANS LA GUERRE AÉRIENNE DE HAUTE INTENSITÉ (RAPHAËL BRIANT)	14
La haute intensité comme « hypothèse de travail »	15
<i>Le nivellement de la puissance aérienne.....</i>	<i>15</i>
<i>Une structure de forces fragilisée.....</i>	<i>17</i>
<i>Les enjeux de l'ambition 2030 pour l'AAE.....</i>	<i>23</i>
<i>Le dilemme de la masse</i>	<i>25</i>
Quantité vs. qualité : vers une redéfinition des équilibres	28
<i>Définition des équilibres</i>	<i>28</i>
<i>Évolutions et révolutions technologiques : quels impacts sur la masse ?.....</i>	<i>31</i>
<i>Risques et limites de la massification pour l'AAE</i>	<i>36</i>
LE RETOUR À LA HAUTE INTENSITÉ DANS LE COMBAT NAVAL (JEAN-BAPTISTE FLORANT)	41
Masse et puissance navale : un équilibre complexe.....	42
<i>Un débat classique de la stratégie navale</i>	<i>42</i>
<i>La Chine, la Russie et la Turquie misent, à des degrés divers, sur la puissance navale</i>	<i>43</i>
<i>La marine française, un format d'armée au plus serré.....</i>	<i>50</i>
Une marine de combat : des systèmes d'hommes aux systèmes d'armes.....	54
<i>Les limites du tout technologique.....</i>	<i>54</i>
<i>Un système d'hommes</i>	<i>55</i>
<i>Des systèmes durcis, résilients, redondants, disponibles</i>	<i>56</i>

Rattrapage ou compensation ? Des pistes pour l'avenir.....	57
<i>Frapper plus vite, plus fort, plus loin</i>	<i>57</i>
<i>Simuler, dissimuler, surprendre : les défis de la guerre électronique, du cyber et de la guerre informationnelle</i>	<i>59</i>
<i>Penser à de nouveaux points d'appui</i>	<i>61</i>
Conclusion	61
L'ARMÉE DE TERRE ET LA MASSE (MICHEL PESQUEUR)	63
La masse pour l'armée de Terre : une réponse à la haute intensité ?	64
<i>Le triptyque volume-masse-épaisseur.....</i>	<i>64</i>
<i>L'armée de terre en haute intensité</i>	<i>66</i>
Comment atteindre la masse ?	68
<i>Retrouver la masse brute : des voies organiques et organisationnelles</i>	<i>68</i>
<i>Retrouver la masse opérationnelle par des concepts d'emploi innovants</i>	<i>72</i>
<i>L'apport technologique : automatisation, miniaturisation et dualité comme facteurs de masse.....</i>	<i>74</i>
L'arbitrage quantité/qualité et les limites de la massification.....	76
<i>Arbitrage quantité/qualité</i>	<i>76</i>
<i>Les limites à la massification</i>	<i>77</i>

Introduction

Par Élie Tenenbaum

L'art de la guerre est fondamentalement celui du rapport de force. Comme l'affirme Carl von Clausewitz dans son Livre III qui lui est consacré, la stratégie « consiste à être toujours très fort, d'abord en général, ensuite au point décisif¹ ». Autrement dit, il s'agit de créer un rapport de forces local favorable, c'est-à-dire supérieur à celui de l'adversaire. Mais que signifie « être très fort » ou « supérieur à l'adversaire » ? L'évaluation de chaque force antagoniste peut être schématiquement présentée comme le produit de la quantité et de la qualité de leurs composantes. La quantité renvoie logiquement au nombre de combattants et de plateformes (véhicules, bateaux, avions), d'armes et de munitions, tandis que la qualité désigne aussi bien la performance matérielle de ces armes (vitesse, portée, puissance, fiabilité, survivabilité et résilience) que les facteurs immatériels, difficilement quantifiables tels que le niveau d'entraînement et moral des combattants, l'adéquation de la doctrine et de l'organisation, l'efficacité du commandement, etc. C'est à partir de ces trois composantes que le stratège américain Michael I. Handel proposait, au début des années 1980, de représenter schématiquement la puissance militaire d'une force donnée sous la forme de l'équation suivante :

Puissance militaire = Quantité x Qualité matérielle x Qualité immatérielle

À bien des égards, on pourrait considérer que la notion de « masse » renvoie essentiellement aux deux premiers facteurs de ce produit. Grandeur physique traditionnellement définie comme le produit du volume et de la densité, la masse a bien entendu un sens propre au monde de la stratégie, mais peut s'appréhender par un calcul similaire. En France, le *Concept d'emploi des forces* produit en 2020 par le Centre interarmées de concept, de doctrine et d'expérimentations (CICDE) liste par exemple la masse parmi les neuf « facteurs de supériorité opérationnelle » (FSO) permettant d'emporter la décision, en la définissant comme la « combinaison du nombre des systèmes et de leurs performances² ». Suivant la conception physique, la masse stratégique a évidemment quelque

1. C. von Clausewitz, *De la guerre*, Paris, Minuit, 1956.

2. CIA 01, *Concept d'emploi des forces*, Centre interarmées de concept, doctrine et d'expérimentations, Paris, 2020.

chose à voir avec le volume de la force, mais aussi avec sa densité matérielle. Elle doit en revanche être clairement distinguée des qualités immatérielles qui la mettent en mouvement.

En effet, l'aptitude à mettre une masse stratégique en mouvement et à la concentrer en un point donné pour créer un rapport de force à même d'emporter la décision est la clé de voûte de la stratégie opérationnelle. En cela, des trois principes de la guerre évoqués par Foch – la concentration des efforts, la liberté d'action et l'économie des moyens – seul le premier permet véritablement de créer un tel rapport de force, les deux autres étant avant tout des moyens d'y parvenir. Cette importance primordiale de la masse en mouvement et de sa concentration au point décisif amène à distinguer deux types de masses : d'une part la masse opérationnelle, effectivement disponible et déployable dans l'espace-temps voulu pour forcer la décision sur le champ de bataille, et d'autre part la masse brute ou masse « en puissance », qui constitue le réservoir total de forces à partir duquel est généré la force opérationnelle³.

Il existe toujours un différentiel entre masse brute et masse opérationnelle, que les arbitrages du décideur peuvent viser à réduire au maximum, de manière à maximiser les ressources employées. Durant les guerres de la Révolution et de l'Empire, la France est ainsi souvent parvenue, grâce à des qualités immatérielles (innovations organisationnelles, moral des combattants, etc.) à générer des masses opérationnelles supérieures à ses adversaires alors même que sa masse brute lui était inférieure. Inversement, la surmobilisation de la masse brute peut s'avérer dangereuse dans la durée, puisqu'elle réduit d'autant la capacité de régénération de la force et sa marge de manœuvre.

Évolution du ratio quantité-qualité

Si la masse est un facteur de supériorité opérationnelle constant de l'art de la guerre, sa composition a évolué au cours de l'histoire militaire, notamment dans la part dédiée à la quantité et à celle de la qualité matérielle. Il apparaît par exemple qu'entre 1870 et 1945, la quantité a bien souvent été plébiscitée au niveau stratégique pour dominer le « haut du spectre » : l'armée la plus puissante était alors celle aux effectifs les plus pléthoriques, avec le plus grand nombre de chars, d'avions, de porte-avions, etc. Même s'il existait toujours des différentiels de qualité entre les systèmes d'armes, ceux-ci ne permettaient que rarement de compenser la quantité de l'adversaire. Durant la Seconde Guerre mondiale par exemple, les chars allemands

3. C. Brustlein, P. Gros, V. Tourret et A. Thomas, « Le retour de la masse dans les armées », *Étude annuelle de l'Observatoire des conflits futurs*, Ifri-FRS, 15 décembre 2020.

de dernière génération (*Panther*, *Tigre I/II*) étaient bien supérieurs à leur équivalent américain, le M4 *Sherman*. Selon le général Bradley, commandant le groupe d'armées américain en Europe, il fallait ainsi en moyenne six *Sherman* pour détruire un *Tigre*. Toutefois le III^e Reich n'a pas pu produire plus de 2 000 chars *Tigre* au cours de la guerre, là où les États-Unis ont réussi à faire sortir près de 60 000 *Sherman* de leurs usines, avec les résultats que l'on sait⁴.

Dans les premières années de la Guerre froide, le camp socialiste continuait largement à se placer dans cette perspective quantitative. C'était l'esprit de Mao Zedong lorsqu'il affirmait la domination du « Vent d'Est sur le Vent d'Ouest » au temps de la guerre de Corée. Pour des raisons à la fois politiques et culturelles, les pays occidentaux ont en revanche peu à peu décidé de faire varier le ratio en faveur de la qualité, notamment via la technologie⁵. C'est ainsi que la doctrine du *New Look*, avancée dès 1952 par Eisenhower, proposait de maintenir une certaine rigueur budgétaire et des effectifs militaires limités grâce à un surinvestissement dans les vecteurs stratégiques et notamment nucléaires, permettant ainsi de compenser la supériorité numérique soviétique.

Ce modèle a été remis en avant à la fin des années 1970 et tout au long des années 1980 dans le cadre de ce qui a pu être présenté comme la « seconde stratégie de compensation » (*Second Offset Strategy*) visant à faire face à la supériorité numérique du Pacte de Varsovie, cette fois dans le domaine conventionnel via le recours aux technologies de l'information. Il s'agissait alors de mettre en œuvre un complexe reconnaissance-frappes capable de traiter avec précision des cibles dans toute la profondeur du champ de bataille. C'est cette conception qui a présidé à la doctrine américaine puis otanienne de *AirLand Battle*, laquelle fut appliquée avec succès lors de la guerre du Golfe contre l'Irak de Saddam Hussein. Ce n'était plus la puissance de feu mais la connaissance du champ de bataille et la capacité à détruire des cibles avec précision qui devait désormais apporter la victoire.

Pour autant, le choix de la qualité sur la quantité a montré dès cette époque des limites intrinsèques. Déjà en 1984, Norman Augustine, alors Secrétaire à l'*US Army* et futur PDG de la firme *Lockheed-Martin*, énonçait qu'au « rythme actuel de l'accroissement des coûts, le budget de la défense entier ne permettrait plus aux États-Unis d'acheter [en 2054] qu'un seul avion tactique⁶ ». Si une plateforme issue d'une technologie avancée peut se substituer pour une mission donnée à plusieurs plateformes de génération plus

4. O. Bradley, *Histoire d'un soldat*, Paris, Gallimard, 1952, p. 52-53.

5. A. L. Friedberg, « Why Didn't the United States Become a Garrison State? », *International Security*, vol. 16, n° 4, 1992, p. 109-142.

6. Cité dans « Unhappy Birthday: America's Aerospace Industry at 100 », *Aerospace America*, février 1997.

ancienne, elle ne saurait évidemment opérer simultanément sur deux théâtres distincts, ni supporter l'attrition caractéristique d'un champ de bataille hautement létal.

Cette tendance au financement de la modernisation des forces par la réduction des formats s'est accélérée à partir de la fin de la Guerre froide, dans un premier temps du fait du désir de toucher les « dividendes de la paix », particulièrement prononcé dans l'Europe des années 1990, puis après les contraintes budgétaires de la crise économique de 2008. Entre 1999 et 2014, les pays européens ont ainsi réduit de 66 % leurs parcs de chars de bataille, de 45 % leur aviation de combat et de 25 % leur flotte de bâtiments de surface⁷. Inversement, les moyens de projection comme le ravitaillement en vol (+6 %) et de mobilité tactique comme les hélicoptères (+27 %) s'accroissaient, attestant de la transition d'un modèle de haute intensité vers un modèle expéditionnaire à « l'empreinte légère ». Bien qu'elle ait cherché à maintenir son effort de défense, la France n'échappe pas à cette fonte significative de la quantité, qui ne saurait qu'être partiellement compensée par les gains qualitatifs.

Tableau 1. Évolution du nombre de plateformes en dotations dans les armées françaises

	1991	2001	2021	2030
Chars de bataille	1349	809	222	200
Avions de combat (Air+Marine)	686	374	254	225
Grands bâtiments de surface	41	35	19	19
Effectif militaire (et réservistes)	453 000 (420 000)	273 000 (420 000)	203 000 (41 000)	-

Sources : *Military Balance pour les années 1991, 2001 et 2021, Loi de programmation militaire 2019-2025 pour l'« Ambition 2030 ».*

7. E. de Durand, « Europe : d'une démilitarisation l'autre », *Politique étrangère*, n° 1, 2014, p. 103-116.

Le défi de la haute intensité

La nature de la masse militaire, et donc le choix du ratio quantité-qualité, ne saurait être analysée en dehors du cadre des missions envisagées et des adversaires potentiels. Et pour cause : la réduction continue des effectifs, des stocks et du nombre de plateformes au profit de la sophistication et de la polyvalence des systèmes a correspondu à l'engagement dans des missions de plus en plus orientées vers la stabilisation, le maintien de la paix ou la contre-insurrection, dans des environnements opérationnels moins létaux que ceux envisagés par les manuels de la Guerre froide. Cette forme de compensation par la technologie a fonctionné tant bien que mal dans les conflits récents, provoquant parfois des asymétries surprenantes (un *Rafale* contre des terroristes en pick-up) mais qui ne mettaient pas en jeu la sécurité des forces et encore moins l'issue tactique d'une confrontation⁸. Si la masse a bien été réduite dans le cadre des évolutions de ratio quantité-qualité, elle n'avait jusqu'alors que peu de conséquences sur l'aptitude à emporter la décision, tant le différentiel de puissance était élevé entre les adversaires.

La supériorité militaire occidentale a cependant évolué au fil du temps. Le rattrapage économique de certains pays du Sud – singulièrement la Chine mais également l'Inde ou le Brésil – de même que le rétablissement budgétaire de la Russie après la décennie perdue des années 1990 ont débouché sur un « retour de la compétition militaire ». Les investissements militaires de ces nouveaux États-puissances leur permettent de rattraper progressivement l'avantage technologique occidental – dans certains domaines, tels que la guerre électronique ou la défense sol-air, le croisement des courbes serait même d'ores et déjà acté⁹. Ainsi que l'ont rappelé à de nombreuses reprises les chefs militaires français, le risque d'un conflit de haute intensité dans lequel seraient impliqués des États-puissances n'a désormais plus rien d'une hypothèse théorique. Or les implications capacitaires d'un tel scénario viennent mettre à rude épreuve une structure de forces creusée par des années de déflation.

Certes, en ce qui concerne la France, les formats d'armée demeurent dimensionnés sur un contrat opérationnel qui fixe au titre de la fonction « Intervention » une hypothèse d'engagement majeur (HEM) qui impliquerait de générer une masse opérationnelle conséquente impliquant d'abandonner la plupart sinon toutes les autres opérations, sans pour autant entamer les missions permanentes de la dissuasion et de la protection du territoire. Cette

8. M. Goya, « Dix millions de dollars le milicien : La crise du modèle occidental de guerre limitée de haute technologie », *Politique étrangère*, n° 1, printemps 2007, p. 191.

9. J.C. Noël, M. Paglia et É. Tenenbaum, « Les armées françaises face aux menaces anti-aériennes de nouvelle génération », *Focus stratégique*, n° 86, Ifri, décembre 2018.

hypothèse repose par ailleurs sur le double postulat d'un préavis de six mois, pour permettre la génération d'une telle masse, et d'une durée d'engagement également limitée à six mois. Elle ne prend donc qu'imparfaitement en compte la probable inscription dans la durée d'un tel conflit, ni l'attrition (tués, blessés, matériels détruits) et les niveaux de consommation (munitions, énergie, etc.) qu'il ne manquerait pas de provoquer.

Tableau 2. L'hypothèse d'engagement majeur (HEM) pour la France

Principaux moyens prévus (6 mois non renouvelables)	
Forces terrestres	2 brigades interarmes (15 000 hommes) ~1000 véhicules blindés (dont 140 chars Leclerc) 64 hélicoptères de combat 48 canons 155 mm (Caesar)
Forces aériennes	45 avions de combat 9 avions de transport stratégique et de ravitaillement 16 avions de transport tactique 4 systèmes de drones armés (12 appareils)
Forces navales	1 groupe aéronaval avec son porte-avions et son groupe aérien embarqué 2 bâtiments de projection et de combat 8 frégates de 1 ^{er} rang 2 sous-marins nucléaires d'attaque
Moyens interarmées	États-majors de niveau stratégique et opérationnels, moyens de renseignement, forces spéciales, etc.

La prise en compte des limites de la HEM, ou de certaines de ses approximations optimistes, invite à repenser en partie le format des armées, dimensionné en grande partie sur ce contrat opérationnel, du moins pour la fonction intervention. La place de la masse dans la génération de la puissance militaire à l'aune d'une possible confrontation de haute intensité et, au sein de la masse, l'équilibre entre quantité et qualité sont des questions qui doivent à nouveau se poser à nos décideurs, aussi bien militaires que politiques. Cette étude se propose donc de décliner successivement cette problématique, suivant les enjeux propres à chaque armée. Officiers d'active insérés comme chercheurs à l'Institut français des relations internationales, les auteurs portent ainsi un regard décentré sur une question fondamentale, ayant trop longtemps fait figure d'impensé dans la réflexion stratégique française.

La masse dans la guerre aérienne de haute intensité

Par le Lieutenant-colonel Raphaël Briant

Le risque d'affrontement entre grandes puissances – exacerbé depuis l'annexion de la Crimée par la Russie en 2014, couplée aux inquiétudes sur l'appui américain aux pays membres de l'Organisation du traité de l'Atlantique nord (OTAN) – a rouvert le débat sur la masse dans les forces armées européennes. En effet, la capacité des pays de l'Alliance à faire face à une éventuelle agression russe sans le soutien américain pose question¹⁰. Alors que les forces aérospatiales russes (VKS) ont démontré leur aptitude à mener une campagne aérienne soutenue – tirant en moyenne 230 bombes chaque jour depuis le début de leur intervention sur le théâtre syrien¹¹ – les engagements récents des forces aériennes françaises en opérations extérieures ont mis en lumière des tensions sur leur capacité à durer, notamment du point de vue de l'approvisionnement en munitions de précision – dont la consommation se limite pourtant à quelques dizaines par mois. S'il convient de nuancer ces chiffres qui concernent majoritairement du côté russe des bombes non guidées, et bien que le contexte et les règles d'engagement diffèrent largement, l'importance de l'écart observé souligne la pertinence du débat sur la masse dans le domaine de la puissance aérienne. Après deux décennies de guerres limitées au cours desquelles l'emploi de l'arme aérienne demeurait centré sur la mission d'appui-feu, l'hypothèse d'un engagement majeur face à des puissances capables de mobiliser de larges forces aériennes dotées de capacités modernes impose de revenir aux sources de la puissance aérienne. Dans cette perspective, la haute intensité s'entend comme la conquête de la supériorité aérienne dans un environnement contesté, c'est-à-dire « non-permissif » et caractérisé notamment par le retour de l'attrition.

10. D. Barrie, B. Barry, *et al.*, *Defending Europe: Scenario-Based Capability Requirements for NATO's European Members*, International Institute for Strategic Studies, avril 2019, p. 51 ; B. R. Posen, « Europe Can Defend Itself », *Survival: Global Politics and Strategy*, vol. 62, n° 6, décembre 2020, p. 7-34 ; S.G. Brooks et H. Meijer, « Europe Cannot Defend Itself: The Challenge of Pooling Military Power », *Survival: Global Politics and Strategy*, vol. 63, n° 1, février 2021, p. 33-40.

11. Entretien avec un officier du cabinet du chef d'état-major des armées, 2020.

La haute intensité comme « hypothèse de travail »

Le nivellement de la puissance aérienne

La supériorité aérienne de l'Occident est de plus en plus remise en question par ses compétiteurs, des puissances établies aux adversaires irréguliers, en passant par les « émergents militaires¹² ». Un double mouvement s'opère simultanément : d'un côté, la diffusion des technologies et la démocratisation de l'accès à l'espace aérien et extra-atmosphérique ; de l'autre, la contestation de ces mêmes espaces grâce au développement et à la prolifération des capacités de déni d'accès et d'interdiction de zone (A2/AD¹³). Dans le champ aérien, cette « posture » de contestation stratégique entend neutraliser les avantages comparatifs dont jouissaient jusqu'à présent les forces occidentales. Elle repose notamment sur des systèmes de défense sol-air, des moyens offensifs de frappe dans la profondeur, de guerre électronique, et désormais de lutte informatique et de capacités antisatellites. Cet effet ciseaux donne lieu à un nivellement stratégique, qui se traduit par le renforcement de la puissance aérospatiale des pays révisionnistes de l'ordre international d'une part, et par l'effritement relatif de la puissance aérienne occidentale d'autre part¹⁴.

Mais le rattrapage technologique dans lequel s'engagent les compétiteurs stratégiques n'est pas sans contrepartie. Si l'émergence, dès la fin des années 1970, de la « révolution dans les affaires militaires » (RMA) visait à contrer la supériorité numérique russe par la haute technologie¹⁵, elle a paradoxalement amplifié le différentiel quantitatif qu'elle cherchait à compenser. Ainsi les parcs d'équipements des armées occidentales ont-ils réduit drastiquement au sortir de la Guerre froide, et d'autant plus rapidement que les budgets de la défense chutaient eux aussi.

Cette tendance n'est pas propre à l'Occident : ainsi, en dépit de l'augmentation des budgets de défense des pays émergents, la montée en gamme technologique de leurs forces aériennes s'accompagne d'une réduction globale des parcs. La cible de production du J-20A chinois, limitée pour l'heure à une cinquantaine d'exemplaires au

12. C. Brustlein, « L'entrée en premier et l'avenir de l'autonomie stratégique », *Focus stratégique*, n° 70, Ifri, novembre 2016, p. 5.

13. *Anti-Access/Area Denial*.

14. C. F. Anrig et United States Air University, *The Quest for Relevant Air Power: Continental European Responses to the Air Power Challenges of the Post-Cold War Era*, Maxwell Air Force Base, Alabama, Air University Press, Air Force Research Institute, 2012.

15. T. X. Hammes, « Future War: Why Quantity Will Trump Quality », *The Diplomat*, novembre 2014, disponible sur: www.thediplomat.com.

total, ou le développement erratique du Su-57 russe, attestent par exemple des difficultés à mettre au point des programmes aussi complexes à des coûts supportables, y compris pour des pays dont les ambitions militaires sont importantes et la stratégie des moyens volontariste.

En introduisant dès 2016 la notion de « parité aérienne » dans sa doctrine officielle¹⁶, l'OTAN entérine pour sa part le fait que les forces occidentales auront dorénavant à combattre dans un environnement où la maîtrise de l'air et de l'espace sera contestée. Cette « parité » est autant la conséquence de la diminution du différentiel de qualité entre l'OTAN et ses adversaires potentiels, que de l'évolution du rapport de forces brut.

L'une des conséquences principales de cette nouvelle situation stratégique est le retour probable de l'attrition (pertes de pilotes, destructions d'appareils, épuisement des ressources, etc.), une donnée quasiment absente de la planification depuis 30 ans. En effet, les taux de pertes enregistrés lors la guerre du Golfe (1991) et du Kosovo (1999) s'élevaient respectivement à 0,3 ‰ et à 0,5 ‰ par sortie aérienne réalisée, et étaient encore plus faibles, sinon nuls, lors des conflits afghans, irakiens ou libyens du début du XXI^e siècle¹⁷. Force est de constater qu'à l'avenir, ce facteur devra être à nouveau pris en compte par les décideurs militaires et politiques. Au printemps 2016, la décision de retirer les *Mirage* 2000D du théâtre syrien dans le cadre de l'opération *Chammal* a en partie été motivée par l'élévation du risque encouru par ce chasseur monoréacteur à la survivabilité limitée dans des environnements devenus non permissifs – notamment après le déploiement de systèmes sol-air avancés de fabrication russe, et d'une aviation « non-alliée » dont on pouvait supposer qu'elle ne deviendrait pas moins hostile.

Sans remonter à la Première guerre mondiale où les pertes aériennes par accident ou par destruction pouvaient, chaque mois, représenter jusqu'à un tiers des flottes¹⁸, la prolifération des moyens de déni d'accès et le durcissement des conflits obligent à reconsidérer l'attrition comme une contrainte dimensionnante¹⁹. Elle doit être intégrée dans la constitution de la masse brute comme dans la

16. « AJP-3.3 Allied Joint Doctrine for Air and Space Operations edition B version 1 », AJP-3.3, OTAN, avril 2016.

17. « Table ronde, ouverte à la presse, sur le thème “Quel modèle d'armée pour quelles menaces ?” avec M. Goya, M. Motte et J. de Lespinois », Compte rendu n° 62, Commission de la défense nationale et des forces armées, Assemblée nationale, juin 2020, disponible sur : www.assemblee-nationale.fr.

18. J. A. Olsen (dir.), *European Air Power: Challenges and Opportunities*, Potomac Books, 2014, p. 207.

19. « Audition du général Philippe Lavigne, chef d'état-major de l'armée de l'Air et de l'Espace, sur le projet de loi de finances pour 2021 », Compte rendu n° 07, Commission de la défense nationale et des forces armées, Assemblée nationale, octobre 2020, disponible sur : www.assemblee-nationale.fr.

génération de la masse opérationnelle. Cependant, même la prise en compte de taux d'attrition modérés, de l'ordre de 4 à 8 % – tels que subis respectivement par l'aviation israélienne au début de la guerre du Kippour (1973) et argentine au cours de la guerre des Malouines (1982)²⁰ – ne paraît pas soutenable pour les armées de l'air occidentales, du fait des contraintes du temps de paix ainsi que de l'inadéquation avec le modèle de formation des pilotes.

Premièrement, les contraintes budgétaires du temps de paix imposent aux États démocratiques d'ajuster leurs formats capacitaires au plus près de leurs ambitions nationales. En pratique, l'équation budgétaire actuelle ne permet déjà pas de compenser l'attrition « naturelle » des flottes : les appareils perdus lors des accidents aériens sont difficilement remplaçables²¹. Or, dans les premiers temps d'une opération de haute intensité, où le rythme des sorties quotidiennes peut aller jusqu'à 2,8 vols par avion, un taux d'attrition initial de 1 % par mission verrait le format d'une flotte se réduire de moitié au bout de 24 jours. Avec une attrition initiale de 5 %²², cette situation pourrait être atteinte après seulement cinq jours²³. L'armée de l'Air française, dont les contrats opérationnels actuels prévoient le déploiement de 45 avions dans le cadre d'une opération de coercition majeure, verrait nécessairement son poids au sein d'une coalition limité par le retour de l'attrition. Deuxièmement, si les avions peuvent être remplacés ou réparés, ce n'est pas le cas des équipages dont la formation et l'acquisition d'expérience s'inscrivent dans le temps long et ne permettraient pas de compenser le tempo des pertes de la guerre aérienne moderne.

Une structure de forces fragilisée

Afin d'éclairer le débat sur la masse, les faiblesses structurelles des armées de l'air occidentales méritent également d'être analysées. Elles découlent d'abord de l'évolution du contexte stratégique depuis la fin de la Guerre froide. Il est possible de distinguer trois phases successives ayant progressivement étioilé leurs capacités d'intervention : tout d'abord le passage d'une logique de défense du territoire à celle de la coercition aérienne et à un modèle expéditionnaire ; puis une forme de « retraite stratégique » qui a conduit à la réduction des formats et des capacités dans la foulée de

20. P. Steininger, *Les fondamentaux de la puissance aérienne moderne*, Éditions de l'Harmattan, 2020, p. 143.

21. Entretien avec l'officier de cohérence opérationnelle « Engagement Combat » de l'état-major des armées, 2020.

22. L'attrition n'est pas constante dans le temps et est la plus importante dans les premières missions « d'entrée en premier », puis diminue à mesure que baisse l'intensité des combats.

23. P. Steininger, *Les fondamentaux de la puissance aérienne moderne*, *op. cit.*

la crise économique de 2008 ; enfin une « réorientation stratégique » amorcée après 2014 avec le spectre du retour des guerres conventionnelles et la redécouverte de l'importance de la défense du territoire²⁴.

La RMA et les progrès réalisés dans le domaine des communications, des munitions de précision, des capteurs et de la furtivité, ont renforcé les attributs fondamentaux de la puissance aérienne que sont la réactivité, l'action dans la profondeur, la fulgurance, et la capacité à recueillir du renseignement²⁵. Capitalisant sur ces évolutions techniques et doctrinales, l'armée de l'Air et de l'Espace (AAE) s'est inscrite dans un mouvement de modernisation à marche forcée, faisant prévaloir la qualité matérielle et la puissance de feu sur les considérations de coûts et de volume²⁶. Ce phénomène a été amplifié par le constat du décalage entre l'état de préparation de l'aviation de chasse française et l'avance technologique et doctrinale américaine au moment de la première guerre du Golfe.

La réduction du format des parcs aériens résulte donc non seulement de l'évolution du contexte stratégique, mais également de l'augmentation structurelle des coûts de développement, d'acquisition et de possession de nouvelles générations de chasseurs et d'avions de transport depuis le tournant des années 1990-2000. La progression moyenne du coût des programmes est estimée entre 3 et 5 % au-dessus de l'inflation et pèse lourdement sur la définition des cibles programmatiques²⁷. Cela s'explique à la fois par des coûts de développement devant être amortis sur de plus petites séries – notamment en raison de la contraction des marchés à l'export – augmentant de fait le coût unitaire des matériels, et par la réduction de la production, qui ne s'accompagne pas immédiatement d'une économie d'échelle de l'industrie aéronautique et des chaînes d'approvisionnement²⁸.

Enfin, la décorrélation entre le temps politique, rythmé par le calendrier électoral, le temps stratégique qui anticipe les évolutions du contexte sécuritaire international, et le temps capacitaire des grands programmes d'armement s'étalant parfois sur plusieurs

24. H. Meijer et M. Wyss, *The handbook of European defence policies and armed forces*, Oxford University Press, 2018, p. 10.

25. J.A Olsen (dir.), *European air power*, *op. cit.*, p. 229.

26. M. Handel, « Numbers Do Count: The Question of Quality Versus Quantity », *Journal of Strategic Studies*, vol. 4, n° 3, septembre 1981, p. 228.

27. *Ibid.* Voir également les prédictions empiriques de Norman Augustine, dont la seizième loi éponyme prévoit le quadruplement des coûts des programmes d'armements tous les 15 ans. Voir aussi J. A. Oslen, *European Air Power*, p. 208, qui trouve que l'écart de coût ramené à l'inflation entre un P-51 et un F-22 s'élève à 19, soit un facteur de quatre tous les dix ans, ce qui revient bien à une augmentation moyenne de 5 % au-dessus de l'inflation.

28. H. L. Saxi, « British and German initiatives for defence cooperation: the Joint Expeditionary Force and the Framework Nations Concept », *Defence Studies*, vol. 17, n° 2, 2017.

décennies, a donné lieu à des arbitrages budgétaires fragilisant simultanément le format de l'AAE (la masse brute) et la cohérence interne de la structure (l'épaisseur). Le renforcement des mécanismes budgétaires et les lois de programmation militaire (LPM) successives – qui font l'objet d'arbitrages de court terme liés à l'annualisation du budget – ont retiré aux armées leur libre arbitre en matière de choix budgétaires, conduisant à des incohérences capacitaires, notamment entre l'évaluation du besoin et l'évolution réelle des ressources humaines (RH)²⁹. *In fine*, la déflation des effectifs et les réductions ou les ruptures temporaires de capacités (RTC) ont durablement ébranlé l'AAE, en particulier au regard des fonctions du soutien et du transport aérien.

Bien que la LPM 2019-2025 ait été annoncée comme une loi de réparation et de consolidation, la trajectoire financière au-delà de 2022 reste incertaine. De fait, comme le soulignait le général François Lecointre lors d'une audition à l'Assemblée nationale : « même modernisée, même avec l'effort financier consenti par [la LPM actuelle], l'armée française reste une armée de temps de paix capable de faire face à des crises mais qui ne saurait se mesurer à des adversaires équivalents dans le cadre de combats de haute intensité³⁰ ». Une « montée en gamme et en masse » implique donc un engagement politique fort et constant sur les dix prochaines années, et s'accompagne de nombreux défis financiers, technologiques et organisationnels.

Le résultat des plans stratégiques successifs a donné lieu à un rétrécissement du format de l'AAE, qui s'inscrit dans une tendance internationale. Le cas du *Rafale*, même s'il est loin d'être isolé, est emblématique : alors que la LPM 1997-2002 prévoyait la livraison à l'armée de l'Air de 236 *Rafale* d'ici 2025, ce chiffre a été ramené successivement à 234 en 2009, puis à 228 en 2012, avant de passer à 185 en 2014, en vue de disposer pour l'ensemble des armées d'un parc de 225 avions de chasse polyvalents au-delà de 2035. Les *Mirage* 2000-5 et les *Mirage* 2000D, qui ne sont pourtant pas polyvalents, se sont vus attribuer des coefficients de polyvalence afin d'atteindre cet objectif³¹. Ces chiffres contrastent avec la cible de 300 avions de

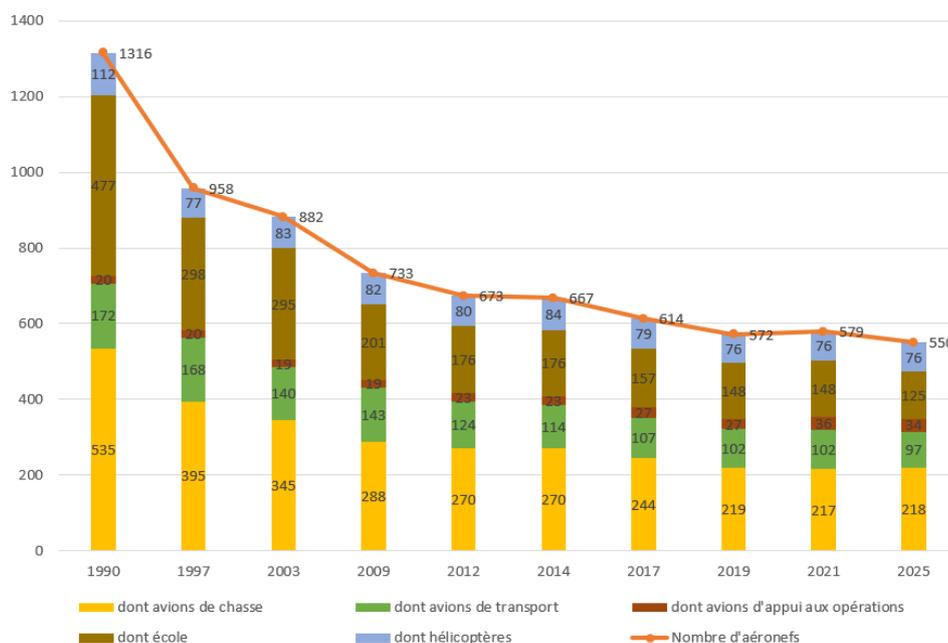
29. Le principe comptable de fongibilité asymétrique hérité de la loi organique relative aux lois de finances (LOLF), visant à éviter la redirection des crédits dégagés par des économies en matière de dépense de fonctionnement et d'investissement vers la masse salariale, est un des mécanismes à la base de la déflation des effectifs et de la réduction du format d'armée.

30. « Audition du général François Lecointre, chef d'état-major des armées, sur le projet de loi de finances pour 2021 », Compte rendu n° 12, Commission de la défense nationale et des forces armées, Assemblée nationale, octobre 2020, disponible sur : www.assemblee-nationale.fr.

31. Entretien avec le chef du Bureau Développement Capacitaire de l'état-major de l'armée de l'Air et de l'Espace, 2020.

combat polyvalents (Marine nationale comprise) – dont 270 en ligne – que prévoyait le *Livre blanc sur la défense et la sécurité nationale* (LBDSN) de 2008³², cible qui a été réduite de 25 % en à peine dix ans alors que se manifestaient déjà les signes d'une « redistribution de la puissance aérienne³³ ».

Évolution du parc de l'armée de l'Air et de l'Espace depuis 1990



Sources : *Rapports parlementaires, communication officielle de l'armée de l'Air, Military Balance 2021.*

Sur le plan des RH, le bilan est également sans appel pour l'AAE, la LPM 2009-2014 ayant entraîné la suppression de 15 900 équivalents temps plein (ETP) sur la période considérée, soit une baisse de 22 %. Depuis 2003, l'AAE a ainsi perdu près d'un tiers de ses effectifs, alors que son périmètre d'action n'a cessé de s'étendre, notamment avec la montée en puissance de la 33^e escadre de surveillance, de reconnaissance et d'attaque, et la création en 2019 du Commandement de l'espace. Alors que la majorité de la déflation des effectifs depuis 2009 devait l'être au titre de la révision générale des politiques publiques (RGPP) – essentiellement au travers de mesures de réorganisation et d'externalisation – et de la réduction des contrats opérationnels depuis le livre blanc de 2013, elle a emporté des conséquences opérationnelles significatives³⁴.

32. *Défense et sécurité nationale. Le Livre blanc*, Paris, Odile Jacob/La Documentation française, juin 2008.

33. « Table ronde, ouverte à la presse, sur le thème « Quel modèle d'armée pour quelles menaces ? » avec M. Goya, M. Motte et J. de Lespinois », Assemblée nationale, *op. cit.*

34. « Bilan de 15 ans de réduction des effectifs au sein de la Défense », *Fondation IFRAP*, janvier 2015, disponible sur : www.ifrap.org.

Le rapport Toubin, commandé dans le cadre de l'analyse du soutien opérationnel, montre clairement l'impact de ces réformes sur les fonctions concourant au soutien opérationnel³⁵. Il a été d'autant plus fort que la maintenance des nouveaux matériels (*Rafale*, A400M, MRTT...) s'est avérée plus consommatrice en RH que prévu. Les maintenanciers et les logisticiens ont vu leurs effectifs fondre de 27 % depuis 2009. Cette baisse s'explique avant tout par la criticité du passage à l'échelle entre la réduction du nombre d'avions en parc et la capacité à les mettre en œuvre, puisque certaines spécialités et compétences demeurent indispensables indépendamment du nombre d'appareils en service. La diversité et l'âge moyen des types d'aéronefs en dotation, le nombre de sites d'exploitation, les sujétions propres à chaque spécialité, ainsi que les types de mission à réaliser, sont autant de paramètres à prendre en compte et qui imposent, au-delà du simple nombre d'avions en parc, de conserver en régie de nombreuses compétences. Dans les faits, la déflation du volume de mécaniciens proportionnellement à la réduction des flottes cache donc une déstructuration du soutien, dont les performances ont drastiquement chuté ces dernières années, obligeant le ministère des Armées à mettre sur pied un plan d'action pour le maintien en condition opérationnelle (MCO) aéronautique en 2017.

Pour conclure sur les fragilités relatives de l'AAE, il convient de les replacer dans la perspective plus large de ses alliances. Si jusqu'à présent le soutien des États-Unis a permis de combler certaines carences capacitaires, principalement dans le domaine de l'appui aux opérations (ravitaillement en vol, transport stratégique, ISR³⁶, C2), le pivot stratégique américain vers l'Asie oblige à reconsidérer les capacités propres des pays européens. La doctrine interarmées française n'envisage les opérations de haute intensité que dans un cadre interalliés³⁷. Implicitement, la masse est donc pour partie obtenue par l'agrégation des capacités et des ressources dans des coalitions.

Cependant, ce postulat ne tient qu'à la condition que chaque pays puisse mobiliser des masses opérationnelles au-dessus d'un seuil minimum, de manière à peser réellement au sein d'une coalition. Il est par exemple permis de s'interroger sur la capacité de certaines nations comme les Pays-Bas ou le Danemark à projeter un escadron de F-35 en opération, alors que la transition du F-16 vers le F-35 devrait amputer les forces aériennes néerlandaises, danoises et belges de l'équivalent d'un escadron de chasse, soit le tiers de leurs flottes

35. Entretien avec le directeur du projet NSO 4.0 de l'armée de l'Air et de l'Espace, 2020.

36. Intelligence, surveillance et reconnaissance.

37. « Concept d'emploi des forces », *op. cit.*

respectives³⁸. La même tendance s'observe également au Royaume-Uni et en Allemagne, où l'ordre de bataille aérien a fondu au rythme d'un tiers tous les 15 ans. La *Royal Air Force* et la *Luftwaffe* sont ainsi passées respectivement de 26 et 25 escadrons de chasse de première ligne en 1990, à huit et sept en 2015³⁹. Si l'on corrèle ces chiffres avec le fait qu'en 1989, l'*US Air Force Europe* déployait 639 avions de combat et d'attaque au sol sur le théâtre européen, et qu'en 2017 elle n'en déployait plus que 136⁴⁰, il est légitime de s'interroger sur la capacité réelle à mettre sur pied une opération aérienne de grande envergure, y compris avec le concours américain.

La problématique du « *breadth vs. depth* » a donc affecté toutes les armées de l'air européennes. Si certains observateurs sont d'avis que la France a conservé le modèle de forces aériennes le plus cohérent en Europe, sa capacité à mener des opérations majeures en coalition reste étroitement liée à la contribution américaine⁴¹. Finalement, l'indicateur de satisfaction des contrats opérationnels, qui apparaît dans les différents rapports annuels de performance depuis 2009⁴², ne témoigne de rien d'autre. Même si ses contours restent flous, oscillant autour de 75 % depuis une dizaine d'années, le taux de satisfaction du contrat opérationnel « intervention » montre bien que le format actuel ne permet pas d'accompagner simultanément la montée en puissance d'une coalition dans le cadre d'un engagement majeur – le Livre blanc de 2013 prévoit notamment la projection avec un préavis de six mois de 45 avions de chasse pour une durée de six mois⁴³ et le renforcement des postures prioritaires – la dissuasion et la protection de l'espace aérien, ainsi que la préparation opérationnelle des forces dans la durée. La question de la masse est donc autant liée au niveau d'ambition décliné dans les contrats opérationnels qu'à l'espoir de pouvoir compter sur ses alliés dans certains domaines critiques tels que le C4ISR (*Command, Control, Communications, Computers, Intelligence, Information, Surveillance, and Reconnaissance*), le ravitaillement en vol, la mission de SEAD/DEAD⁴⁴ ou le transport stratégique. Aussi cette posture équivoque impose-t-elle d'évaluer le

38. C. Brustlein, P. Gros, V. Tourret et A. Thomas, « Retour de la masse dans les armées », *op. cit.*

39. J. A. Olsen (dir.), *European air power*, *op. cit.*, p. 207.

40. H. Meijer et M. Wyss, *The handbook of European defence policies and armed forces*, *op. cit.*, p. 384.

41. *Ibid.*, p. 575.

42. Projet de loi de finances (PLF) pour 2020, Mission Défense, Programme 178 relatif à la préparation et à l'emploi des forces, disponible sur : www.performancepublique.gouv.fr.

43. *Rapport annexé à la Loi de programmation militaire 2019-2025*, disponible sur : www.defense.gouv.fr.

44. J. Bronk, « Combat Air Choices for the UK Government », *Occasional Papers*, RUSI, juillet 2020, p. 38. Les termes SEAD/DEAD font référence à la mission de suppression des défenses sol/air. La *Royal Air Force* estime que la possession d'une capacité SEAD est l'un des principaux gages de sa liberté d'action dans les opérations futures.

plus précisément possible les contrats opérationnels, afin de clarifier les enjeux de la masse pour l'AAE.

Les enjeux de l'ambition 2030 pour l'AAE

Pour savoir ce que signifie la masse dans l'AAE à l'horizon 2030-2040, il est nécessaire de fixer un périmètre de référence. Il s'agit, dans le cadre de cette note, de celui de « l'Ambition 2030 » décrite dans la LPM 2019-2025. À cet horizon, l'AAE devrait disposer de 159 *Rafale* et de 50 *Mirage 2000D*⁴⁵. Au-delà de 2030, une partie de la flotte *Rafale* devrait être progressivement équipée de capacités « haut du spectre », selon une approche incrémentale – principalement le combat connecté et les liaisons satellites haut-débit permettant d'exploiter le premier niveau d'un *cloud* de combat. Il s'agit en effet de maximiser la survivabilité et la puissance, par l'accélération de la circulation de l'information, afin de prendre l'ascendant opérationnel dans un environnement fortement contesté, face à des avions furtifs dits de « 5^e génération », et des drones de combat et des systèmes de défense sol-air aux capacités étendues. L'aviation de transport devrait quant à elle compter sur une flotte composée de 53 avions de transport tactiques (ATT) dont 35 A400M et 18 C130. Quinze A330 MRTT devraient également compléter la capacité de projection de puissance. En outre, dans une logique multicouche, la défense sol-air et anti-missile balistique de théâtre devrait être assurée par huit systèmes SAMP-T de nouvelle génération et par une nouvelle capacité de défense sol-air courte portée. Enfin, huit systèmes de drones *Medium Altitude Long Endurance* (MALE), une capacité de guerre électronique et des satellites de communication, d'observation et d'écoute, devraient assurer l'appui aux opérations.

Néanmoins, la quantité ne s'apprécie pas seulement au regard des plateformes. Il convient également de prendre en compte la panoplie des armements susceptibles d'être employés. Si l'on s'en tient aux chiffres présentés dans les derniers exercices budgétaires et sous réserve de commandes ultérieures, l'AAE devrait disposer à l'horizon 2030 d'un nombre de missiles air-air, de missiles de croisière et de missiles sol-air de moyenne portée juste suffisant pour remplir les contrats opérationnels actuels. Les plans d'action mis en œuvre depuis 2014 ont d'ores et déjà permis d'inscrire les stocks de bombes sur une trajectoire en hausse, pour être capables de soutenir une campagne aérienne majeure en 2030⁴⁶. D'autres programmes sont en cours de définition, tels que le Futur missile de croisière

45. Sous réserve de l'impact des différentes hypothèses de soutien à l'exportation et de l'atteinte effective des objectifs fixés par la LPM.

46. Entretien avec l'officier de cohérence programme NBRC/Munitions de l'état-major des armées, 2020.

(FMAN/FMC) ou l'armement air-sol du futur, et viendront compléter ces stocks dans le courant de la décennie 2030-2040. Cependant, l'évolution du contexte géostratégique, marquée par un durcissement probable des engagements, oblige à réexaminer le principe de mutualisation des stocks entre plusieurs contrats opérationnels⁴⁷. Ainsi, les cibles objectives mériteraient d'être revues de manière significative si l'on souhaite éviter des reconstitutions en urgence systématiques⁴⁸.

Ces éléments appellent trois commentaires. Premièrement, avec un stock théorique d'un millier de missiles air-air, il devrait être possible de détruire autant de cibles aériennes potentielles, ce qui apparaît amplement suffisant au regard de l'ordre de bataille des adversaires putatifs. C'est d'ailleurs l'une des approches retenue dans le cadre de la justification du besoin⁴⁹. Pour autant, le renforcement probable des postures de dissuasion et de protection de l'espace aérien en cas d'engagement majeur obligerait à sanctuariser une partie des stocks de missiles. La permanence de la mission de dissuasion aéroportée nécessite en effet de conserver un certain nombre de missiles air-air pour cette fonction stratégique. Or, en cas de conflit de haute intensité, le taux d'utilisation de missiles air-air par les avions français pourrait s'élever à plusieurs dizaines dans les premiers jours de l'engagement (probablement entre 50 et 100) si l'on se fonde sur les pratiques contemporaines du combat aérien « au-delà de l'horizon visuel⁵⁰ ». Dans cette hypothèse, la composante aérienne pourrait se voir clouée au sol faute de missiles au bout d'une dizaine de jours seulement, et cela sans tenir compte de l'attrition, de la disponibilité technique ni de la probabilité de destruction des missiles eux-mêmes⁵¹. Troisièmement, la défense sol-air paraît clairement sous-dimensionnée à l'ère de la prolifération des missiles de croisière, balistiques et hypersoniques chez les principaux compétiteurs stratégiques.

Au-delà de la problématique des missiles, les équipements de mission doivent également être pris en compte pour compléter cette analyse du modèle actuel. Dans le cas du *Rafale*, on peut par exemple énumérer le radar, l'optronique secteur frontal, le système

47. Entretien avec un officier du CHEM, 21 janvier 2021.

48. N. Guibert, « La gestion des munitions, un sujet de tension pour l'armée française », *Le Monde*, 4 novembre 2016, disponible sur : www.lemonde.fr.

49. Entretien avec l'officier de cohérence programme NBRC/Munitions de l'état-major des armées, *op. cit.* Les deux autres approches pour le calcul des stocks de munitions sont par la consommation (cas des munitions de petit calibre de l'armée de Terre) et par la dotation (cas des bâtiments de la Marine nationale).

50. *Beyond Visual Range* (BVR). Le combat BVR moderne, qui se fonde sur des philosophies de tir *fire and forget* face à un adversaire symétrique, induit un taux moyen de trois missiles tirés par cible abattue avec un rapport de forces favorable.

51. Le Pk (*Probability of kill*) représente la probabilité qu'un missile atteigne sa cible et la mette hors de service. Le Pk tactique en combat aérien est de l'ordre de 0,5, ce qui implique un taux d'utilisation des missiles de 2:1 par rapport aux cibles potentielles.

d'autoprotection (SPECTRA), les nacelles de reconnaissance et de désignation laser, ou encore les liaisons de données tactiques. Ceux-ci ne constituent qu'une partie de l'écosystème des « missionnels » du *Rafale*, et des listes similaires peuvent être dressées pour les autres systèmes d'armes (A400M, MRTT, SAMP-T, etc.) dont la mise en œuvre repose in fine sur un ensemble de sous-systèmes techniques, auxquels peuvent être rattachés les outils de préparation des missions, les équipements de maintenance et d'environnement, ainsi que les infrastructures spécifiques qui les hébergent.

Sur le plan matériel, c'est donc la combinaison de ces sous-systèmes à un instant donné qui détermine la capacité opérationnelle d'un système d'armes considéré. Or, pour des raisons d'efficacité budgétaire et d'optimisation des coûts, ces équipements de mission ne sont pas acquis en quantité égale au nombre d'aéronefs, mais sont ventilés sur l'ensemble du parc. Dès lors, la diminution tendancielle des parcs et des stocks de pièces de rechange renforce l'importance du soutien dans la génération de force. Du point de vue quantitatif, la masse opérationnelle peut être vue comme le plus petit dénominateur commun de la fonction « soutien logistique⁵² », c'est-à-dire le nombre d'appareils « bons de guerre » susceptibles d'être équipés à l'instant T. Ce constat doit toutefois être nuancé par l'avènement du combat collaboratif, qui permettra d'envisager la distribution des capacités au sein d'un dispositif aérien, en vue d'améliorer son potentiel de combat.

Le dilemme de la masse

Apparu au tournant du siècle à propos des problèmes posés par l'usage intensif des plateformes aériennes spécialisées (AWACS, avion d'écoute et de guerre électronique, etc.⁵³), le dilemme des équipements à la fois rares et suremployés (*low density/high demand*) peut également se décliner en termes d'entraînement et de préparation opérationnelle. En effet, la puissance militaire, y compris aérienne, ne se mesure pas seulement à l'aune de la quantité et de la qualité des matériels⁵⁴. Les éléments non-matériels (doctrine, entraînement, force morale, discipline, etc.) sont également dimensionnants, d'autant plus qu'historiquement l'appréhension du vol dans toutes ses dimensions (physiologique, psychique, technique,

52. « Doctrine du soutien – Le soutien des engagements opérationnels », DIA-4(C), CICDE, 2018, p. 17.

53. R. P. Haffa, B. D. Watts, « Brittle swords: Low-density, high-demand assets », *Strategic Review*, 2000, p. 42-48 ; S. Kochman, « America's Silver Bullets: Allocating Low Density High Demand Assets, Naval War College », *Newport RI*, 1999 ; C. Wallshein, M. McNeill, M. Winthrop, *et al.*, *Command and Control, Intelligence, Surveillance, and Reconnaissance (C2ISR) Low Density/High Demand (LD/HD) Asset Strategy Study*, Air Force Studies and Analyses Agency, 1999.

54. M. Handel, « Numbers do count », *op. cit.*, p. 225. Puissance militaire totale = quantité x qualité matérielle x qualité non-matérielle.

tactique, etc.) demeure l'un des principaux facteurs d'efficacité opérationnelle de l'AAE en opérations.

Si le développement des drones et des opérateurs de satellites⁵⁵ ont pu donner l'illusion que la technologie allait niveler le niveau de technicité requis pour les tâches de pilotage de bas niveau et permettre de dégager de nouvelles marges de manœuvre budgétaires, c'est en réalité l'effet inverse qui s'est produit. Les capacités accrues des plateformes aériennes et la diminution de leur nombre sur le champ de bataille ont conduit à augmenter le spectre de leur employabilité. En retour, cette polyvalence a renforcé l'importance de l'entraînement des équipages, à qui l'on demande des compétences tactiques plus poussées avec le même niveau de sécurité. Mais en augmentant le ratio entre les phases de vol dédiées à la tactique au détriment des phases didactiques, les équipages passent moins de temps à développer leur sens de l'air et à s'entraîner à des situations d'urgence (gestion de panne, déroutement, évitement météorologique, etc.).

Alors que plus de la moitié des heures de vol des équipages sont phagocytées par les opérations extérieures, créant un trompe-l'œil sur l'activité aérienne en général⁵⁶, il est nécessaire de maintenir un seuil d'entraînement compatible avec l'acquisition et le maintien des compétences de base. Ce constat révèle également les tensions sur les cycles de formation des équipages et sur la régénération organique. En effet, le suivi des référentiels d'entraînement, qui permet justement de jauger l'aptitude au combat des équipages, montre des taux de satisfaction bien inférieurs aux minimas organiques dans certaines escadres⁵⁷, ainsi que des écarts durables par rapport aux normes d'activité fixées par l'OTAN⁵⁸. Les risques sur le long terme sont ceux de la perte de compétences et de l'augmentation des incidents aériens.

Le dilemme « *low density/high demand* » (LD/HD) se décline également du point de vue institutionnel. L'AAE, dont l'aviation de chasse constitue le fer de lance, est articulée autour de trois principes directeurs qui portent en eux le dilemme de la masse :

55. M. Paglia, « Réparer 2020 ou préparer 2030 ? L'entraînement des forces françaises à l'ère du combat multi-domaine », *Focus stratégique*, n° 101, Ifri, janvier 2021, p. 56.

56. D. Pappalardo, « Le Levant », in J. Fernandez et J.-B. Jeangène Vilmer, *Les opérations extérieures de la France*, CNRS Éditions, 2020, p. 290.

57. Entretien avec le chef du Bureau Activité de la Brigade aérienne de l'aviation de chasse, 2020.

58. Loi n° 2018-607 du 13 juillet 2018 relative à la programmation militaire pour les années 2019 à 2025. La loi stipule que « ces normes représentent à la fois une référence en termes de savoir-faire et une exigence pour l'intégration de nos moyens nationaux en coalition. Elles traduisent notamment les besoins de régularité et de continuité des actions d'entraînement. ». Les indicateurs actuels s'établissent aux alentours de 164 heures pour les pilotes de chasse pour un objectif théorique de 180 heures, 220/320 pour les pilotes de transport et 165/200 pour les pilotes d'hélicoptère.

- **Une posture de dissuasion structurante.** Les forces aériennes stratégiques (FAS) forment le cœur de la capacité de projection de puissance de l'AAE. Du fait des exigences extrêmes nécessaires pour affirmer la crédibilité de la posture française de dissuasion, elles tirent vers le haut l'ensemble des forces aériennes, en intégrant naturellement les contraintes liées à un environnement de « haute intensité ». En tant que socle de souveraineté, les FAS sont la matrice capacitaire de l'AAE avec deux conséquences principales. D'abord, le format des forces conventionnelles est directement lié à celui de la dissuasion, ce qui signifie, par exemple, que les ressources nécessaires à la dissuasion comme les avions ravitailleurs ou certains équipements de mission bénéficient à l'ensemble des forces aériennes. Ensuite, la dissuasion est un catalyseur des hautes technologies, qui sont indispensables à l'AAE pour maintenir sa crédibilité et son ascendant opérationnel. La polyvalence et la haute valeur ajoutée de ses matériels influencent le format global des forces.
- **Un modèle d'organisation spécifique.** Pour que les équipages soient aptes à exécuter des missions de guerre, l'AAE s'appuie sur un modèle d'escadron de chasse qui repose sur un équilibre subtil entre la pérennisation des expertises et la transmission des savoirs. Deux facteurs pourraient toutefois fragiliser ce modèle dans la durée : un taux d'encadrement trop faible et une sous-activité aérienne chronique. Ces deux facteurs s'expliquent principalement par l'impératif de maintien des compétences sur l'ensemble du spectre.
- **Des systèmes d'armes polyvalents.** La polyvalence des systèmes d'armes permet de remplir une large gamme de mission en concentrant le format. Si le choix de la polyvalence a permis de rationaliser les parcs, il ne prend que partiellement en compte les besoins et les contraintes de la génération de force, en particulier face à des engagements simultanés⁵⁹. C'est pour rompre avec la logique déflationniste des parcs que le précédent responsable des acquisitions de l'*US Air Force* (USAF), Will Roper, a souhaité revenir au modèle des *Century Series* en promouvant le développement de plateformes plus spécialisées et individuellement moins onéreuses. Cette approche n'est toutefois pas transposable au modèle français. En effet, le renouvellement de la composante nucléaire aéroportée nécessite le développement d'un chasseur plus imposant que le *Rafale*, qui sera également polyvalent pour remplir l'ensemble du spectre des missions⁶⁰. De plus, une telle approche engendrerait la

59. D. Pappalardo, « La tentation de l'avion de combat léger », *Vortex*, n° 1, juin 2021, p. 163.

60. Entretien avec l'équipe projet SCAF de l'état-major de l'armée de l'Air et de l'Espace, 2020.

multiplication des chaînes logistiques, ce qui n'est pas compatible avec la structure de force des armées françaises.

La question de la masse se pose donc en des termes particuliers pour l'AAE, dont les missions structurantes⁶¹ contraignent les marges de manœuvre – financières, organisationnelles, techniques, humaines. Alors que les principes de mutualisation et de différenciation développés dans le Livre blanc de 2013 se sont incarnés dans le *Rafale*, l'A400M ou le MRTT, ils ne semblent plus être adaptés à la brutalité de la guerre aérienne qui se profile⁶². Alors que la polyvalence a jusqu'ici permis de concentrer le format tout en conservant une capacité d'action dans la troisième dimension, elle doit désormais être remise en perspective en raison du durcissement probable des environnements opérationnels et de la multiplication des champs d'affrontement⁶³.

Si l'AAE veut peser militairement en coalition dans des opérations de haute intensité, elle doit impérativement regagner en masse et en épaisseur. Sur le plan stratégique, il faut revenir sur le principe de mutualisation des contrats opérationnels, condition *sine qua non* pour imposer un rapport de forces favorable dans la durée tout en préservant le socle de la dissuasion. Sur le plan organique, il s'agit d'optimiser la génération des masses opérationnelles en rééquilibrant l'équation capacitaire (nombre et type de plateformes, adaptation RH, optimisation du MCO, augmentation des stocks de pièces de rechange et de munitions, etc.) et à sortir du dilemme LD/HD. Enfin, pour l'AAE, il conviendrait également de remettre l'« *airmanship* »⁶⁴ au cœur de son modèle et de tirer parti des innovations technologiques, des atouts du combat collaboratif et de l'intégration multi-milieus/multi-champs (M2MC), afin de redéfinir les équilibres entre masse brute et masse opérationnelle, entre puissance et agilité ou encore entre efficacité et efficacité.

Quantité vs. qualité : vers une redéfinition des équilibres

Définition des équilibres

Quels sont les leviers permettant de gagner de la masse tout en tenant compte des singularités de l'AAE et des externalités ? Pour le savoir, il faut d'abord comprendre comment se construit son format. Le guide

61. La posture permanente de sûreté aérienne est la seconde mission structurante de l'AAE.

62. Entretien avec le chef du Bureau Stratégie de l'état-major des forces nucléaires, 2020.

63. D. Pappalardo, « La tentation de l'avion de combat léger », *op. cit.*

64. Entretien avec le sous-chef Plans Programmes de l'état-major de l'armée de l'Air et de l'Espace, 2020.

méthodologique de calcul des contrats opérationnels permet par exemple de déterminer le volume total d'aéronefs en parc dont l'AAE a besoin, ainsi que le nombre d'équipages devant être aptes aux missions opérationnelles en fonction du nombre d'avions « bons de guerre » susceptibles d'être armés en même temps dans les contrats opérationnels. Ainsi, dans l'hypothèse où l'AAE aurait à remplir simultanément l'ensemble de ses contrats opérationnels (postures permanentes renforcées et engagements en OPEX), elle devrait être en mesure d'armer une centaine d'avions de chasse⁶⁵. Or, pour qu'un détachement soit opérationnel, le nombre d'équipages mobilisés doit être de l'ordre d'une fois et demie le nombre d'avions armés⁶⁶. Et puisque les contrats opérationnels doivent être tenus dans la durée, cela signifie que ces équipages doivent pouvoir être relevés par le même nombre d'équipages. L'AAE a donc besoin d'environ 300 équipages opérationnels pour répondre à ses contrats. Comme cela a déjà été précisé, les équipages doivent réaliser 180 heures de vol chaque année pour être aptes à réaliser leur mission, ce qui représente un volume total d'environ 54 000 heures de vol devant être générées et financées tous les ans. En les divisant par le nombre d'heures de vol prévu dans les plans d'entretien approuvés (de l'ordre de 250 heures par aéronef par an), il est possible de retrouver le format actuel de l'AAE, autour de 215 avions de chasse⁶⁷.

Cette démonstration permet d'identifier les principaux leviers sur lesquels il est possible d'agir pour augmenter la masse dans l'AAE, en tenant compte des ressources financières et des contraintes organisationnelles pour répondre au défi du retour des opérations de haute intensité. Elle appelle plusieurs commentaires :

- Le format de l'aviation de chasse dépend en premier lieu des contrats opérationnels dictés par la volonté politique, c'est-à-dire le nombre maximum d'avions « bons de guerre » pouvant être armés simultanément. Les contraintes budgétaires influencent fortement la manière d'atteindre ces ambitions politiques, et sont à la base du principe de mutualisation.
- Une variable dépendante qui détermine le format de l'AAE est le nombre d'équipages aptes au combat. Donc, pour augmenter la masse opérationnelle, il faut augmenter le nombre d'équipages. Or, si l'AAE veut maîtriser le niveau de risque aérien et disposer d'équipages opérationnels expérimentés et polyvalents, elle doit disposer d'un nombre d'avions en parc dimensionné en conséquence.

65. Cumul de la posture renforcée de la dissuasion, de la PPS, des contrats intervention et gestion de crise tels qu'ils sont définis dans la LPM 2019-2025.

66. Entretien avec le sous-chef Plans Programmes de l'état-major de l'armée de l'Air et de l'Espace, *op. cit.* Dans les faits ce taux est de 1,7.

67. $54\ 000/250=216$ (équivalent au parc de chasseur actuel de l'armée de l'Air).

- L'emploi des drones est avantageux sur le plan de la préparation opérationnelle puisque les équipages de drones maintiennent leurs compétences en opération et ne sont pas contraints par les mêmes normes d'entraînement que les équipages de chasse. Ainsi, à budget de préparation opérationnelle constant, et hors coûts d'acquisition et de fonctionnement de tels systèmes, il est possible d'augmenter la masse opérationnelle avec des aéronefs non pilotés, sans déflater le volume du parc d'aéronefs pilotés, tout en maîtrisant les coûts.
- La simulation permet théoriquement d'optimiser le nombre d'heures de vol annuelles de chaque pilote et donc d'augmenter la masse opérationnelle. Toutefois les minimas organiques, correspondant au nombre d'heures de vol réelles que doit effectuer chaque équipage pour acquérir l'« *airmanship* » et maîtriser son appareil dans sa mission principale, induisent un effet de seuil en deçà duquel la qualité de la masse opérationnelle se réduit drastiquement. Des équipages insuffisamment entraînés risquent en effet de ne pas remplir correctement leurs missions dans un environnement opérationnel exigeant. Dans le pire des cas, cela pourrait même conduire à une attrition par accident.
- L'attrition correspondant à la mise hors de service d'un aéronef, qu'elle soit « accidentelle » ou « tactique », doit être décomptée du nombre d'avions en parc (la masse brute) en non du nombre d'avions armés à un instant donné (la masse opérationnelle). Or, le nombre d'avions en parc étant très supérieur (une centaine d'appareils) au nombre maximal d'aéronefs armés prévu par les contrats opérationnels, l'attrition potentielle n'impacte la masse opérationnelle que de manière transitoire – du moins tant que le volume du parc est supérieur à celui des contrats opérationnels, et à la nuance près des équipements spécifiques de missions évoqués plus tôt.
- Une mauvaise performance du MCO impacte directement la préparation au combat des équipages, et donc la qualité de la masse opérationnelle. Inversement, l'optimisation des plans d'entretien (maintenance prédictive, optimisation du MCO, etc.) permet soit, à parc constant, d'augmenter l'activité aérienne réalisable par les équipages et donc la masse opérationnelle, soit, à contrat opérationnel équivalent, de réduire le parc ou d'absorber un certain niveau d'attrition.

Évidemment, ces raisonnements simplificateurs partent de certaines présuppositions, comme la cohérence et l'homogénéité du modèle. Or, au regard des constats déjà posés, l'étoffement des

inventaires des équipements de missions et des armements⁶⁸ ainsi que l'adaptation du modèle RH et la réforme du MCO, semblent prioritaires pour ramener le système à l'équilibre, et fluidifier la génération de la masse opérationnelle. Certaines initiatives commencent déjà à porter leurs fruits, et doivent être poursuivies voire amplifiées. C'est le cas notamment du projet DRHAA 4.0 qui s'inscrit dans un plan d'action global pour attirer et fidéliser les compétences au travers de la modernisation des processus RH et de la gestion dynamique et individualisée des compétences⁶⁹ ; mais également du projet NSO 4.0⁷⁰ (hangar du futur, réduction des temps de formation des mécaniciens⁷¹, dématérialisation de la documentation technique, etc.). Enfin, des ruptures technologiques majeures se profilent et s'accompagnent d'une mutation de la conflictualité.

Évolutions et révolutions technologiques : quels impacts sur la masse ?

La littérature spécialisée abonde de références sur l'apport des nouvelles technologies dans le combat aérien futur (intelligence artificielle, vol en essaim, systèmes autonomes, combat collaboratif connecté, collaboration homme-machine, etc.), au travers de concepts comme *Skyborg* ou la *Golden Horde*⁷². Ces technologies seront d'ailleurs au cœur de la réflexion sur l'architecture du système de combat aérien du futur (SCAF). En revanche, en s'appuyant sur la démonstration précédente, deux scénarii pourraient modifier de manière substantielle les équilibres qui structurent le système de forces de l'AAE : le développement de drones d'accompagnement (*remote carrier*) – dont les premiers emplois opérationnels dès l'horizon 2030 semblent désormais probables⁷³, et la restructuration de la filière missile⁷⁴. Il existe évidemment bien d'autres leviers susceptibles d'améliorer les mesures de rendement ou de concentration permettant de générer davantage de masse opérationnelle, mais leur impact potentiel est de portée plus évolutionnaire que révolutionnaire – comme dans le

68. C. Brustlein, P. Gros, V. Tourret, et A. Thomas, « Retour de la masse dans les armées », *op. cit.*

69. Entretien avec le sous-directeur Études, Politique des ressources humaines et du haut encadrement militaire de la DRHAA, 2020.

70. Entretien avec le directeur du projet NSO 4.0 de l'armée de l'Air et de l'Espace, *op. cit.*

71. Sur Caracal, la formation initiale d'un mécanicien est passée de plus de deux ans à seulement 13 mois.

72. M. Gunzinger et L. Autenried, « Understanding the Promise of Skyborg and Low-Cost Attributable Unmanned Aerial Vehicles », *Policy Paper*, Mitchell Institute, septembre 2020, p. 34.

73. Le concept exploratoire du combat collaboratif de l'AAE évoque sept types de *remote carriers*, dont le drone de combat, le *loyal wingman* ou les armements planants intelligents.

74. Entretien avec le directeur de l'innovation et des technologies futures de MBDA, 2020.

cas de l'emploi des technologies de la quatrième révolution industrielle dans le MCO aéronautique⁷⁵.

Drones de combat et d'accompagnement

Deux grandes familles de drones de combat semblent désormais se distinguer⁷⁶. En premier lieu, les drones de supériorité aérienne (UCAV⁷⁷). Ces drones complexes, à la signature radar réduite, et aux performances de vol avancées, ont un gabarit leur assurant une autonomie importante et leur permettant d'emporter en soute des missiles air-air à longue portée ainsi que des munitions air-sol. C'est le cas par exemple du prototype américain XQ-47A de *Northrop Grumman* ou bien encore du drone russe S-70 *Okhotnik*, en développement⁷⁸. Or, au regard de leurs caractéristiques, les UCAV sont probablement aussi onéreux qu'un avion de combat habité.

En second lieu, les drones d'accompagnement. Ils s'acquièrent à plus bas coût et peuvent être consommables (LCAAT⁷⁹) ou récupérables. Le concept « d'équipier fidèle » (*Loyal Wingman*) entre dans cette dernière catégorie. Ils ont vocation à accompagner des plateformes habitées pour leur servir de capteurs déportés, voire dans certains cas d'effecteur – ce qui correspond à un système d'arme létal intégrant de l'autonomie (SALIA). Plus accessibles que les UCAV, leur coût s'élèverait à quelques millions d'euros⁸⁰ auxquels s'ajoute toutefois le coût des charges utiles (capteurs, effecteurs), loin d'être négligeable. De plus, leurs capacités génériques et l'absence de ravitaillement en vol limitent les possibilités d'utilisation tactique. Les modèles en développement sont principalement américains – *Kratos XQ-58A* et Boeing *Loyal Wingman* – à l'exception du *Grom* du constructeur russe *Kohnstadt*, dont une maquette a été dévoilée en septembre 2020⁸¹.

Nonobstant, les gains en matière de préparation opérationnelle et, dans une moindre mesure, de RH qui laissent à penser qu'à capacité de combat égale, il faudrait deux fois moins d'UCAV que d'avions de combat pilotés pour générer la même masse opérationnelle⁸², le choix d'un UCAV ne permettrait d'accroître la

75. J. Droff et B. Rademacher, « Le potentiel des technologies de l'industrie 4.0 appliquées au maintien en condition opérationnelle (MCO) des équipements de défense », *Étude de l'IRSEM*, n° 65, IRSEM, avril 2019, p. 120.

76. J. Bronk, « Air Forces: Approaching a Fork in the Sky », *Whitehall Papers*, vol. 96, n° 1, juillet 2019, p. 52-62.

77. *Unmanned Combat Aerial Vehicle*.

78. S. D'Urso, « The Russian S-70 Okhotnik UCAV Struck Ground Targets With Unguided Bombs During Weapons Testing », *The Aviationist*, janvier 2021, disponible sur : <https://theaviationist.com/>.

79. *Low Cost Attritable Aircraft Technology*.

80. Le *Loyal Wingman* de Boeing et le *Kratos XQ-58A* sont estimés respectivement à 2M\$ et 3M\$.

81. État-major des armées, « Article ARMY 2020 », disponible sur : www.defense.gouv.fr.

82. J. Bronk, « Combat Air Choices for the UK Government », *op. cit.*

masse opérationnelle que dans des proportions marginales. Ce constat s'explique principalement par les coûts d'acquisition et de possession élevés de tels appareils, et par le fait que ce type de drones ne se substitue pas aux plateformes aériennes pilotées mais a vocation à les assister. Le rôle indispensable de l'humain dans de tels dispositifs opérationnels est ainsi mis en exergue, notamment en termes de résistance, de résilience et d'adaptation, d'où la nécessité de maintenir un nombre d'équipages opérationnels important. Ce raisonnement s'applique également aux *Remote Carriers* récupérables de type *Loyal Wingman*, même s'ils sont davantage accessibles que les UCAV.

Le coût attractif des *Remote Carriers* consommables de petite taille, tels que les munitions planantes intelligentes, permet en revanche d'augmenter la masse opérationnelle dans des proportions significatives. Il faut toutefois veiller à bien mesurer les investissements nécessaires en termes de développement, de maintenance et d'évolution sur l'ensemble du cycle de vie, et à éviter les effets d'éviction sur la filière des munitions air-air et air-sol classiques. Ainsi, il est envisageable d'acquérir assez facilement plusieurs centaines de drones d'accompagnement de ce type pour assister la centaine de chasseurs habités prévus dans les contrats opérationnels. Les coûts d'acquisition et de possession des LCAAT sont plus limités que des systèmes récupérables. Pour autant, cette position peut être nuancée en raison de l'aspect modulaire et des coûts induits par le développement des charges utiles spécifiques, des évolutions techniques et de la gestion des obsolescences matérielles et logicielles, à l'origine de surcoûts sur l'ensemble du cycle de vie. De plus, ces drones d'accompagnement sont destinés à un emploi essentiellement opérationnel : ils ont vocation à être consommés en opération. Leur utilisation dans le cadre de la préparation opérationnelle des pilotes restera probablement limitée à quelques missions à haute valeur ajoutée, lors d'entraînements ou d'exercices interalliés type *Flag*. Ainsi, au même titre que les missiles, ils constituent un patrimoine quasiment « inerte », que le MCO et l'amortissement des dépenses d'infrastructures rendent difficilement justifiables, sauf à les considérer comme partie intégrante du format capacitaire.

Une troisième voie pourrait finalement se dessiner avec le concept de *Companion Trainer*. Il pourrait s'agir d'un avion d'entraînement ou d'un avion d'attaque léger (LCA⁸³), qui serait optionnellement « dronisable ». Il pourrait ainsi se comporter en drone d'accompagnement dans le cadre d'une mission de haute intensité, mais servir le reste du temps à la formation des pilotes ou intervenir dans des opérations de gestion de crises sur des théâtres permissifs. Si le *Companion Trainer* pourrait être une alternative

83. *Light Combat Aircraft*.

intéressante pour succéder à l'Alphajet à l'horizon 2030, la tentation de l'avion de combat léger, même « dronisable », paraît moins avantageuse⁸⁴. La substitution d'un avion de combat léger à un avion de combat polyvalent sur un théâtre permissif est coûteuse. Elle demande de multiplier les plots logistiques de déploiement, les moyens requis pour en assurer la défense, les lots de soutien, les flux de ravitaillement ou encore la ressource humaine, ce qui serait très coûteux. Ensuite, la vulnérabilité d'un LCA face à une menace sol-air proliférante, y compris sur des théâtres de basse intensité, rend cette option hasardeuse, d'autant plus que le choix de la complémentarité chasseur-drone MALE armé⁸⁵ paraît être le meilleur compromis opérationnel à l'heure actuelle.

Les enjeux de la filière missile

En ce qui concerne la filière missile, il est nécessaire de transformer les modes d'approvisionnement. L'industrie de défense doit pouvoir accompagner la montée en puissance préparant l'Hypothèse d'engagement majeur (HEM) prévue par les contrats opérationnels, afin d'accélérer la cadence de production sous faible préavis (six mois). C'est une des conditions pour accompagner l'augmentation de la masse opérationnelle et garantir l'épaisseur stratégique nécessaire.

Sur le plan organisationnel tout d'abord, la filière missile est dépendante des approvisionnements longs (explosifs, acier, composants électroniques), qui engendrent des délais de fabrication de l'ordre de 24 à 36 mois selon les missiles. Une solution consiste, à l'instar de ce qui s'est déjà fait pour les fibres nécessaires à la fabrication des coques radar du *Mirage 2000D*⁸⁶, à constituer des stocks d'approvisionnements critiques en amont de la fabrication. Or, l'industrie des missiles est fondée sur un modèle de flux calibré pour de faibles cadences de production. Cela pose plusieurs problèmes. La montée en charge de la production est lente⁸⁷, car l'industriel doit d'abord disposer des machines-outils, des personnels formés, et bien sûr des infrastructures pour faire tourner à plein régime l'outil industriel. En outre, les chaînes de production dédiées à l'export ne peuvent pas servir à accélérer ponctuellement les cadences de livraisons françaises, car les missiles vendus à l'export ne répondent

84. D. Pappalardo, « La tentation de l'avion de combat léger », *op. cit.*, p. 165.

85. Moyenne altitude, longue endurance.

86. Entretien avec le sous-chef Plans Programmes de l'état-major de l'armée de l'Air et de l'Espace, *op. cit.*

87. En règle générale, il faut environ deux ans pour monter une chaîne supplémentaire et doubler la cadence de production. Le cas de la sortie turque du programme F-35 est emblématique. Alors que la Turquie a été sommée de quitter le programme, les pièces turques destinées au marché du F-35 continueront à être produites jusqu'en 2023, avant que l'industrie américaine puisse en assurer elle-même la production.

en général pas aux mêmes normes de fabrication ou bien différent par certaines caractéristiques.

La constitution de stocks ne répond donc que partiellement à la question des approvisionnements. En outre, ce modèle de flux fait peser le risque sur les sous-traitants et complexifie la chaîne de valeur, ce qui diminue la résilience du système. Une autre solution consisterait à donner suffisamment de visibilité à l'industriel pour qu'il puisse transformer son modèle de production. Deux modèles sont possibles : l'intégration verticale en réinternalisant une partie des processus de production pour favoriser la réactivité (*SpaceX*) ; ou le modèle *low-cost*, en délocalisant la production pour augmenter les volumes sur la base de technologies éprouvées (*Dacia*)⁸⁸. Cette seconde option soulève évidemment la question de l'autonomie stratégique et des contraintes liées aux exportations d'armement. Tout comme la SCL⁸⁹ d'un chasseur de supériorité aérienne est un panache de missiles aux caractéristiques différentes, une solution est peut-être à rechercher dans l'hybridation de ces deux modèles.

Sur le plan technique, de nouvelles technologies permettent de suivre, pratiquement en temps réel, le vieillissement des missiles. Alors que le missile Mica est limité à quelques centaines d'heures de vol pour garantir un bon fonctionnement *a priori*, les nouveaux missiles en service dans certaines armées de l'air étrangères auraient des potentiels quasi illimités, notamment en raison de critères de certification moins contraignants⁹⁰. En s'appuyant sur l'utilisation du *Big Data* et sur les progrès déjà réalisés en matière de maintenance prédictive, il serait théoriquement possible, en lien avec l'autorité technique de certification, d'optimiser le suivi des indices de fatigue, et donc de prolonger la durée de vie des armements. L'extension de potentiel, à défaut de servir de variable programmatique, pourrait alors permettre de gagner en masse opérationnelle. MBDA développe par exemple une solution logicielle de *Monitoring* des applicatifs de maintenance⁹¹. En contrepartie, de nouveaux *business models* restent à inventer autour de ces technologies. Ainsi, le retour de la masse pourrait engendrer une mutation de certains segments et pratiques de la base industrielle et technologique de défense (BITD) et orienter celle-ci vers la production de services et l'ingénierie logicielle. Mais là encore, il ne peut s'agir de faire aussi bien avec moins, mais plutôt de faire plus et mieux, autrement.

88. Entretien avec le directeur de l'innovation et des technologies futures de MBDA, *op. cit.*

89. *Standard configuration load*. Il s'agit de la configuration des emports de l'aéronef.

90. Entretien avec l'officier de cohérence opérationnelle "Engagement Combat" de l'état-major des armées, *op. cit.*

91. Entretien avec le directeur de l'innovation et des technologies futures de MBDA, *op. cit.*

Finalement, les nouvelles technologies pourraient permettre d'échapper au dilemme « *low density/high demand* » et permettre à la puissance aérienne de migrer vers un modèle « *high density/on demand* »⁹². Si l'on revient à la définition en première approximation de la masse comme le produit du volume par la densité ($m = d \times V$), alors, à volume constant, la masse augmente proportionnellement à la densité. Toutes choses égales par ailleurs, la puissance aérienne sur un théâtre d'opération donné augmente avec la densité des capteurs et des effecteurs répartis dans le temps et dans l'espace. La maîtrise du spectre électromagnétique, l'allongement de la portée des missiles ou encore le combat collaboratif connecté permettent alors de densifier l'occupation de l'espace. Dans le même temps, le développement des constellations de satellites ou l'augmentation de l'endurance et de l'autonomie des plateformes aériennes accroissent l'occupation temporelle du théâtre.

La victoire dans la guerre aérienne de haute intensité pourrait donc passer par une stratégie de densification capacitaire, qui combinerait des plateformes habitées à la fois endurantes et dotées de capacités d'emport importantes, des missiles à très longue portée pour traiter une menace à distance de sécurité, et des systèmes autonomes consommables permettant d'établir des solutions de ciblage ou de saturation – grâce aux possibilités offertes par le *cloud* de combat et l'intégration M2MC. Après tout, comme le rappelle le lieutenant-colonel Jérôme de Lespinois : « les États-Unis continuent à construire des avions de quatrième génération qu'ils modernisent [à côté de la flotte de cinquième génération], et qu'ils rendent compatibles au point de vue connectivité avec les avions de cinquième génération, pour retrouver un effet de masse⁹³ ». Il s'agit donc là d'une voie à explorer.

Risques et limites de la massification pour l'AAE

Mi-évolutives, mi-révolutionnaires, les technologies qui accompagnent le retour de la masse dans la guerre aérienne de haute intensité imposent d'analyser l'impact de ces innovations sur les structures de forces⁹⁴. Jon Lindsay pointe en particulier du doigt les risques de friction organisationnelle occasionnés par l'emploi des

92. E. R. Mueller, P. H. Kopardekar, et K. H. Goodrich, « Enabling airspace integration for high-density on-demand mobility operations », *Aerospace Research Central*, 2017.

93. « Table ronde, ouverte à la presse, sur le thème "Quel modèle d'armée pour quelles menaces ?" avec M. Goya, M. Motte et J. de Lespinois », Assemblée nationale, *op. cit.*

94. W. Murray, « Innovation: past and future », in W. Murray et A. Millett (Ed.), *Military Innovation in the Interwar Period*, Cambridge, Cambridge University Press, 1996, p. 300-328.

technologies de l'information dans la guerre moderne⁹⁵. Les freins à la massification de l'AAE à l'horizon 2030 se situent donc à plusieurs niveaux : techniques, industriels, organisationnels et budgétaires.

D'un point de vue technique tout d'abord, bien que la technologie soit un multiplicateur de force massif, elle n'est pas toujours décisive sur le champ de bataille⁹⁶. L'emphase actuelle sur le *cloud* de combat, les systèmes de systèmes, ainsi que l'intégration M2MC, est certes nécessaire pour mettre en œuvre les solutions qui permettront de retrouver de la masse opérationnelle (drone d'accompagnement, combat collaboratif connecté, SALIA, etc.), mais elle est tout autant destinée à stimuler la BITD dans les domaines des hautes technologies et du cœur de souveraineté (dissuasion, communications, espace, hypervélocité, etc.). Les enseignements de la guerre au Haut-Karabagh posent la question de la masse en termes d'équilibre entre rusticité et haute-technologie (*High/Low Mix*). L'usage conjoint de drones turcs bon marché et de munitions rôdeuses d'origine israélienne, mais également l'emploi dronisé d'aéronefs plus vétustes tels que l'An-2 *Colt*, révèlent le potentiel disruptif de ces technologies nivelantes dont l'efficacité militaire est réelle. Celle-ci rend indispensable de tenir compte des rapports de coûts dans la compétition de salves⁹⁷. Enfin, cette expérience a montré que le choc frontal avec une puissance capable de brouiller ou de saturer l'espace électromagnétique ne permet pas de déployer des réseaux numériques efficacement⁹⁸.

Sur le plan industriel, le poids croissant de la réglementation (normes REACH, muratisation des munitions) et l'augmentation des performances sont l'un des principaux facteurs d'inflation des coûts et donc des contraintes qui pèsent sur les chaînes d'approvisionnement et la constitution des stocks⁹⁹. Cela constitue un avantage comparatif en faveur d'adversaires en mesure de mettre en œuvre des stratégies de moyens moins contraintes.

De plus, le développement d'une industrie du drone de combat est de nature à transformer en profondeur l'industrie aéronautique de défense. En effet, cette dernière s'est construite sur un modèle dont la rentabilité a jusqu'ici été assurée par la génération d'un volume élevé d'heures de vol sur l'ensemble du cycle d'exploitation des appareils. Ce modèle pourrait cependant être remis en question par des drones

95. J. R. Lindsay, *Information technology and military power*, London, Cornell University Press, 2020, p. 18.

96. T. X. Hammes, « Future War: Why Quantity Will Trump Quality », *op. cit.*

97. M. Gunzinger et B. Clark, « Winning the Salvo Competition: Rebalancing America's Air and Missile Defenses », CSBA, mai 2016, disponible sur : <https://csbaonline.org/>.

98. Entretien avec un officier du cabinet du chef d'état-major des armées, *op. cit.*

99. Entretien avec l'officier de cohérence programme NBRC/Munitions de l'état-major des armées, *op. cit.*

de combat dont le rapport entre coûts d'acquisition et coûts de possession risque d'évoluer fortement¹⁰⁰. En outre, l'implication croissante de l'industriel sur de nouveaux segments et services, notamment dans l'exploitation des données de maintenance, ne doit pas faire oublier la finalité de l'emploi opérationnel en temps de crise. La verticalisation des contrats de MCO a montré les limites à la prise en compte par les industriels de la spécificité militaire¹⁰¹.

Le défi posé à l'organisation est également majeur. Un retour, même modéré, de la masse doit s'accompagner d'une manœuvre RH adaptée. Les nouveaux usages imposent de penser à ce que pourraient être les futurs métiers de l'AAE, mais également à la manière dont la technologie pourrait transformer les formations et les emplois (simulation, réalité virtuelle ou mixte, intelligence artificielle). La création récente de la spécialité « C2 » au sein des parcours de carrière de l'AAE répond par exemple à un besoin qui s'exprime de plus en plus vivement. Le rôle du commandement et du contrôle va croître exponentiellement avec le retour de la masse dans les opérations aériennes. Les contrats opérationnels prévoient que l'AAE soit en mesure d'armer deux centres de commandement air de théâtre (JFAC¹⁰²) de niveau 1 simultanément, ou un JFAC de niveau 2 pour soutenir une opération majeure en tant que nation cadre, ce qui implique d'assurer le contrôle de plusieurs centaines de sorties par jour. Or, les exigences d'une telle sollicitation sont aujourd'hui sous-estimées.

En effet, le dimensionnement d'un JFAC ne dépend pas seulement du nombre de missions aériennes réalisées chaque jour, mais également de la diversité des missions. Ainsi, par exemple, l'activité aérienne moyenne réalisée au profit de l'opération *Barkhane* s'élève modestement à 25 sorties/jour et pourtant il ne faut pas moins de 50 personnes pour faire fonctionner le JFAC de niveau 1 situé à Lyon Mont Verdun. Si l'on prend en compte la permanence à poste, et donc un fonctionnement 24h/24 ainsi que la nécessité de mettre en place une relève pour tenir dans la durée, le vivier minimal est d'environ 250 personnes. En cas d'opération majeure, il faudrait compter entre 1 300 et 1 500 personnes¹⁰³. Dès lors, en matière de RH, une des implications du retour de la masse et de la haute intensité est le renforcement de la tendance à la spécialisation (C2, cyber, opérateurs de drones et de satellites, etc.). La réussite de la manœuvre RH passe donc par le recentrement de l'aviateur sur sa mission, afin

100. J. Bronk, « Combat Air Choices for the UK Government », *op. cit.*

101. Entretien avec le directeur du projet NSO 4.0 de l'armée de l'Air et de l'Espace, *op. cit.*

102. *Joint Force Air Component*. Centre de commandement air de théâtre.

103. Entretien avec le responsable du Bureau Gestion des compétences C2 air du CDAOA, 2021.

d'optimiser la productivité opérationnelle globale¹⁰⁴. L'allègement des charges bureaucratiques et des tâches non-productives doit constituer une priorité pour libérer les forces vives. L'utilisation massive des nouvelles technologies dans les systèmes d'information et l'externalisation des missions ne relevant pas du cœur de métier sont à cet égard des pistes intéressantes.

Enfin, c'est probablement au niveau de l'architecture budgétaire que se situe le plus gros frein à la massification. L'AAE, comme les autres armées, a perdu son libre arbitre en matière de choix budgétaires depuis l'implémentation de la loi organique relative aux lois de finances (LOLF). La dette infrastructure accumulée au fil des ans est l'un des symptômes de la perte de cohérence d'ensemble du modèle. Comment ne pas s'étonner que, malgré la fermeture de 14 implantations de l'AAE depuis 2009 et la diminution globale du parc de plus de 20 %, les infrastructures opérationnelles et non opérationnelles des bases aériennes restantes aient continué à se dégrader, au point d'influencer négativement la productivité et le moral du personnel ? Les économies d'échelle réalisées n'auraient-elles pas dû *a minima* permettre à l'AAE de se doter d'un outil de combat modernisé ? La comparaison avec les bases aériennes des principaux partenaires de la France est à ce titre saisissante. Les mêmes causes produisant les mêmes effets, les armées ne pourront relever le défi de la massification que lorsque leur seront rendus les moyens d'assurer une manœuvre de remontée en masse cohérente, c'est-à-dire en accompagnant la démarche capacitaire avec des RH et des infrastructures adaptées.

D'après l'adage clausewitzien, la nature de la guerre ne change pas, seules ses caractéristiques évoluent. Il en est ainsi pour l'arme aérienne. Qu'il s'agisse de la guerre aérienne 1.0 à portée de pistolets, de la guerre 2.0 et ses combats tournoyants, de la guerre 3.0 aux nuées de missiles ou enfin, de la guerre aérienne 4.0 qui se dessine, la réalité du choc initial ramène toujours à un grand cirque où les qualités individuelles des pilotes – et de leurs montures – ainsi que leur sens de l'air prévalent *in fine*. Il est aisé d'imaginer ce qui arriverait dans un espace électromagnétique saturé : communications perdues, liaisons de données tactiques dégradées, signaux GPS brouillés. Le nombre d'avions et de pilotes, la qualité de leur entraînement et les performances intrinsèques des aéronefs restent donc l'*ultima ratio* face à la montée en gamme des armées de l'air adverses.

Or, à l'instar des armées de l'air occidentales, l'AAE s'est appuyée sur la haute technologie qui, si elle lui a permis d'atteindre les ambitions nationales, l'a conduite à concentrer son format en

104. Entretien avec l'officier d'échange au sein du *Strategic Studies Group* de l'*US Air Force*, DGRIS, 2020.

développant sa maîtrise de l'espace électromagnétique et des technologies d'information et de communication. À l'heure où les espaces dont elle tire sa puissance sont de plus en plus contestés par des adversaires possédant les mêmes technologies, l'AAE pourrait bientôt manquer de masse. Pour relever ce défi, elle doit d'abord récupérer les leviers d'action budgétaires afin d'orienter les choix qui doivent lui permettre de regagner de l'épaisseur organique et capacitaire. Elle devra ensuite trouver de nouveaux équilibres entre les promesses technologiques et les risques de la techno-régression¹⁰⁵. C'est à cette condition qu'elle pourra générer de manière agile et réactive des masses opérationnelles denses et durables, et affronter des compétiteurs déterminés et bien équipés.

105. A. Biétry, *De l'importance de la techno-régression dans les opérations aériennes françaises. Quels défis l'armée de l'Air française devra-t-elle relever pour faire face aux externalités négatives induites par l'hyper-connectivité ?*, Faculté de droit de l'Université Jean Moulin Lyon III, 2019.

Le retour à la haute intensité dans le combat naval

Par le Capitaine de frégate Jean-Baptiste Florant

Confirmant les grandes tendances dessinées en 2017, l'actualisation de la *Revue stratégique* de 2021 décrit un contexte stratégique tendu par les ambitions d'acteurs de rang mondial ou régional désinhibés, et disposant de flottes de plus en plus puissantes. Elle met aussi en exergue les ruptures en cours ou à venir, qu'elles soient d'ordre technologique ou géostratégique, et dont les effets sur les équilibres navals pourraient être conséquents.

La question de l'accès aux ressources, de leur protection et de la compétition dont elles font l'objet, est au centre de ces enjeux. La mer, qui est à la fois un milieu dans lequel se trouvent une partie de ces ressources et un espace de communication permettant les échanges en grands volumes¹⁰⁶, est à nouveau un espace disputé. Dans une économie mondialisée où les échanges de biens mais aussi de données transitent avant tout par la mer, le contrôle des océans est devenu l'une des clés de l'accès à la puissance géopolitique. Cette vérité, éprouvée dès le XVIII^e siècle, demeure valide au XXI^e siècle.

La compétition stratégique comme l'affirmation de puissance, qu'elles s'exercent à l'échelle régionale ou mondiale, transforment le milieu maritime. D'espace de circulation pacifique protégé par la liberté de navigation, la mer est devenue une succession de zones convoitées et disputées, où se confrontent et s'entrechoquent les ambitions des puissances grandes ou moyennes. La traduction militaire de cette évolution est l'émergence de flottes de combat toujours plus nombreuses et puissantes.

Dans ce contexte, l'hypothèse d'un conflit en « zones grises », c'est-à-dire se situant sous le seuil de l'agression caractérisée, évoluant vers des affrontements navals de haute intensité, limités dans le temps ou plus pérennes, en haute mer ou près des côtes, est un scénario de plus en plus sérieusement envisagé par les états-majors. C'est dans ce cadre que sera envisagée la question de la haute

106. 80 % du volume du commerce mondial de marchandises circule par la mer.

intensité, qui s'appréhende dans le domaine naval moins sous l'angle de la masse brute des flottes qu'à travers le double besoin de progressivité de la réponse et de concentration rapide des efforts au point décisif.

Si la France veut disposer d'une marine de guerre apte à intervenir sur l'ensemble de ce spectre jusqu'au combat naval, elle doit non seulement évaluer avec justesse les moyens nécessaires pour le couvrir, mais aussi s'y préparer. Il s'agit donc de comprendre la manière dont les marines mondiales et régionales se réarment, dans un compromis permanent entre quantité et qualité. Ensuite, dans le combat naval de haute intensité, la numérisation de l'information ainsi que la robotisation des vecteurs et des systèmes d'armes émergent comme de nouveaux facteurs de supériorité opérationnelle. Enfin, si le retour de la haute intensité met particulièrement en lumière la dimension technologique et capacitaire de la maîtrise des mers, il ne doit pas pour autant nous amener à négliger le facteur humain, qui demeurera déterminant pour l'organisation et la mise en œuvre d'une marine de guerre.

Masse et puissance navale : un équilibre complexe

Un débat classique de la stratégie navale

Plus encore que dans le domaine terrestre, la question de la masse brute dans la stratégie navale implique de distinguer le nombre de bâtiments, le déplacement (tonnage global de la flotte et de chaque bâtiment en particulier) et la puissance de feu (armement des bâtiments). Sur mer comme sur terre, il importe toujours d'analyser la masse brute au regard de la masse opérationnelle, laquelle dépend notamment de la vitesse de déploiement, des capacités d'alerte et de détection de l'adversaire ainsi que de la disponibilité des matériels et de la préparation des équipages.

Selon les époques et les écoles de pensée, l'équilibre varie entre le nombre, le déplacement et la puissance de feu, ainsi que la vitesse ou la mobilité des navires. Au tournant du XX^e siècle par exemple, la « Jeune École¹⁰⁷ » française, dont la figure de proue est l'amiral Aube, avait fait le pari d'articuler la Marine autour d'une flotte de torpilleurs légers, véloces et peu coûteux, alors que les flottes britannique et allemande investissaient dans des cuirassés lourds, peu nombreux et très onéreux (*Dreadnaught*). Au lieu de chercher la confrontation et

107. Voir H. Coutau-Bégarie, « Les lignes directrices de la pensée navale au xx^e siècle », *Guerre mondiale et conflits contemporains*, vol. 1, n° 213, 2004, p. 3-10.

le rapport de forces militaire, cette stratégie visait entre autres à harceler l'adversaire, dans une logique retrouvée de « guerre de course » après deux siècles de « guerre d'escadre ». Si le choix français du nombre et de la mobilité a démontré ses limites (les torpilleurs se révélant peu capables d'opérer au large, du fait de leurs rayons d'action limité) cette nouvelle conception a été reprise par la *Kriegsmarine* dans sa stratégie de guerre de course sous-marine, principalement tournée contre les navires de commerce.

Ce débat a toujours cours aujourd'hui. Vaut-il mieux une flotte lourde articulée autour de bâtiments de premier rang, lourdement armés mais moins manœuvrants ? Ou bien est-il préférable de disposer d'une multitude de corvettes lance-missiles et de sous-marins d'attaque, agissant comme des essaims d'abeilles alternant entre concentration et dispersion ? Dans les deux cas, la stratégie repose sur davantage de masse – c'est-à-dire sur une augmentation substantielle du tonnage global – mais diffère dans la répartition de celle-ci. Aussi, pour mieux comprendre l'enjeu que représente aujourd'hui la masse dans le combat naval, entre qualité et quantité, nous focaliserons notre attention sur les choix effectués par les marines chinoise, russe et turque, dont les ambitions de puissance s'affirment avec force depuis une dizaine d'années.

La Chine, la Russie et la Turquie misent, à des degrés divers, sur la puissance navale

La marine chinoise : au défi de l'Occident

Lors du XIX^e Congrès du Parti Communiste Chinois (PCC) en 2017, le président Xi Jinping déclarait vouloir faire de la Chine « une nation militaire de premier rang mondial » à l'horizon 2049. Dans cette perspective, la marine de l'Armée populaire de libération (APL) cherche naturellement à décliner cet objectif dans le domaine naval. Longtemps limitée à un horizon territorial, la stratégie navale chinoise s'est peu à peu aventurée au large, agissant en cercles concentriques, en vue de s'assurer d'abord un contrôle des accès en mers de Chine méridionale et orientale, puis plus à l'ouest des portes de l'océan Indien par le détroit de Malacca, pour protéger les approches de ce qu'elle revendique comme ses eaux territoriales et empêcher la menace de ses intérêts vitaux. À cette logique de contrôle, s'ajoute une attitude agressive de revendication territoriale en milieu archipélagique (Spratleys, Paracels, Pratas) qui se traduit par la poldérisation et l'artificialisation à des fins économiques et militaires d'îlots et de récifs coralliens disputés.

Ainsi la marine de l'APL impose-t-elle massivement sa présence dans ces eaux disputées, pour y défendre la souveraineté chinoise.

Cette armée est au cœur de la stratégie de puissance de Pékin dans la région et bénéficie pour cela d'un développement sans précédent dans l'histoire navale récente. L'amiral Christophe Prazuck, chef d'état-major de la marine de 2016 à 2020, rappelait en 2019 que la marine de l'APL construisait en tonnage l'équivalent de la Marine nationale française ou britannique en quatre ans¹⁰⁸. Le Comité central du PCC a clairement fait le choix depuis les années 2000 d'un investissement massif dans une marine de guerre aux ambitions à la fois régionales et océaniques, misant autant sur la qualité que sur la quantité.

Tableau 3. Bâtiments de combat de la marine chinoise en service en 2018

Type	Quantité
Porte-avions	2
Sous-marins nucléaires lanceurs d'engins (SNLE)	6
Sous-marins nucléaires d'attaque (SNA)	11
Sous-marins classiques	59
Destroyers lance-missiles	34
Frégates lance-missiles	54
Corvettes lance-missiles	46
Patrouilleurs lance-missiles	97
Patrouilleurs	94
Dragueurs de mines	38
Quantité totale	441
Tonnage total	900 000 tonnes

Source : S. Gallois, A. Sheldon-Duplaix, *Flottes de combat 2018*, Éditions Ouest France, 2018.

En 2021, un rapport du *Congressional Research Service* américain estimait la flotte de guerre de l'APL à environ 360 bâtiments de combat, ce qui en fait ferait la première dans le monde – devant celle des États-Unis qui n'en compte que 297. Selon les projections actuelles, Pékin pourrait même disposer d'ici 2030 de 425 bâtiments de combat¹⁰⁹. Ces considérations sur la masse de la marine

108. « Audition de l'amiral Christophe Prazuck, chef d'état-major de la Marine », Compte rendu n° 46, Commission de la défense nationale et des forces armées, Assemblée nationale, juillet 2019.

109. G. Ziezulewicz, « China's Navy Has More Ships Than the US. Does That Matter ? », *Navy Times*, avril 2021, disponible sur : www.navytimes.com.

chinoise doivent naturellement être nuancées : le nombre impressionnant de navires masque par exemple un tonnage global d'environ un million de tonnes, bien inférieur aux 2,7 millions de tonnes de l'*US Navy*. L'effet de rattrapage est cependant indéniable et le développement actuel de bâtiments de premier rang permet d'envisager à moyen terme une forme de parité navale avec les États-Unis en termes de masse brute.

Les programmes d'armement emblématiques de l'APL sont d'abord ceux qui visent à disposer d'une puissance aéronavale capable de projeter la puissance chinoise outre-mer, et de défier celle de l'*US Navy* dans l'océan Pacifique, sinon de rivaliser avec elle. D'ici 2030, la marine de l'APL devrait ainsi disposer d'au moins quatre porte-avions : le Type-001 (*Liaoning*) déclaré pleinement opérationnel en 2018, le Type-002 (*Shandong*) qui en est proche et commissionné fin 2019, ainsi que deux autres encore en construction, Type-003 et Type-004, nettement plus imposants – ce dernier devant d'ailleurs être équipé d'une propulsion nucléaire. À l'heure actuelle, la technologie et les savoir-faire chinois en matière d'aéronautique navale n'atteignent pas encore les standards occidentaux. Par exemple, les Types 001 et 002 reposent encore sur un système dit STOBAR (*Short Take-Off But Arrested Recovery*) impliquant un tremplin d'envol, lequel ne permet de faire décoller que des aéronefs légers ou à faible rayon d'action (type *Shenyang J-15* « *Flying Shark*¹¹⁰ »). Les Types 003 et 004 devraient en revanche disposer de catapultes à vapeur (CATOBAR¹¹¹) comme c'est le cas du porte-avions français Charles de Gaulle, voire électromagnétiques (EMALS¹¹²) sur le modèle de l'*USS Gerald R. Ford* américain. Ces technologies permettront de faire décoller des avions plus lourds, plus puissants et plus endurants, comme le futur chasseur de cinquième génération FC-31.

En outre de ces navires amiraux que représentent les porte-avions, la marine de l'APL s'est dotée d'une flotte de surface imposante avec un programme de huit porte-hélicoptères amphibies (Type-075) dont deux sont déjà entrés en service, une ambition de 25 nouveaux destroyers lance-missiles (Type-052D), et d'une cinquantaine de frégates multi-rôles (Type-054A) – tous lourdement armés. Enfin, la sous-marine chinoise est également en plein renouvellement avec le passage à six sous-marins nucléaires lanceurs d'engins (SNLE) de classe *Jin* (Type-094), et le développement de nouveaux sous-marins d'attaque à propulsion nucléaire et

110. Le chasseur multirôles embarqué J-15 est une version modifiée du Su-33 russe. Il dispose d'ailes repliables pour un moindre encombrement sur le pont d'envol ou dans le hangar.

111. CATOBAR: *Catapult Assisted Take-Off But Arrested Recovery*.

112. EMALS: *Electromagnetic Aircraft Launch System*. La marine de l'APL cherche à se doter de cette technologie, sans succès opérationnel à cette date.

conventionnelle (Type-93 et Type-39). Au total, la flotte sous-marine devrait atteindre 65 à 70 bâtiments d'ici 2030 avec un remplacement des anciens bateaux à un ratio de pratiquement un pour un¹¹³.

Enfin, si la marine de l'APL a acquis une flotte considérable depuis une décennie, elle souffrirait en revanche d'un retard significatif dans le domaine des compétences techniques humaines, pourtant indispensables au service de ces matériels¹¹⁴. Il est donc probable que les équipages mettent encore du temps à maîtriser pleinement les technologies mises à leur disposition, ce qui retardera d'autant la pleine capacité opérationnelle de ces nouveaux bâtiments. Mais, la détermination chinoise et les moyens déployés sont tels que si la marine de l'APL poursuit ses efforts au rythme actuel, elle pourrait bien parvenir à atteindre son objectif de parité navale avec les États-Unis d'ici à 2049.

Russie et Turquie en Méditerranée : deux profils différenciés

Si la marine de l'APL est celle qui semble le plus clairement faire le pari d'une certaine domination par la « masse », d'autres puissances navales régionales comme la Russie et la Turquie font également varier le curseur quantité/qualité qui prévaut dans les marines occidentales. Certes, leurs flottes apparaissent encore assez « échantillonnaires » et de qualité inégale, mais leur capacité de nuisance est indéniable lorsqu'elles s'affirment dans certains espaces maritimes et menacent la stabilité régionale. Le regain de tension entre les marines française et turque, survenu en Méditerranée orientale durant l'été 2020¹¹⁵, nous rappelle que la *mare nostrum* est loin d'être un espace pacifié et qu'elle demeure convoitée tant pour les ressources énergétiques qu'elle abrite que pour l'intérêt stratégique qu'elle revêt, accueillant 15 % du trafic maritime mondial pour une superficie de 1 % des mers et des océans. Elle permet également l'accès à trois des cinq continents, lui conférant un rôle majeur dans la circulation, licite ou illicite, des biens, des personnes, voire des données. Sur ses façades sud et est, la Méditerranée ouvre sur des espaces particulièrement instables comme la Libye ou la Syrie. Moscou et Ankara y voient donc l'opportunité d'affirmer leur puissance et d'étendre leurs zones d'influence dans cet espace maritime. Les flottes russe et turque sont les instruments militaires de cette ambition politique.

113. *China Naval Modernization: Implications for U.S. Navy Capabilities – Background and Issues for Congress*, Congressional Research Service, Congrès des États-Unis, mars 2021.

114. Entretien à l'état-major de la Marine, février 2021.

115. Voir Y. Bourdillon, « Regain de tension entre la Grèce et la Turquie », *Les Échos*, août 2020.

La flotte russe demeure la deuxième ou troisième marine au monde en déplacement – en passe d'être dépassée par la Chine – avec environ un million de tonnes. Ses quelque 280 bâtiments (dont une centaine de grands navires de surface ou sous-marins) en font encore un adversaire redoutable, du moins sur le papier. L'armada russe a en effet traversé deux décennies compliquées en raison du vieillissement de sa flotte, de ses infrastructures et d'un sous-investissement chronique. Depuis quelques années, elle semble bénéficier d'un regain d'intérêt de la part des autorités politiques, qui accélèrent les programmes d'armement et la sollicitent davantage, aussi bien en Méditerranée qu'en Atlantique nord.

On assiste donc à une remontée de la présence et de la puissance navale russe en Méditerranée, qui a commencé par la recréation en 2013 d'un groupement opérationnel subordonné à la flotte de la mer Noire¹¹⁶. Le déploiement du porte-avions *Kuznetsov*, entre 2016 et 2017, a été emblématique de la volonté russe de démontrer sa puissance navale dans la zone. L'intervention en Syrie à partir de 2015 aux côtés du régime de Bachar al-Assad a été l'opportunité pour la Russie de réinvestir massivement le port de Tartous sur la côte de Lattaquié. Ce point d'appui en Méditerranée lui permet d'inscrire sa présence navale – mais aussi aérienne – dans la région sur la durée.

Au cours des dix prochaines années, le saut qualitatif et quantitatif de la marine russe est principalement attendu dans le domaine de la lutte anti-navires. En effet, quatre corvettes de type *Gremyashchiy* (2 500 t) rejoindront la flotte russe, équipées du missile de croisière 3M54 *Kalibr* et à terme du missile hypersonique 3M22 *Zircon* (portée 500 km, vitesse Mach 8). S'ensuivra l'arrivée de dix corvettes furtives de lutte anti-navires de type *Merkuriy* (3 400 t) à compter de 2022 (première entrée en service), armées également du missile *Zircon*. Seize corvettes légères de type *Karakurt* (800 t) sont également en commande et viendront s'ajouter aux deux actuellement en service. Elles seront notamment équipées d'un système de défense aérienne composé de huit cellules de missiles surface-air *Pantsir-M* (32 missiles en soute), couplées à deux canons de *Gatling* OA-18KD de 30 mm à haute cadence de tir (5 000 obus/min, portée 2 000 m¹¹⁷). Par ailleurs, six patrouilleurs hauturiers de type *Bykov* de 1 300 à 1 700 t devraient être admis au service d'ici 2022. Ils seront notamment armés du missile de croisière 3M54 *Kalibr*. Enfin, 12 patrouilleurs de type *Buyan-M* (950 t), armés notamment de huit cellules *Kalibr* et 18 corvettes lance-missiles de type

116. Voir J. Henrotin, « Quelles évolutions pour la stratégie navale russe ? », *DSI Hors-Série*, n° 74, octobre-novembre 2020, p. 31.

117. F. Wolf, « La marine russe a testé son premier système anti-aérien Pantsir-M naval », *Meta-Defense*, octobre 2020, disponible sur : www.meta-defense.fr.

Steregouchchi, dont quatre en construction et huit commandées en 2020, équiperont à terme la flotte russe¹¹⁸.

En multipliant les programmes de bâtiments relativement légers, mais très bien armés en capacité de frappe à longue distance comme les corvettes, la marine russe fait le choix d'une flotte offrant un mix original de quantité, de puissance de feu et de mobilité, qui n'est pas sans rappeler celui de la « Jeune École » française déjà citée.

Tableau 4. Bâtiments de combat de la marine russe en service en 2018

Type	Quantité
Porte-avions	1
Sous-marins nucléaires lanceurs d'engins (SNLE)	11
Sous-marins nucléaires d'attaque (SNA)	27
Sous-marins classiques	23
Croiseurs lance-missiles	5
Destroyers lance-missiles	14
Frégates lance-missiles	15
Petits bâtiments anti-sous-marins	26
Corvettes et patrouilleurs lance-missiles	45
Canonnières/patrouilleurs/hydroptères	10
Dragueurs-chasseurs de mines	39
Quantité totale	216
Tonnage total	757 000 tonnes

Source : S. Gallois, A. Sheldon-Duplaix, *Flottes de combat 2018*, Éditions Ouest France, 2018.

Avec un volume de déplacement global de moins de 100 000 tonnes, la flotte turque se situe dans un ordre de grandeur bien inférieur aux marines chinoise et russe. Mais les choix capacitaires de la marine turque attestent d'arbitrages intéressants dans l'équilibre quantité/qualité, qui lui donnent aujourd'hui de sérieux avantages comparatifs face à la plupart de ses rivaux dans la région. Alors que les contentieux avec ses voisins se multiplient, Ankara a misé sur sa marine de guerre pour contester les espaces maritimes et étendre son influence dans la région. Par des démonstrations de force, des

118. Voir J. Henrotin, « Quelles évolutions pour la stratégie navale russe ? », *op. cit.*

intimidations et des provocations voire des menaces en mer, la marine turque semble jouer le trublion dans la stabilité précaire qui prévaut en Méditerranée orientale.

Pour cela, elle s'appuie sur une flotte vieillissante mais puissante et en cours de refonte, composée de 88 bâtiments de guerre dont 16 frégates de 3 000 à 4 000 t, dix corvettes et 35 patrouilleurs rapides d'attaque. Un programme d'armement en cours pourrait livrer sept destroyers à la marine turque d'ici la fin de la décennie. La flotte sous-marine dispose quant à elle de 12 sous-marins d'attaque à propulsion diesel-électrique, et devrait être équipée prochainement de six nouveaux sous-marins de la classe *Reis*, dotés d'une propulsion anaérobie à pile à combustible et diesel¹¹⁹. Ils devraient être équipés de missiles antinavires et missiles de croisière. La marine de guerre turque devrait également disposer de moyens amphibies lui permettant de lancer des assauts côtiers, comme les bâtiments de projection et de commandement *Anadolu* (en cours d'évaluation) et le *Trakya* (à l'étude) de 28 000 t. Néanmoins, le format de la marine turque laisse penser qu'elle ambitionne davantage de protéger ses approches maritimes dans une logique de déni d'accès que de construire une marine de haute mer.

Tableau 5. Bâtiments de combat de la marine turque en service en 2018

Type de bâtiments	Quantité
Sous-marins classiques	12
Frégates	24
Patrouilleurs lance-missiles	19
Patrouilleurs	25
Dragueurs-chasseurs de mines	11
Quantité totale	80
Tonnage	91 363 tonnes

Source : S. Gallois, A. Sheldon-Duplaix, *Flottes de combat 2018*, Éditions Ouest France, 2018.

119. Le système de propulsion anaérobie à pile à combustible permet des plongées de plus d'une dizaine de jours en autonomie complète, contre quelques dizaines d'heures avec une propulsion diesel-électrique classique.

La marine française, un format d'armée au plus serré

L'évolution du paysage stratégique et le retour à une forme de compétition militaire conduisent nécessairement la Marine française à réfléchir à son format. Elle s'est engagée à décliner dans le champ naval le principe d'un « modèle d'armée complet et équilibré », fixé par le *Livre blanc* et la *Revue stratégique*. Elle doit donc couvrir un vaste champ de missions, s'étendant de la dissuasion nucléaire à l'action de l'État en mer et à la protection de sa souveraineté économique, en passant par la projection de puissance, en appui ou non à une opération aéroterrestre.

Dans ces perspectives, la notion de masse revêt moins de résonance que celle d'épaisseur de la ligne de front, c'est-à-dire la capacité à concentrer l'effort sur le point décisif, de manière graduée, tout en étant résilient. Dans le combat naval moderne, cet effort doit être considéré dans le cadre d'un combat collaboratif multi-domaines, ou multi-milieus et multi-champs pour reprendre la terminologie française adaptée du concept américain¹²⁰. Ainsi faudrait-il distinguer la masse brute – ou le tonnage d'une flotte et sa structure de force d'ensemble – de la masse opérationnelle, c'est-à-dire celle constituée par l'ensemble des navires et des aéronefs disponibles et capables de soutenir le combat sur un théâtre d'opération donné.

En fait, deux grandes missions sont à distinguer, outre celle fondamentale de la permanence de la composante océanique de la dissuasion nucléaire. La première concerne l'action de l'État en mer et la protection de la souveraineté maritime de la France dans ses eaux territoriales et sa zone économique exclusive de plus de 11 millions de kilomètres carrés. La seconde vise à la projection de forces et de puissance, potentiellement sur plusieurs théâtres à la fois – jusqu'à trois selon le contrat opérationnel du Livre blanc, et bien souvent davantage dans la pratique que l'on a connu ces dernières années. Si la masse brute compte dans les deux cas, la masse opérationnelle – et l'aptitude à être présente au bon endroit, au bon moment, avec les moyens adaptés (détection, systèmes d'armes et de navigation, guerre électronique, cyber, drones embarqués, etc.) – est primordiale. Le caractère permanent de la première mission implique toutefois une réflexion sur la dispersion des moyens et le développement de points d'appui adaptés, là où la seconde, si elle se voit dotée d'un préavis et d'une priorisation suffisante, permet de prendre l'initiative avec une certaine concentration des moyens voulus en un point donné. Dans les deux cas également, la masse brute ne doit pas être négligée : elle revêt un aspect dissuasif indéniable, surtout si l'on entretient une

120. « Concept d'emploi des forces », *op. cit.*

certaine discrétion et donc l'incertitude chez l'adversaire potentiel sur le degré de préparation et de disponibilité effectives de la flotte.

En 2013, le Livre blanc fixait l'objectif pour la Marine de pouvoir intervenir simultanément sur « deux ou trois théâtres distincts » avec au moins une frégate, un groupe de bâtiments de projection et de commandement (BPC) et un sous-marin nucléaire d'attaque (SNA). L'hypothèse d'engagement majeur prévoyait quant à elle le déploiement sur préavis de six mois du porte-avions, de deux BPC, de frégates multi-missions, d'un SNA et d'avions de patrouille maritime. Dans les deux cas, ces missions non permanentes ne doivent entamer ni la crédibilité de la dissuasion nucléaire, ni celle de la protection de la souveraineté – qui mobilisent chacune des ressources propres mais aussi communes aux missions de projection.

Tableau 6. Bâtiments de combat de la Marine française en service en 2018

Type	Quantité
Porte-avions	1
Sous-marins nucléaires lanceurs d'engins (SNLE)	4
Sous-marins nucléaires d'attaque (SNA)	6
Frégates de 1 ^{er} rang	12
Frégates de 2 ^e rang	11
Avisos – Patrouilleurs de haute mer	9
Patrouilleurs	13
Patrouilleurs de gendarmerie	6
Bâtiments anti-mines	18
Quantité totale	80
Tonnage total	214 560

Source : S. Gallois, A. Sheldon-Duplaix, Flottes de combat 2018, Editions Ouest France, 2018.

Aujourd'hui ce contrat « intervention » semble partiellement désuet, avec des objectifs régulièrement dépassés comme en atteste le déploiement régulier de la Force d'action navale (FAN) sur quatre à cinq théâtres simultanés. Ainsi le format de la Marine paraît effectivement « taillé au plus juste ».

C'est tout d'abord le cas du Groupe aéronaval (GAN) et de son navire amiral, le porte-avions, exemplaire unique dont la disponibilité forcément intermittente explique le nécessaire préavis de six mois pour l'hypothèse d'engagement majeur. La LPM 2019-2025 a acté le remplacement du Charles de Gaulle par un porte-avions de nouvelle génération (PA-NG) dont la mise en service est prévue en 2038. Le président de la République a déclaré le 8 décembre 2020 que le mode de propulsion retenu serait nucléaire, assurant ainsi la pérennité de la filière de chaufferie nucléaire, également indispensable aux sous-marins de la Force océanique stratégique (FOST). Le futur bâtiment de 300 m de long et déplaçant autour de 75 000 t (contre 42 500 t pour le Charles de Gaulle), embarquera 30 chasseurs du SCAF, des drones d'accompagnement et des avions de guet aérien, à une vitesse de 27 nœuds¹²¹. Ce porte-avions, dont le coût de conception et de développement est évalué à 225 millions d'euros sur vingt ans (4,5 milliards d'euros) rassemblera de nouvelles capacités opérationnelles renforçant significativement la projection de puissance des forces armées françaises, en développant sensiblement l'aptitude du GAN à opérer en milieu non-permissif.

L'hypothèse du retour d'un conflit de haute intensité pose bien sûr de façon plus aiguë encore la question ancienne de pouvoir disposer non pas d'un mais de deux porte-avions permettant d'assurer une permanence d'alerte et une intervention dans la durée¹²². Le doublement de la cible ne signifierait pas nécessairement un doublement du prix – du fait du coût de développement commun, et des économies d'échelles estimées de l'ordre de 30 à 40 % par rapport au premier de la série¹²³ – il n'en impliquerait pas moins un effort financier considérable d'autant plus qu'il nécessiterait de revoir à la hausse le personnel pour le servir et le format du groupe aérien embarqué (GAé). Ce dernier est en effet déjà contraint dans son format actuel à 24 aéronefs de type *Rafale Marine* sur un seul porte-avions. Pour atteindre cette capacité opérationnelle de manière optimale, ce modèle repose sur un parc élargi de 50 unités en raison du maintien en condition opérationnelle. Or, le parc réel n'atteindra en 2025 que 41 *Rafale M*¹²⁴.

Par-delà les questions en suspens autour du format du GAN, des interrogations subsistent aussi du côté de la Force d'Action Navale

121. P. Chapleau, « Un mastodonte de 75 000 tonnes pour remplacer le porte-avions Charles-de-Gaulle », *Ligne de Défense*, 8 décembre 2020, disponible sur : www.lignesdedefense.blogs.fr.

122. La permanence d'alerte est à distinguer de la permanence à la mer nécessitant quant à elle trois à quatre porte-avions.

123. O. Cigolotti, G. Roger (rapporteurs), *Rapport d'information sur le porte-avions de nouvelle génération*, Rapport n° 559, Paris, Commission des affaires étrangères, de la défense et des forces armées, Sénat, juin 2020.

124. Entretien à l'état-major de la marine, *op. cit.*

(FAN) et de ses 15 frégates de 1^{er} rang, qui constituent la cheville ouvrière de la fonction intervention. À la fois polyvalentes et dotées de capacités avancées dans les domaines de la lutte sous la mer ou de la défense aérienne, les frégates multi-missions (FREMM) permettent de garantir une liberté d'action en mer nécessaire à toute manœuvre aéronavale d'envergure. Ces dernières sont dotées de 32 cellules de lancement (VLS), destinées pour moitié à la frappe dans la profondeur au moyen de missiles de croisière navals (MdcN¹²⁵), et pour autre moitié à la défense aérienne, grâce aux missiles Aster 15 et Aster 30.

Par-delà les besoins liés à la fonction « intervention », des tensions et des arbitrages existent aussi dans les autres composantes de la Marine, taillées elles aussi au plus juste besoin. C'est le cas du format des quatre SNLE de la classe *le Triomphant*, qui constituent actuellement la composante océanique de la dissuasion nucléaire – dont la mise en œuvre est confiée à la Marine nationale. Le passage de six à quatre SNLE en 1985, entre les classes *le Redoutable* et *le Triomphant*, avait été permis par une évolution sensible du contexte stratégique – qui ne nécessitait plus qu'une seule patrouille en permanence à la mer – et par des avancées technologiques substantielles rendant ce type de sous-marins à la fois beaucoup plus discret et plus endurant. À ce jour, l'objectif de permanence à la mer demeure inchangé et ce format ne semble pas remis en cause, ni à la baisse ni à la hausse. Il s'agit donc d'un format de stricte suffisance.

Pour sa part, la flotte des six SNA a pour missions la sûreté et le soutien aux SNLE, l'escorte de protection d'une force aéronavale, l'attaque sous la mer et vers la terre, ainsi que le renseignement, le soutien et l'appui aux opérations spéciales. Qu'elle soit employée seule ou en appui à d'autres forces, cette plateforme rare et polyvalente est lourdement sollicitée en temps normal pour la satisfaction des besoins opérationnels prioritaires. Ainsi, la flotte de SNA ne dispose d'aucune unité en réserve. Or, comme l'a démontré l'incendie survenu sur *La Perle* le 12 juin 2020, l'indisponibilité temporaire et non planifiée d'une unité de ce type affecte sensiblement l'organisation des missions dévolues aux forces sous-marines. Dans ce contexte, un conflit de haute intensité doit envisager un minimum d'attrition, c'est-à-dire le moins possible de dommages

125. MdcN : missile de croisière naval. Doté d'une charge de 250 kg, ce missile d'une portée de la classe des 1 000 km assure à ses plateformes de tir, les FREMM et les SNA de type Suffren (programme Barracuda), des tirs à distance de sécurité. Utilisé pour la première fois par la Marine nationale le 14 avril 2018 lors de l'opération *Hamilton*, le MdcN donne à la France une capacité stratégique de frappe dans la profondeur de la mer à la terre comme la détiennent les États-Unis avec le missile *Tomahawk* et la Russie avec le *Kalibr*.

matériels, voire des pertes d'unités entières au combat. Il est certain qu'un format trop réduit affecterait la résilience au combat.

En conclusion, si le maintien de la trajectoire de la programmation doit permettre de régénérer la Marine et de maintenir une structure de force dans son périmètre actuel, il demeure sous-dimensionné au regard d'un contexte de sécurité maritime plus dégradé et du défi de la haute intensité. La seule augmentation linéaire du nombre de bâtiments ou le recours permanent à davantage de technologie ne sont pas les seules garanties de l'efficacité opérationnelle. Il est aussi primordial d'investir dans les talents humains, en trouvant un juste équilibre entre sophistication technologique et capacités humaines à servir les systèmes d'armes et de navigation.

Une marine de combat : des systèmes d'hommes aux systèmes d'armes

Les limites du tout technologique

Disposer de plateformes et de vecteurs hyper sophistiqués ne suffit pas à rendre une force armée puissante : encore faut-il que celle-ci dispose d'une ressource humaine formée à les mettre en œuvre efficacement. Or, ces technologies sont de plus en plus complexes à maîtriser et le temps nécessaire à la formation du personnel et au maintien de ses compétences représente un coût croissant, qui affecte notamment la disponibilité opérationnelle des marins. La durée du cycle à l'issue duquel les compétences techniques deviennent obsolètes est estimée à deux ans. Faire passer celle-ci à cinq voire huit ans serait donc un gain considérable¹²⁶.

La masse (brute comme opérationnelle) de la Marine repose déjà sur des ressources humaines difficiles à maintenir en l'état, et donc peu résilientes. Tout développement en vue de renforcer la capacité à agir en haute intensité doit donc prendre en compte ces difficultés. En effet, certaines spécialités critiques de la Marine nationale sont en tension comme celles des atomiciens, des pilotes de l'aéronaval, des détecteurs ou encore celles de la cyberdéfense. Elles sont rarement redondées pour des questions de coût, et le taux de départ vers le secteur privé demeure élevé pour ces spécialités recherchées. Fidéliser cette ressource demeure un enjeu pour la Marine. La formation prend donc plus de temps et coûte plus cher en raison de la complexité croissante des systèmes embarqués et de l'accélération des cycles technologiques.

126. Entretien à la direction du personnel militaire de la Marine (DPMM), décembre 2020.

Dans ce contexte, on peut aussi s'interroger sur les limites humaines et organisationnelles pour faire face à ce défi. Quel sera le point de rupture cognitive et psychologique des équipages soumis à toujours plus d'informations à maîtriser ? La surcharge informationnelle ne risque-t-elle pas, à terme, de biaiser les processus de décision ? Comment optimiser le temps de formation croissant et le besoin opérationnel ? L'une des pistes à étudier, à contre-courant de la tendance actuelle, pourrait être de disposer de systèmes moins dépendants des technologies de pointe (*high-tech*) et mieux adaptés au besoin opérationnel réel et aux capacités de la ressource humaine. Ainsi, des hommes davantage polyvalents pourraient être plus facilement gérés et employés d'une part. De l'autre, une meilleure prise en compte de l'expérience utilisateur dans la conception des systèmes d'armes et de navigation pourrait aussi être très profitable¹²⁷.

Un système d'hommes

Le système d'hommes est celui d'une organisation humaine efficiente et résiliente, c'est-à-dire capable d'un côté de tirer le maximum d'engagement de la part de ses marins, de révéler leurs talents et de les mettre à profit ; et d'un autre côté, de leur assurer des conditions de vie et de travail leur permettant de s'investir pleinement dans les missions qui leur sont confiées. La Marine se construit d'abord autour des hommes et des femmes qui la servent.

Un système d'hommes résilient dans un conflit de haute intensité, c'est aussi celui qui admet l'hypothèse de l'attrition humaine et notamment de la mort au combat. Or, si dans certaines spécialités de la Marine, comme celle des fusiliers-commandos, le risque de mort au combat est une réalité permanente¹²⁸, pour d'autres cela ne l'est plus depuis les derniers combats navals – remontant à la Seconde dans le cas de la France. Aussi former, éduquer et entraîner les hommes à donner la mort et à la recevoir redevient-il un axe d'effort et de réflexion important pour la Marine.

127. C'est dans cet esprit que la Marine a développé le Marine Lab, en charge de coordonner les structures et les initiatives d'innovation en mode *bottom-up* au sein de la Marine (Navyl@b, Fuscol@b, Learning L@b), en lien avec le Defense Lab de l'Agence de l'innovation de défense (AID). À cet égard, le recours au *design thinking* et aux méthodes agiles permet de mieux identifier ses propres besoins, enrichis par son expérience utilisateur. Voir B. Arantes, T. Bower et V. Mistic, « Design Thinking ou méthode Agile : quelle approche pour votre organisation ? », *Harvard Business Review France*, mars 2021.

128. Les derniers commandos Marine morts au combat l'ont été lors d'une libération d'otages au Burkina Fasso, dans la nuit du 9 au 10 mai 2019. Voir « Mort de deux commandos Marine lors d'une opération de libération d'otages », Marine nationale, Ministère des Armées, mai 2019, disponible sur : www.defense.gouv.fr.

D'un point de vue organisationnel et capacitaire, l'attrition et la survivabilité des hommes au choc de la violence est un paramètre central. Comment poursuivre la manœuvre lorsque 10 % ou 15 % d'un équipage est mis hors de combat ? La question de l'armement de l'ensemble des bâtiments de premier rang à deux équipages (B2E) pourrait être une piste à étudier, bien qu'elle générerait inmanquablement des coûts supplémentaires¹²⁹.

Des systèmes durcis, résilients, redondants, disponibles

Affirmer la puissance par la masse, c'est d'abord s'assurer que la masse disponible est robuste face aux attaques de l'adversaire. Or, la Marine nationale dispose sur certains de ses bâtiments de combat des systèmes d'information embarqués d'ancienne génération, plus vulnérables aux attaques cybernétiques. Ainsi, une remise à niveau logicielle très régulière de ces systèmes en matière de cybersécurité est une priorité dans leur maintien en condition opérationnelle. Par exemple, les patrouilleurs de haute mer (PHM), actuellement en fin de vie, ont été mis en service au début des années 1980, c'est-à-dire au début de l'informatique embarquée. N'étant pas « nativement cyber-protégés », les systèmes d'information doivent être régulièrement remis à niveau pour éviter que des failles informatiques ne puissent être exploitées, ce qui engendre des coûts humains et financiers importants.

Il faudra attendre la frégate de défense et d'intervention (FDI), dont la première unité est prévue d'entrée en service en 2023, pour bénéficier de bâtiments de combat entièrement numériques c'est-à-dire conçus autour de leur numérisation (*digital by design*) et en particulier de leur cyber-protection, pour mettre en œuvre le combat naval collaboratif et la guerre cybernétique. Ce type de navire préfigure ce que seront les bâtiments de combat des quinze ou vingt prochaines années.

Par ailleurs, accroître la disponibilité opérationnelle des matériels et des systèmes permet de dégager davantage de masse opérationnelle, dans une logique d'optimisation de la ressource. Ainsi, la Marine a lancé en 2019 une réforme du MCO sur la base de la maintenance prédictive. En 2021, le porte-hélicoptères amphibie (PHA) de classe *Mistral* teste

129. L'un des avantages des B2E est d'étendre le continuum entraînement/formation-opérations-récupération. Le passage à deux équipages permet aux FREMM et aux Patrouilleurs de Service Public (PSP) d'assurer respectivement 180 et 150 jours de mer, contre 150 et 100 avec un seul équipage. En revanche, ce format engendre des coûts supplémentaires dans le domaine du MCO, de la logistique opérationnelle et de l'entraînement (RH, simulateurs, etc.). En 2021, quatre FREMM et trois PSP seront armés par un double équipage.

une plateforme dédiée, couplée à des capteurs de mesures vibratoires¹³⁰. Ce type d'audit technique permet de connaître en temps réel le niveau d'usure des pièces soumises au frottement, et de les changer au juste moment. À terme, lorsqu'il sera généralisé, ce procédé permettra de connaître en détail l'état des bâtiments de combat, ce qui facilitera leur maintenance et réduira significativement l'indisponibilité due à l'entretien et la réparation des matériels¹³¹.

Rattrapage ou compensation ? Des pistes pour l'avenir

Frapper plus vite, plus fort, plus loin

L'un des enjeux de la guerre navale moderne est d'obtenir la supériorité informationnelle sur l'adversaire, afin d'exercer une supériorité en matière de décision. C'est ainsi que la masse opérationnelle peut être obtenue, en créant un rapport de forces favorable au bon endroit, au bon moment. Cela implique un système de commandement capable d'acquérir une information opérationnelle de qualité, transmise et traitée rapidement de façon à accélérer la boucle de décision « OODA » (Observer, Orienter, Décider, Agir). Dans le combat naval s'engage donc une course de vitesse, dont le but est de détecter en premier l'adversaire, de l'identifier, d'analyser son comportement et ses intentions, et si besoin de l'engager avant qu'il ne le fasse. La supériorité dans ce domaine dépend essentiellement de deux facteurs : la performance technique du système de détection (lutte au-dessus de la mer, lutte sous la mer, lutte anti-aérienne, cyber etc.) et la performance organisationnelle et technique de la chaîne de détection (réactivité, endurance, résilience) dont la composante humaine est primordiale. À cet égard, le rôle de la fonction ISR (Intelligence, Surveillance, Reconnaissance) est essentiel. Dans les années à venir, cette dernière ira de plus en plus vers l'automatisation induite par un recours généralisé à l'intelligence artificielle (IA), qui permettra de traiter les signaux ensuite transmis à l'ensemble d'une force navale déployée. Les moyens de l'adversaire pourront ainsi être engagés de manière optimale par les unités les mieux placées : c'est là l'essence du combat collaboratif naval. Une force navale en réseau, c'est-à-dire dotée de systèmes d'information et de commandement permettant un échange d'informations en temps quasi-réel, peut

130. Voir L. Lagneau, « Le porte-hélicoptères amphibie s'essaie à la maintenance anticipée », *Opex360*, mars 2021. En 2019, le MCO naval représentait jusqu'à 60 % du coût de possession d'un bâtiment de la Marine.

131. D. Le Gac, *Avis sur le projet de loi de finance pour 2021 relatif à la préparation et l'emploi des forces : Marine*, Avis n° 3360, Assemblée nationale, 20 octobre 2020.

affronter un ennemi numériquement supérieur mais moins rapide dans le traitement de l'information.

Si la vitesse de détection et de traitement est la garantie d'un avantage tactique, la puissance de destruction (obtenue par la précision aussi bien que par la saturation) est un autre facteur essentiel. Elle permet de sidérer l'adversaire et ainsi de le dissuader de s'engager dans une escalade de la violence. Dans ce cas, le MdCN peut participer à l'exercice d'une diplomatie coercitive¹³². Mais pour contraindre un adversaire, c'est-à-dire modifier son comportement voire faire plier sa volonté, encore faut-il être en mesure d'exercer un effet suffisant. Cet effet a été obtenu, par exemple, lors de l'opération *Odyssey Dawn* en Libye en 2011, où les forces navales américaines ont « ouvert le théâtre » en tirant dès les premières heures quelque 110 missiles de croisière de type BGM-109 *Tomahawk*, à partir de frégates et de sous-marins nucléaires d'attaque. À cet égard, il est permis de s'interroger sur la capacité de la Marine française à produire de tels effets, alors même que le niveau de ses stocks de munitions est bas et que ses capacités embarquées à les tirer sont limitées. Alors que les FREMM sont pourvues du système de lancement vertical Sylver A-70, pouvant emporter jusqu'à 16 MdCN, soit deux salves de huit missiles, il n'est pas inintéressant de les comparer aux 32 VLS du destroyer chinois Type-052D, d'un tonnage et d'une maturité technologique à peu près similaires¹³³.

Cette problématique de la « compétition de salve » est d'autant plus importante qu'un conflit de haute intensité, même réduit dans le temps, serait très consommateur en munitions. Outre le MdCN, la Marine nationale dispose de munitions très performantes comme les missiles surface-air Aster 15 et 30, les missiles Exocet mer-mer 40 block 3/3c, ou encore les torpilles Artémis. Mais l'effet de masse ne peut être atteint que par une quantité de munitions suffisante. Néanmoins, le seul nombre des unités et des munitions ne suffit pas à faire la force d'une marine de combat en haute intensité. D'autres facteurs entrent en jeu, pouvant donner des avantages comparatifs déterminants là où la quantité et la qualité feraient défaut. C'est dans l'art du combat naval qu'on les trouve. Il en va ainsi de la simulation et de la dissimulation, réinventées à l'heure du numérique.

132. C. Brustlein, « Le missile de croisière naval, un moyen pour quelle stratégie ? », *Centre d'Études Supérieures de la Marine*, juin 2011. « Intimidation stratégique », *Réflexion doctrinale interarmées (RDIA) n° 3.4.4, N° 026/DEF/CICDE/NP26*, janvier 2012.

133. M. Cabirol, « Le niveau des stocks de munitions de la Marine est "trop bas" (amiral Prazuck) », *La Tribune*, novembre 2019. Les SNA de la classe *Suffren* seront quant à eux équipés d'un système de lancement horizontal utilisant les quatre tubes lance-torpilles.

Simuler, dissimuler, surprendre : les défis de la guerre électronique, du cyber et de la guerre informationnelle

La guerre électronique offensive permet de brouiller le spectre électromagnétique ennemi rendant ainsi aveugles et sourds ses systèmes de détection (radars, sonars etc.), de renseignement d'origine électromagnétique (ROEM), et ses systèmes d'armes et de navigation. Si ce type de brouillage est un art connu depuis longtemps dans les armées, les moyens dont disposent certaines unités de la Marine dans le domaine du brouillage radar défensif pourraient être réversibles et utilisées en mode offensif¹³⁴.

Disposer de systèmes de guerre électronique embarqués, par exemple à bord de drones, pourrait par exemple permettre de simuler l'activité électromagnétique d'un bâtiment ou d'une force aéronavale. L'ennemi serait alors trompé sur le volume, le type de forces et les intentions qui lui sont opposées. Cette tactique permettrait de renverser par l'illusion la perception d'un rapport de forces favorable, et de dissuader l'adversaire d'attaquer une force en réalité plus faible. Outil par excellence de la déception et de l'intoxication modernes du champ de bataille, la guerre électronique associée au domaine cyber est un facteur indéniable de supériorité opérationnelle, en ce qu'elle ajoute la ruse à la force.

La réduction de la signature acoustique et électromagnétique d'une force navale pour en assurer la discrétion constitue l'un des modes d'action clés pour préserver l'effet de surprise, qui représente un avantage comparatif évident dans la dialectique tactique. Elle est aussi nécessaire pour se fondre dans son milieu d'évolution, et y mener à bien sa mission à l'insu de son adversaire – c'est-à-dire la dilution. Savoir-faire issu de la guerre sous-marine, les tactiques, techniques et procédures de la dilution ont été adaptées à la guerre navale en surface. L'art de se fondre dans son environnement, dans les rails de navigation commerciale par exemple, permet de réduire sa signature militaire dans le bruit ambiant. Lors d'un transit vers une zone d'opération en toute discrétion, réduire son empreinte électronique en déconnectant le système d'identification automatique pour éviter le *tracking* (repérage et pistage) tout en opérant sous régime de contrôle des émissions (EMCON) est un autre exemple.

Par ailleurs, les manœuvres de lutte informatique offensive sur les systèmes d'armes et de navigation visant à tromper l'adversaire sont désormais des capacités crédibles. Comme l'a montré l'opération israélienne *Orchard* en 2007, qui visait le système de défense

134 . O. Letertre, P. Justel, R. Lechâble, S. Dossé, « Regards croisés sur la guerre électronique », *Focus stratégique*, n° 90, Ifri, juillet 2019, p. 20.

aérienne syrien, l'utilisation du spectre électromagnétique pour injecter des cyberarmes dans un système d'armes adverse est aujourd'hui une possibilité¹³⁵, et l'adaptation de ce domaine de lutte au milieu aéronaval est une évolution en cours. Notons toutefois que ce type d'opération nécessite une préparation complexe et ne peut encore constituer un mode d'action généralisable. Il reste adapté à des opérations ciblées à forte plus-value, probablement pour un certain temps encore. Outre les systèmes d'armes en tant que tels, les systèmes d'information auxiliaires peuvent également constituer des cibles, moins durcies mais tout aussi payantes. Ainsi, la tactique navale joue en permanence avec les conditions climatiques, qu'elles soient favorables pour faciliter la navigation, ou défavorables pour masquer la manœuvre – comme l'a montré l'opération *Overlord* le 6 juin 1944¹³⁶. Aujourd'hui, attaquer un système d'information météorologique adverse afin d'en corrompre les données pour induire en erreur la décision ennemie pourrait aussi constituer des nouvelles techniques de déception, à l'heure de la guerre numérique.

Pour être efficace, cette guerre de l'information doit aussi prendre en compte la dimension sociocognitive qu'aurait aujourd'hui un affrontement de haute intensité. Il apparaît en effet qu'à l'heure des réseaux sociaux et des plateformes numériques d'échange d'informations, les opinions publiques jouent un rôle de plus en plus important dans la conduite de la guerre. Ignorer ou ne pas exploiter cette situation à son avantage reviendrait à prendre le risque de paralyser les moyens militaires, ou de voir leurs effets atténués. Ainsi, parmi les démultiplicateurs de force, pourrait-on suggérer de prendre en compte le levier informationnel, c'est-à-dire celui permettant entre autres de fédérer les opinions en sa faveur et en défaveur de son adversaire. Les populations civiles ne sont plus cyniquement les victimes collatérales, et encore moins les spectatrices de l'affrontement : elles sont devenues des enjeux du conflit, et parfois même des acteurs par procuration. Il serait alors compliqué pour une force navale de mener à bien sa mission opérationnelle si ses alliances étaient fragilisées par des attaques informationnelles, si ses équipages étaient démobilisés par la diffusion de fausses informations sur les réseaux sociaux affectant leurs familles, ou si ses chefs étaient attaqués en réputation sur ces mêmes plateformes, créant par là même le doute et la défiance de leurs équipages. À l'heure des foules numériques, il est assez facile de créer et de manipuler des groupes de pression, qui pourraient porter préjudice au soutien d'une force navale en bloquant par exemple l'activité de certains ports commerciaux stratégiques (ravitaillement en vivres, carburants,

135. J.-B. Florant, « Les cyberarmes : la lutte informatique offensive dans la manœuvre future », *Focus stratégique*, n° 100, Ifri, janvier 2021, p. 27.

136. Juin 1944 : le débarquement repoussé pour cause météo », *Météo France*, juin 2019.

pièces-détachées, etc.). S'il n'est pas question de masse matérielle opérationnelle au sens propre du terme, il est en revanche question de ce que l'on pourrait désigner comme de la masse opérationnelle immatérielle : celle qui donne l'avantage et sans laquelle une victoire paraît improbable.

Penser à de nouveaux points d'appui

Si l'Indopacifique devenait un théâtre majeur de déploiement naval pour la France, la Marine ne pourrait se contenter des seuls points d'appui que constituent les DROM-COM dans cette immense région de 240 millions de kilomètres carrés – soit près de la moitié de la superficie du globe terrestre. D'autant que les DROM-COM se situent essentiellement à la périphérie de cette zone, dont l'épicentre géostratégique se situe actuellement en mer de Chine. Par exemple, la distance entre Nouméa et Manille est de 6 400 km (soit près de dix jours de mer), et il faut plus de quinze jours pour relier Papeete à la capitale des Philippines.

Aussi de nouveaux points d'appui au plus près des espaces contestés et des enjeux de libre navigation sont-ils nécessaires pour permettre à la flotte française de se ravitailler et d'y réaliser des opérations de maintenance à quai. Assurément, tout nouveau point d'appui représenterait des coûts non négligeables¹³⁷. Une stratégie de *co-basing*, c'est-à-dire d'infrastructures et de services portuaires partagés entre plusieurs alliés au sein d'un même point d'appui, pourrait être une solution financièrement intéressante et un moyen de renforcer un partenariat stratégique européen en Indopacifique. À cet égard, Singapour, la Malaisie et le sultanat de Brunei sont des options intéressantes eu égard à leur position stratégique et, pour certains, aux partenariats déjà engagés avec la France¹³⁸.

Conclusion

Les heurts survenus entre les États-Unis et l'Iran dans le détroit d'Ormuz à l'été 2021 démontrent que le milieu maritime est à nouveau un espace de confrontation, dans lequel s'affrontent des États plus ou moins antagonistes. Alors que les marines régionales et mondiales se réarment – Chine, Russie et Turquie en tête – et qu'émergent des flottes de combat toujours plus puissantes et nombreuses, la Marine française doit donc se préparer à opérer dans des conflits en « zone grise », mais aussi dans le cadre

137. É. Tenenbaum, M. Paglia et N. Ruffié, « Confettis d'empire ou points d'appui ? L'avenir de la stratégie française de présence et de souveraineté », *Focus stratégique*, n° 94, Ifri, février 2020, p. 148.

138. *Ibid.*

d'affrontements navals de haute intensité. Pour ce faire, elle doit être capable d'apporter une réponse progressive et de concentrer rapidement ses efforts au point décisif. La numérisation de l'information et la robotisation des vecteurs et des systèmes d'armes constituent à cet égard de nouveaux facteurs de supériorité opérationnelle. Néanmoins, bien que les dimensions technologique et capacitaire soient indispensables à la maîtrise des mers, elles ne doivent pas faire oublier l'importance du facteur humain, qu'il s'agit également d'acculturer à ces nouvelles pratiques.

L'armée de Terre et la masse

Par le Colonel Michel Pesqueur

« La force d'une armée, comme la quantité en mécanique, s'évalue par la masse multipliée par la vitesse. »
Napoléon I^{er}

Le conflit au Haut-Karabakh à l'automne 2020 a été l'un des exemples les plus frappants du retour de la masse en tant que facteur de supériorité opérationnelle. Avec une force déployée très largement supérieure à celle que l'Arménie pouvait mobiliser, la victoire de l'armée azerbaïdjanaise montre qu'à la guerre, la quantité peut être une qualité en soi¹³⁹. Si la masse a longtemps été envisagée comme l'un des principes régissant les rapports de forces entre puissances – et donc la stratégie¹⁴⁰ – elle a été supplantée depuis la fin de la Seconde, du moins en Occident, par la technologie comme facteur de rééquilibrage du rapport de forces¹⁴¹. Les avatars de cette tendance ont été nombreux, depuis le *New Look* imaginé en 1952 par l'administration d'Eisenhower, qui visait à compenser l'infériorité numérique des armées de l'OTAN face aux forces soviétiques par des milliers d'armes nucléaires tactiques, ou de la « révolution dans les affaires militaires » qui, au sortir de la Guerre froide, a permis de justifier la réduction des formats par le développement de systèmes d'armes de précision.

L'avènement d'une nouvelle compétition stratégique, caractérisée par le retour du spectre d'un conflit de haute intensité alors que l'avantage technologique occidental ne cesse de s'éroder, incite aujourd'hui les états-majors à réintroduire la notion de masse dans leurs plans. C'est le cas aux États-Unis, où le Département de la Défense (DoD) prend à nouveau en compte le volume des forces comme facteur de dissuasion et de supériorité, en affirmant que : « *The surest way to prevent war is to be prepared to win one. The*

139. J.-D. Merchet, « Haut-Karabakh : après la défaite de l'Arménie, le bilan diplomatique et militaire », *l'Opinion*, novembre 2020.

140. Voir à ce sujet, H. Coutau-Bégarie, *Traité de stratégie* (2^e édition), Paris, Economica, 1999, p. 295-298.

141. A. L. Friedberg, « Why didn't the United States Become a Garrison State? », *International Security*, vol. 16, n° 4, 1992, p. 109-142.

*size of our force matters*¹⁴² ». Cette tendance affecte directement l'armée de Terre, dont la définition de la masse reflète les spécificités. Dans cette perspective, il est possible d'identifier plusieurs pistes permettant de « massifier » les forces terrestres, tout en s'interrogeant sur les limites de cet effort dans le cadre du débat entre technologie et masse.

La masse pour l'armée de Terre : une réponse à la haute intensité ?

Le triptyque volume-masse-épaisseur

« Faut-il plus de masse ? Oui il en faut, car dans un conflit de haute intensité, nous avons besoin d'une masse plus importante¹⁴³ ». Comme le souligne le chef d'état-major de l'armée de Terre (CEMAT), la masse importe pour l'armée de Terre, qui en a formulé sa propre définition liée à ses spécificités. Pour les forces terrestres, la problématique de la masse s'insère dans un triptyque liant les notions de volume, de masse et d'épaisseur¹⁴⁴. Le volume est quantifiable, puisqu'il renvoie au nombre des effectifs et des plateformes. Le contrat opérationnel prévoit de déployer « capacité de commandement terrestre de niveau corps d'armée, et les moyens organiques de nature à permettre d'assumer les responsabilités de nation-cadre correspondant au niveau divisionnaire (systèmes de commandement, renseignement, logistique...) » incluant « jusqu'à deux brigades interarmes représentant environ 15 000 hommes des forces terrestres, mettant en œuvre près d'un millier de véhicules de combat¹⁴⁵ ». Le volume correspond au nombre de forces immédiatement disponibles et dépend pour commencer du format de l'armée de Terre, sachant que les 97 552 militaires du domaine fonctionnel terre ne sont pas immédiatement employables pour les opérations¹⁴⁶.

142. Cité dans K. Joshua et G. Gentile, « Planning an Army for the 21st Century », *Perspective*, Rand, novembre 2018, p. 8.

143. « Audition, à huis clos, du général Thierry Burkhard, chef d'état-major de l'armée de Terre, relative à la nouvelle vision stratégique de l'armée de Terre », Commission de la défense nationale et des forces armées, Assemblée nationale, juin 2020.

144. Entretien avec le colonel chef du bureau études synthèse (BES) de l'état-major de l'armée de Terre (EMAT), 22 octobre 2020.

145. Projet de loi relatif à la programmation militaire pour les années 2019 à 2025 et portant diverses dispositions intéressant la défense.

146. Nombre de postes décrits au référentiel des effectifs en organisation (REO) en 2020. Le domaine fonctionnel terre regroupe l'ensemble du personnel servant dans l'armée de Terre.

Cette notion de volume, purement quantitative, doit être complétée par le concept de masse, qui inclut des dimensions qualitatives et spatio-temporelles¹⁴⁷. Considérée au niveau interarmées comme un facteur de supériorité opérationnelle, la masse s'entend comme la combinaison du nombre de systèmes et de leurs performances permettant l'établissement d'un rapport de forces tactiques favorable. L'armée de Terre, qui l'avait identifiée comme un FSO dès 2016, la définissait comme « la capacité à générer et entretenir les volumes de forces suffisants pour produire des effets de décision stratégiques dans la durée prenant en compte les impératifs dictés par le cadre espace/temps spécifique à chaque opération¹⁴⁸ ».

Les exigences des engagements de haut du spectre (durée, attrition, volume, etc.) conduisent à lier la masse aux notions de rapport de forces et de résilience des armées¹⁴⁹. Le besoin de masse se fait particulièrement sentir du fait de l'extension de la conflictualité, de la simultanéité voire de l'intensification des crises, et de leur dispersion géographique et dans les différents milieux, qui exigent de conduire des engagements multiples, simultanément ou successivement¹⁵⁰. L'aptitude à durer, y compris dans la conduite d'engagements de haute intensité, et à faire preuve de résilience sur le temps long, a complété le couple volume/masse d'un troisième élément : l'épaisseur¹⁵¹.

Produit de la masse et de la résilience du soutien, l'épaisseur implique de disposer d'une réserve stratégique en hommes, en équipements et en munitions. Elle constitue la capacité à faire face à une surprise stratégique en même temps qu'elle donne une capacité de régénération initiale à un engagement durable - dont l'importance a d'ailleurs été mise en exergue par la pandémie de Covid-19¹⁵². De fait, le besoin d'épaisseur des armées implique d'infléchir la tendance ayant conduit à privilégier une logique de flux – corolaire d'une recherche d'efficacité toujours plus poussée – pour réintroduire une logique de stocks¹⁵³.

147. Séminaire d'étude et de clôture du premier cycle triennal de l'observatoire des conflits futurs, organisé par l'Ifri et la Fondation pour la recherche stratégique, janvier 2021.

148. *Action Terrestre Future*, Ministère des Armées, 2016, p. 37.

149. « Cadrage stratégique 2020 », Ministère des Armées, état-major des armées (EMA), p. 19.

150. « Concept d'emploi des forces », *op. cit.*, p 37.

151. Entretien avec le colonel chef du BES, *op. cit.*

152. *Revue stratégique de défense et de sécurité nationale*, 2017, p. 85 ; « Audition du chef d'état-major de l'armée de Terre », Commission de la défense nationale et des forces armées, Assemblée nationale, mai 2020.

153. « Audition, à huis clos, du général François Lecointre, chef d'état-major des armées », Commission de la défense nationale et des forces armées, Assemblée nationale, avril 2020.

L'armée de terre en haute intensité

Le besoin de masse identifié par l'armée de Terre s'explique en partie par les spécificités du milieu terrestre, caractérisé par sa dureté et sa propension à provoquer de la friction aux plans physique, moral et psychologique¹⁵⁴. La perspective d'un conflit de haute intensité, et donc la confrontation face à un adversaire symétrique, capable de mobiliser des moyens à létalité équivalente, voire supérieure, imposant une attrition sans commune mesure avec celle rencontrée dans les conflits passés, exacerbe davantage le besoin de masse. Les interactions physiques avec l'ennemi et l'environnement humain concernent plus directement les forces terrestres que les autres armées, du fait d'une plus grande immersion dans le champ de bataille, qui les expose davantage : la « frappe à distance de sécurité » n'a que peu de sens pour des forces terrestres dont la mission principale est le contrôle du milieu¹⁵⁵. Pour tenir dans la durée, l'armée de Terre devra être sophistiquée et résiliente, capable de régénérer à la fois ses effectifs, ses matériels et ses stocks. Des réservistes entraînés en nombre suffisant seront également nécessaires pour faire face à une surprise stratégique ou au déclenchement d'autres opérations.

Sur le plan stratégique, disposer d'une masse terrestre suffisante augmente la capacité générale à dissuader l'agression. De toute évidence, un adversaire s'abstient de lancer une offensive s'il sait qu'il a face à lui des forces susceptibles de lui infliger des pertes supérieures aux gains que lui procurerait une agression. Dans cette perspective, il faut non seulement disposer d'un volume de forces suffisant, mais aussi garantir leur capacité opérationnelle, grâce à une préparation robuste et des exercices avec un grand nombre d'unités¹⁵⁶. La masse terrestre s'inscrit également dans une logique d'articulation avec la dissuasion nucléaire telle qu'évoquée par le président de la République dans son discours du 7 février 2020¹⁵⁷.

D'un point de vue tactique, indépendamment de leur degré d'intensité, il est fort probable que les engagements futurs se déroulent en milieu urbain – sachant que la planète comptera 37 mégapoles de plus de 10 millions d'habitants à l'horizon 2030, et que la moitié de la

154. « De la dureté : entretien avec le chef d'état-major de l'armée de Terre, le général Burkhard », *Le Collimateur* (podcast), Institut de recherche stratégique de l'École militaire, décembre 2020.

155. *Action Terrestre Future*, op. cit., p. 16.

156. Le plan stratégique du CEMAT prévoit un exercice grandeur réelle de niveau divisionnaire en 2024.

157. Discours du président Emmanuel Macron sur la stratégie de défense et de dissuasion devant les stagiaires de la 27^e promotion de l'école de guerre, 7 février 2020.

population mondiale sera urbaine. Or, le combat en localité est terriblement consommateur en effectifs et en matériels. Il ne s'agit pas uniquement de conquérir mais aussi de contrôler, ce qui demande des effectifs nombreux d'où l'importance de disposer d'une masse critique pour mener à bien de telles opérations.

Par ailleurs, l'armée de Terre évolue au sein et au contact de la population, qui demeure l'un des enjeux des conflits. En effet, les civils sont au centre du duel des volontés, qui se déroule sur de grands espaces où la présence des troupes sur le terrain est un acte de puissance significatif. Or, pour assurer les contacts avec la population, porter assistance, sécuriser, obtenir du renseignement, et réduire la liberté d'action et l'influence de l'ennemi sur le terrain, des effectifs nombreux sont indispensables.

Enfin, le contrôle du milieu dans la durée nécessite également des effectifs et des moyens, tant il est rare qu'un conflit ou qu'une opération soient brefs. Pour toutes les armées, il faut prévoir des relèves des unités et des matériels, auxquelles s'ajoute la nécessité d'un maintien en condition opérationnelle (MCO) robuste et efficace.

En dépit de la solidité de son format actuelle, l'armée de Terre doit changer d'échelle pour intégrer la problématique de la masse dans les défis futurs et notamment celui des conflits de haute intensité, comme l'a déclaré le CEMAT :

« Une armée de Terre dissuasive, c'est une armée qui doit changer d'échelle. Changement d'échelle dans le volume des forces que nous devons être capables de déployer lors de nos entraînements, nos exercices et nos opérations ; changement d'échelle dans le niveau des unités qui sont engagées ; changement d'échelle dans les menaces à prendre en compte ; et donc, changement d'échelle dans nos entraînements¹⁵⁸ ».

La question est donc de savoir comment parvenir à cette masse critique.

158. « Audition, à huis clos, du général Thierry Burkhard, chef d'état-major de l'armée de Terre, sur le projet de loi de finances pour 2021 », Commission de la défense nationale et des forces armées, Assemblée nationale, octobre 2020.

Comment atteindre la masse ?

Pour regagner sa supériorité face à un ennemi potentiel de plus en plus puissant, l'armée de Terre doit préserver sa souveraineté technologique, mais aussi renforcer sa masse brute et opérationnelle¹⁵⁹.

Retrouver la masse brute : des voies organiques et organisationnelles

Effectifs

L'armée de Terre dispose aujourd'hui de près de 115 000 militaires, dont 77 000 au titre de la Force Opérationnelle Terrestre (FOT). Pour gagner en masse brute, et donc en volume, l'option la plus évidente serait l'augmentation des effectifs d'active. Entre 2015 et 2018 l'armée de Terre a déjà connu une telle croissance, avec le recrutement de 11 000 soldats pour faire face à la simultanéité des engagements à l'étranger et sur le territoire national – la FOT était alors passée de 66 000 à 77 000 hommes¹⁶⁰. La LPM 2019-2025 prévoit une nouvelle hausse, plus modeste, avec la création de 6 000 postes pour les armées – dont un nombre non identifié pour les forces terrestres¹⁶¹. L'armée de Terre a montré, après l'actualisation de 2015, qu'elle était capable d'absorber un sur-recrutement : elle était alors passée de 12 000 recrutements annuels à 17 000 en 2018. Ce besoin est retombé à 16 000 en 2019¹⁶². Mais le recrutement du personnel d'active est onéreux, et d'autres voies plus économiques sont possibles.

En premier lieu, l'emploi de réservistes permet de disposer temporairement d'effectifs supplémentaires. L'armée de Terre souhaite disposer « d'une masse de réserve apte à couvrir, si besoin est, le "contrat territoire national" et permettant ultérieurement de s'engager au-delà de la fonction protection¹⁶³ ». À ce titre, la réserve est essentielle au bon fonctionnement de l'armée de Terre. Qu'il s'agisse des compléments individuels dans les centres de commandement et les états-majors, ou des unités de réserve participant à des missions de surveillance (Sentinelle) ou de protection des installations, la réserve permet d'augmenter la masse et l'épaisseur, laissant les unités d'active se focaliser sur les opérations

159. Voir définition *supra*.

160. Pour les aspects ressources humaines, voir M. Pesqueur, « Les ressources humaines, un enjeu stratégique pour les armées », *Focus stratégique*, n° 98, Ifri, juin 2020.

161. « Cadrage stratégique 2020 », *op. cit.*, p. 10.

162. Entretien avec le général sous-directeur recrutement de la direction des ressources humaines de l'armée de Terre (DRH AT), décembre 2020.

163. « Vision stratégique du chef d'état-major de l'armée de Terre », État-major de l'armée de Terre, Ministère des Armées, avril 2020, p. 10.

de haute intensité¹⁶⁴. La gestion des réservistes doit également s'appuyer sur les nouvelles technologies de l'information et de la communication (NTIC) pour être plus fluide et rapide, tant en matière de recrutement que de formation et de gestion nominative.

Pour amplifier ce mouvement, la réserve pourrait être davantage impliquée. Un retour à la défense opérationnelle du territoire (DOT) avec des régiments entraînés et équipés pourrait soulager la charge des unités d'active, qui seraient alors à même de se consacrer entièrement aux opérations de haute intensité – auxquelles des unités de réserve pourraient même participer, augmentant ainsi la masse disponible¹⁶⁵.

Si l'appel à la réserve est le moyen le plus évident pour étoffer la masse, d'autres options existent, bien qu'elles soient plus difficiles à mettre en œuvre. Le recours à des opérateurs privés pour des tâches organiques, de logistique ou de protection en est une ¹⁶⁶. En Afghanistan, les forces terrestres se sont par exemple appuyées sur l'économat des armées (EDA) et des contracteurs privés locaux¹⁶⁷. Cependant, si d'autres puissances ont un recours extensif à des entreprises de services de sécurité et de défense (ESSD)¹⁶⁸, la France est relativement frileuse en la matière. La législation actuelle interdit notamment l'emploi des ESSD dans des missions de coercition et d'emploi de la force.

Parallèlement aux coupes budgétaires subies par les armées au début des années 2000, le Ministère des Armées a « civilianisé » des postes pour replacer les militaires dans leur cœur de métier. La « remilitarisation » de certains postes permettrait donc de gagner de la masse en augmentant le volume de forces disponible, à effectif global constant. En temps normal, ces militaires formés et régulièrement entraînés effectueraient leurs tâches habituelles (essentiellement dans l'administration et le soutien), mais ils seraient presque immédiatement employables en cas de montée en puissance. Durant leur projection, leurs postes pourraient être occupés par des civils intérimaires. Ainsi on augmenterait le volume de soldats aptes aux opérations, sans toucher quantitativement au plafond ministériel des emplois autorisés (PMEA).

Sans modifier leur nombre, il est possible d'accroître la masse des soldats en augmentant leur performance. La pharmacopée a fait

164. « Audition, à huis clos, du général Thierry Burkhard, chef d'état-major de l'armée de Terre, relative à la nouvelle vision stratégique de l'armée de Terre », *op. cit.*

165. *Ibid.*

166. *Action Terrestre Future, op. cit.*, p. 39.

167. H. Strachan, « Les armées européennes ne peuvent-elles mener que des guerres limitées ? », *Politique étrangère*, n° 2, 2011, p. 305-317.

168. Voir à ce sujet : A. Thomas, V. Tourret et P. Gros, « Les entreprises de services de sécurité et de défense : nouvelles dynamiques et implications pour nos armées », *Note*, n° 224, *Consortium Conflits-2035*, juin 2020.

des progrès depuis le Maxiton, et il existe des médicaments maintenant les gens éveillés très longtemps ou augmentant leurs performances physiques. Dans la même veine, l'emploi d'exosquelettes multiplie les capacités de port et de progression¹⁶⁹. Le soldat connecté maximalise également ses performances et permet un effet de masse. Cette connectivité pourrait dans le futur être améliorée par l'introduction de techniques nouvelles d'augmentation dans le corps du soldat¹⁷⁰.

Matériels

L'augmentation des effectifs a pour corolaire l'augmentation des matériels. Dans ce domaine, il faut donc envisager une augmentation du budget, à moins de diminuer les coûts d'acquisition et de possession. Les industriels s'y emploient, en changeant leurs méthodes de suivi de projet, en affinant les demandes des clients, en adoptant les techniques du *low cost*, et en intégrant des composants civils dans leurs produits¹⁷¹. La location de matériel (essentiellement dual) est une autre piste, non pas pour combler des vides capacitaires comme en matière de transport stratégique (location d'avions gros porteurs par exemple), mais pour augmenter le volume de matériels disponibles. Ainsi, des camions ou des appareils d'optroniques pourraient être loués le temps d'une intervention, réduisant de fait les coûts de possession.

Épaisseur

Si le gain en volume est difficile et coûteux, une autre manière de renforcer la masse est de jouer sur l'épaisseur, c'est-à-dire d'agir sur le soutien des forces pour accroître leur résilience et leur faculté de régénération. En effet, un travail sur l'épaisseur est indispensable pour faire face à un conflit majeur, doublé d'une crise intérieure occasionnant des ruptures d'approvisionnement d'alimentation ou un arrêt des transports par exemple¹⁷². L'épaisseur passe alors par la reconstitution de stocks (munitions, pièces de rechange...). L'approvisionnement des unités ne peut plus relever uniquement d'une logique d'efficacité, inspirée d'un modèle d'entreprises privées – qui pourrait être fragilisé par une rupture des flux. Il est indispensable de disposer de stocks stratégiques, dont il faut accepter le coût de possession¹⁷³. C'est pour cela que le CEMAT souhaite

169 . M. E. O'Hanlon, « Forecasting change in military technology, 2020-2040 », *Brookings*, septembre 2018, p. 26.

170. J.-C. Noël, « À la recherche du soldat augmenté : espoirs et illusions d'un concept prometteur », *Focus stratégique*, n° 99, Ifri, septembre 2020.

171. Entretien avec Denis Gardin, directeur Innovation et Futures technologies à MBDA, décembre 2020.

172. « Cadrage stratégique 2020 », *op. cit.*, p. 18.

173. *Ibid.*

« revoir la politique des stocks carburants, vivres, pièces de rechange, lots d'outillage pour gagner des marges de manœuvre ¹⁷⁴ ». En parallèle d'une reconstitution des stocks, c'est aussi une plus grande polyvalence des militaires de l'armée de Terre qui permet de gagner en épaisseur. Face la multitude de tâches à accomplir, éviter une trop grande spécialisation aide à garder une masse d'effectifs constante, chaque soldat pouvant avoir plusieurs fonctions. C'est déjà le cas dans les équipages blindés, où chaque membre peut être à la fois pilote, tireur ou chargeur.

Réformes organisationnelles

Les gains en volume et en épaisseur impliquent enfin une révision des méthodes, de l'organisation et du fonctionnement. Il importe, en premier lieu, d'anticiper la façon de monter en puissance pour répondre aux besoins de mobilisation et de réactivité.

À cet égard, une refonte de l'organisation est nécessaire, pour permettre l'engagement rapide des forces, la mise à disposition des soutiens et stocks afférents ¹⁷⁵, et le développement de nouveaux mécanismes de montée en puissance (rappel d'anciens militaires d'active ou de réservistes, et flexibilité des ressources humaines avec un taux d'encadrement organique plus élevé que le strict besoin opérationnel¹⁷⁶).

Pour rendre plus efficace la montée en puissance et la conduite du soutien, et ainsi gagner en masse grâce à une meilleure utilisation des ressources, le retour du soutien dans le giron des armées est souhaitable. Une telle réforme permettrait à l'état-major de l'armée de Terre d'améliorer le déclenchement et la conduite des opérations et d'obtenir plus aisément l'effet de masse recherché.

Dans le domaine des équipements, il faut prendre en compte la question de l'évolutivité dès leur conception, pour qu'ils puissent être reconstruits et améliorés au fil des opérations (*masse by design*).

Enfin, les avancées technologiques sont susceptibles d'améliorer l'organisation de la logistique. L'emploi de camions autonomes constituerait par exemple une opportunité de gain d'effectifs, qui pourraient être affectés dans des unités de premier échelon. La maintenance prédictive réduit aussi les coûts de MCO et les temps d'indisponibilité des matériels – augmentant ainsi la masse de manœuvre.

174. « Plan stratégique du chef d'état-major de l'armée de Terre », état-major de l'armée de Terre, Ministère des Armées, 2020, p. 26.

175. « Concept d'emploi des forces », *op. cit.*, p. 7-9.

176. *Action Terrestre Future*, *op. cit.*, p. 39.

Retrouver la masse opérationnelle par des concepts d'emploi innovants

Il est indispensable de renforcer la préparation opérationnelle des unités pour accroître l'effet de masse sur le champ de bataille et amplifier la coopération interarmées et interalliés.

En matière de préparation opérationnelle, il s'agit d'abord de remplir les objectifs d'activité annuelle fixés par la LPM¹⁷⁷. Or, l'armée de Terre en est loin : en 2020, elle n'a atteint que 56 % de son objectif en termes d'entraînement sur matériels terrestres, et la prévision pour 2021 n'est guère meilleure, de seulement 57 %. Le nombre d'heures de vol des pilotes de l'aviation légère de l'armée de Terre (ALAT) – 142 heures pour les forces conventionnelles – ne correspond pas aux 200 heures fixées¹⁷⁸. La mission de simplification, lancée par le CEMAT dans le cadre de son plan stratégique, devrait permettre des gains de temps propices à l'entraînement.

Il est également nécessaire d'agir sur le plan qualitatif, en adaptant les conditions de préparation opérationnelle aux futurs engagements¹⁷⁹. Comme le dit un vieil adage : « entraînement dur, guerre facile », le durcissement de l'entraînement améliorant la résilience des combattants et réduisant les pertes. Il faut également changer d'échelle dans les entraînements, d'où la volonté du CEMAT d'organiser un exercice divisionnaire en grandeur réelle en 2024¹⁸⁰. Une bonne préparation opérationnelle permet de limiter les risques d'attrition et de maintenir la masse initiale à un bon niveau.

Il est aussi possible d'atténuer l'attrition grâce à une meilleure protection des combattants (amélioration des blindages et augmentation de la vitesse des engins), sur un champ de bataille saturé. L'effet de masse peut s'obtenir par la saturation d'un espace à un moment donné, par des feux massifs dans la profondeur – frapper vite et fort au moyen d'effecteurs frappant vite et loin¹⁸¹, et utilisant des nano-explosifs. Dans cette perspective, l'armée de Terre doit revoir son plan d'équipement en artillerie et se doter de moyens complémentaires aux Caesar et lance-roquettes unitaire (LRU), à l'image du *common indirect fire system*.

Par ailleurs, l'emploi d'essaims de petits robots munis de capacités létales est une piste intéressante pour saturer les défenses

177. Rapport annexé au projet de Loi de programmation militaire 2019-2025, p. 24.

178. S. Mauborgne, *Préparation et emploi des forces : forces terrestres*, Avis budgétaire sur le projet de loi de finances pour 2021 n° 3360, Commission de la défense nationale et des forces armées, 21 octobre 2020.

179. « Audition, à huis clos, du général Thierry Burkhard, chef d'état-major de l'armée de Terre, sur le projet de loi de finances pour 2021 », *op. cit.*

180. « Plan stratégique du chef d'état-major de l'armée de Terre », *op. cit.*, p. 22.

181. *Action Terrestre Future*, *op. cit.*

adverses. Ces systèmes communiquent en effet pour concentrer leurs attaques là où les défenses adverses sont les plus faibles, dans une forme de combat que John Allen et Amir Husain appellent « hyper-guerre » en raison de sa vitesse et de son intensité¹⁸². La production de machines à bas coûts, aisément déployées et remplaçables, pourrait ainsi permettre une massification des vecteurs tactiques, et donc une saturation de l'espace¹⁸³. Toujours en matière de robotique, des essaims de mini drones équipés de brouilleurs pourraient être employés pour perturber, voire neutraliser le C2 ennemi. Sans commandement efficace, les troupes ennemies perdraient en cohérence et en efficacité.

L'effet de masse s'obtient aussi par la combinaison des FSO, tels que l'agilité (mobilité, bascule d'efforts, fulgurance) pour disposer à la fois des moyens de coercition et de stabilisation, d'effectifs suffisants et de technologies avancées¹⁸⁴. Au couple masse/agilité s'ajoute le binôme dispersion/concentration. La dispersion est le meilleur moyen de contrer la menace des feux adverses, alors que la concentration est la condition indispensable au succès de toute action offensive. Ces deux notions sont aussi antinomiques que complémentaires. Sun Tzu énonçait déjà que la capacité à passer rapidement de la dispersion à la concentration était un moyen de mystifier l'adversaire et de le désorienter¹⁸⁵. À cet égard, l'agilité et la rapidité sont fondamentales, au même titre que la coordination des moyens en fonction de la manœuvre ennemie anticipée. Il s'agit d'obtenir une manœuvre combinant dispersion, infiltration et concentration rapide sur les points décisifs (manœuvre SCORPION), ce que les systèmes d'information et de communication nouvelle génération (SIC NG) devraient permettre. Enfin l'effet de masse peut être obtenu par une meilleure combinaison des effets physiques (les actions de combats) et des effets immatériels – comme le brouillage, la déception ou la guerre informationnelle¹⁸⁶.

En dehors du champ de bataille, la masse opérationnelle peut également s'acquérir en développant l'intégration interarmées et interalliés. L'intégration est en effet un démultiplicateur des effets opérationnels en ce qu'elle instaure un cadre commun à tous les acteurs. Elle consiste, à partir d'une compréhension la plus large possible des situations et de l'association active de tous les acteurs,

182. M. E. O'Hanlon, « Forecasting Change in Military Technology, 2020-2040 », *op. cit.*, p. 26.

183. Voir T. Fouillet et B. Lassalle, « Le concept russe de "guerre nouvelle génération" du Général Gerasimov : quelle exploitation pour l'armée de Terre ? », *Note*, n° 1, *Observatoire de l'Armée de Terre 2035*, Fondation pour la recherche stratégique.

184. *Action Terrestre Future*, *op. cit.*, p. 7.

185. Sun Tzu, *L'art de la guerre*, Paris, Champs-Flammarion, 1972, p. 143.

186. « Audition, à huis clos, du général Thierry Burkhard, chef d'état-major de l'armée de Terre, relative à la nouvelle vision stratégique de l'armée de Terre », *op. cit.*

à coordonner toute la gamme des effets de manière concentrée ou distribuée dans l'espace et dans le temps, sur l'ensemble du spectre matériel et immatériel¹⁸⁷.

L'intégration ne peut résulter que des efforts d'interopérabilité entre grands alliés, qu'il s'agit de développer avec les partenaires ne partageant pas les mêmes standards. En Afrique, le Partenariat militaire opérationnel (PMO) a un effet multiplicateur de forces puisqu'il améliore la formation et rend les armées plus opérationnelles¹⁸⁸. En parallèle, il serait également possible de créer pour certaines opérations des structures de forces *ad hoc*, avec des troupes locales entraînées par des cadres français.

L'apport technologique : automatisation, miniaturisation et dualité comme facteurs de masse

Ce que Klaus Schwab envisage comme une « 4^e révolution industrielle » permet des progrès importants en matière de bioscience, de nanotechnologie, de robotique, d'IA, d'impression 3D, d'énergie propre et de science des matériaux¹⁸⁹. Ces avancées ne sont pas sans conséquences dans le domaine militaire, notamment en matière d'acquisition de la masse.

Dès 2016, le document *Action Terrestre Future* soulignait ainsi que la technologie contribue à renforcer l'effet du nombre :

« Dans le cadre du programme SCORPION, l'info-valorisation du combat (notamment la dissociation entre le capteur et l'effecteur par le biais du tir au-delà de la vue directe) accroît l'agilité tactique et ainsi la capacité de la force terrestre à couvrir et à contrôler son milieu ; [...] la robotisation et l'automatisation de certaines tâches (systèmes de surveillance, de protection de la force et de détection des menaces, flux logistiques) visent à accélérer le rythme opérationnel et le rendement de la force¹⁹⁰. »

Parmi les grandes transformations technologiques à venir, l'IA modifiera considérablement les modes d'action, tant opératifs que tactiques¹⁹¹, et devrait être l'un des facteurs permettant d'acquérir la masse critique nécessaire à une opération. En effet, une gestion des ressources par l'IA permet d'optimiser la concentration des efforts. En

187. « Concept d'emploi des forces », *op. cit.*, p. 2 et 14.

188. « Plan stratégique du chef d'état-major de l'armée de Terre », *op. cit.*, p. 25.

189. T. X. Hammes, *Deglobalization and International Security*, New-York, Cambria Press, 2019, p. 292.

190. *Action Terrestre Future*, *op. cit.*, p. 40.

191. J.-C. Noël, « Comment l'intelligence artificielle va transformer la guerre », *Éditoriaux de l'Ifri*, Ifri, novembre 2018.

permettant au chef militaire d'analyser la situation et de décider plus rapidement, ce type de technologie devrait compenser une éventuelle infériorité numérique en termes de « masse brute » en concentrant les forces opérationnelles à un instant et un endroit donnés, où elles pourront rétablir un rapport de forces favorable.

Dans le domaine du C2, l'IA facilitera l'analyse des données, dont le volume exponentiel sature les facultés d'analyse humaine. Elle aidera à identifier rapidement les tactiques ennemies, les cibles à haute valeur ajoutée, proposant des solutions tactiques à des niveaux de vitesse et de fiabilité qu'un état-major humain ne peut pas offrir. Elle allégera ainsi la charge du commandement, qui se concentrera sur la prise de décision plus sûre et plus rapide. L'IA favorisera également l'essaimage. Or, un grand nombre de véhicules ou d'armes autonomes est beaucoup plus efficace au combat qu'un même nombre d'appareils sous contrôle humain¹⁹².

Enfin, l'IA permettra de maintenir le volume des forces à son meilleur niveau, grâce à la maintenance prédictive et l'anticipation des stocks qui aideront à conserver le niveau de forces opérationnelles.

Les systèmes automatisés tactiques, qui regroupent sur une ou plusieurs plateformes des fonctions de mobilité, d'observation et de production d'effets ou de services, contribuent à générer des effets de masse. Ils permettent de concentrer les efforts sans intervention, coûteuse en ressources humaines. En effet, les robots pourraient se substituer aux militaires et, partant, diminuer les risques de pertes humaines. Même si les décideurs politiques et militaires n'y sont pas favorables, les avancées technologiques permettront, à terme, de concevoir des robots armés autonomes. Moins problématiques sur le plan éthique, d'autres robots pourront accomplir des tâches dangereuses (reconnaissance, évolution en milieu contaminé...), répétitives, ou coûteuses.

D'autres apports technologiques permettent la massification, en réduisant les coûts ou en miniaturisant les effecteurs. Ainsi en est-il des nanotechnologies appliquées aux explosifs. Des expériences ont montré que les nano-explosifs avaient une puissance explosive deux fois supérieure à celle des explosifs conventionnels. Pour un résultat identique, la masse de la charge utile est considérablement diminuée et permet de produire à moindre coût, et réduit la charge de transport pour une dépense identique¹⁹³.

Enfin, l'impression 3D est la dernière technologie susceptible d'apporter plus de souplesse et de renforcer la résilience quantitative¹⁹⁴. Les imprimantes 3D sont faciles à déplacer et à installer. Elles peuvent

192. T. X. Hammes, *Deglobalization and International Security*, op. cit., p. 75.

193. *Ibid.*, p. 135.

194. *Ibid.*, p. 217.

donc être déployées sur les théâtres, réduisant ainsi les contraintes logistiques du maintien en condition opérationnelle (MCO) et autorisant une meilleure résilience des matériels.

Néanmoins, ces technologies sont dans leur grande majorité duales, et développées par l'industrie civile. Leurs coûts d'acquisition sont moindres (puisqu'ils nécessitent moins de dépenses en R&D), ce qui permet d'en acquérir davantage à dépenses identiques.

L'arbitrage quantité/qualité et les limites de la massification

Arbitrage quantité/qualité

Le retour de la masse a ranimé le débat qualité/quantité, qui doivent toutefois être complémentaires ainsi que le réaffirmait le général Lecointre, chef d'état-major des armées, lors d'une de ses auditions : « Je n'oppose donc pas la haute technicité à la masse, ni la technicité d'une armée à la rusticité d'une autre ; il faut les deux¹⁹⁵ ».

L'armée de Terre doit éviter le décrochage technologique pour conserver sa supériorité opérationnelle, d'autant que le programme Scorpion en fait l'une des forces terrestres les plus info-valorisées au monde. Si la modernisation est un enjeu essentiel, elle ne doit toutefois pas représenter une charge trop lourde. Il faut disposer de masse, et veiller à ce que les coûts de possession des matériels n'explorent pas, réduisant mécaniquement le nombre d'engins disponibles¹⁹⁶. En fait, la question ne se posera que lorsque la LPM en cours, et la suivante, auront permis d'atteindre l'ambition opérationnelle 2030. Il faudra alors être capable de réaliser une montée en gamme et en masse¹⁹⁷, car pour l'instant les forces terrestres continuent globalement à perdre en volume (sans doute en masse) à capacité équivalente (par exemple, l'on passe de 220 Leclerc en 2021 à 200 Leclerc en 2033, de 2 650 VAB en 2021 à 1 870 Griffon en 2030, et de 1 400 VBL en 2021 à 800 en 2030). En attendant, il faut faire des choix pour concilier masse et technologie. Il faut donc chercher à disposer des deux de façon équilibrée, en limitant les coûts

195. « Audition, à huis clos, du général François Lecointre, chef d'état-major des armées sur "l'analyse des conséquences stratégiques et militaires de la crise Covid, vision des perspectives qu'elle dessine" », Commission de la défense nationale et des forces armées, Assemblée nationale, juillet 2020.

196. « Audition, à huis clos, du général Thierry Burkhard, chef d'état-major de l'armée de Terre, relative à la nouvelle vision stratégique de l'armée de Terre », *op. cit.*

197. « Audition du Général François Lecointre, chef d'état-major des armées, sur le projet de loi de finances pour 2021 », *op. cit.*

de possession et en s'appuyant sur les avancées technologiques. Le programme SCORPION est à cet égard un bon exemple¹⁹⁸.

Pour éviter que la prédiction de Norman Augustine ne se réalise, l'armée de Terre doit distinguer les équipements dont la sophistication justifie la rareté, et ceux dont le besoin en masse explique des spécifications moins ambitieuses. En matière d'artillerie, un panachage d'obus classiques destinés à la saturation, et d'obus de précision (guidage terminal GPS ou autre) pour neutraliser des cibles prioritaires enclavées, est une piste prometteuse. Inversement, il faut assumer le choix de la rusticité dans certains segments, au profit de la masse. Les forces armées russes ont ainsi fait le choix de développer des drones peu sophistiqués, mais en nombre¹⁹⁹. Ensuite, il serait bon de développer les rétrofits (rénovation d'équipements), de façon à conserver les matériels plus longtemps. Même s'ils ne sont plus à la pointe de la technologie, certains matériels anciens peuvent encore être utilisés contre un ennemi asymétrique.

Les limites à la massification

Des ressources humaines à l'enveloppe budgétaire, en passant par les difficultés des soutiens et de la BITD, ainsi que par les contraintes légales et éthiques en matière de systèmes autonomes, les limites à la massification sont nombreuses pour les forces terrestres²⁰⁰.

Les contraintes budgétaires sont les plus évidentes²⁰¹. Toute augmentation de volume entraîne un besoin financier supplémentaire, qui pourrait difficilement être couvert dans la mesure où les crédits alloués à l'armée de Terre dans le cadre de la LPM 2019-2025 couvrent uniquement la modernisation du segment médian (près de 10 milliards d'euros par an si l'on se fonde sur les lois de finance 2019-2021).

En matière de ressources humaines, une augmentation du recrutement serait possible, à condition d'y mettre les moyens via l'augmentation des effectifs des recruteurs sur le terrain. Pour ce faire, le maillage territorial doit être densifié grâce à des infrastructures et des véhicules supplémentaires. De plus, il existe un seuil de contacts initiaux, d'environ 165 000 par an sur une cohorte de 800 000 jeunes par classe d'âge, qui semble difficile à dépasser²⁰².

198. « Audition, à huis clos, du général Thierry Burkhard, chef d'état-major de l'armée de Terre, relative à la nouvelle vision stratégique de l'armée de Terre », *op. cit.*

199. T. Fouillet et B. Lassalle, « Le concept russe de "guerre nouvelle génération" du Général Gerasimov : quelle exploitation pour l'armée de Terre ? », *op. cit.*

200. Entretien avec le chef de la section « Préparation de l'avenir » du bureau plans de l'état-major de l'armée de Terre », novembre 2020.

201. Montecucculi, l'adversaire de Turenne, disait que pour faire la guerre il fallait trois choses : de l'argent, de l'argent et de l'argent.

202. Entretien avec le général sous-directeur recrutement de la DRH AT, *op. cit.*

La fidélisation est également un sujet de préoccupation, puisqu'un taux de résiliation élevé constitue un frein à un recrutement massif²⁰³. Enfin, même si l'armée de Terre parvenait à recruter en masse, il n'est pas certain que l'appareil de formation puisse suivre. Les centres de formation militaire initiale et les installations d'instruction (champs de tir, parcours du combattant...) ne sont pas extensibles. Il faudrait donc construire, ce qui implique un investissement financier et temporel important.

La massification ne requiert pas seulement d'augmenter le nombre de soldats et de matériels : il faut aussi pouvoir les soutenir et les héberger. Certains secteurs du soutien sont déjà au bord de la rupture, principales victimes des coupes sombres faites dans le secteur de la défense jusqu'en 2015. Du soutien de l'homme au soutien santé, en passant par le MCO et les stocks de munitions, plusieurs secteurs ne pourraient pas assumer une augmentation importante de la demande, sans réforme de leurs structures et sans renforts en moyens.

L'augmentation des matériels nécessite une BITD capable d'absorber une hausse soudaine de la demande. Or, certaines industries d'armement ont un faible volume de production et manquent de profondeur pour absorber des à-coups²⁰⁴. En matière de soutien, il leur faudrait des délais importants pour aligner la situation opérationnelle de référence (SOR) à l'hypothèse d'engagement majeur (HEM), de l'ordre de 36 mois pour les chars Leclerc par exemple. Il faudrait par ailleurs reconfigurer le dispositif de production, par la sécurisation de la chaîne d'approvisionnement, une ressource humaine plus robuste, et un outil de production *ad hoc* (machines-outils, infrastructure...) ²⁰⁵.

Si elles sont essentiellement matérielles, les limites sont aussi d'ordre éthique et légal, notamment en ce qui concerne les applications militaires des nouvelles technologies. Les pays occidentaux sont réticents à augmenter médicalement les performances des soldats par des moyens médicamenteux ou bioniques²⁰⁶. La ministre des Armées s'est récemment prononcée contre l'implantation de technologies d'augmentation des performances *dans* l'homme.

Les limites de l'autonomisation des armes font également débat. Jusqu'où peut-on aller dans ce domaine : peut-on laisser l'IA détecter, discriminer et *in fine* neutraliser les cibles sans intervention

203. M. Pesqueur, « Les ressources humaines, un enjeu stratégique pour les armées », *op. cit.*

204. Entretien avec Denis Gardin, directeur Innovation et Futures technologies à MBDA, *op. cit.*

205. A. Sainte-Claire Deville, « La haute intensité, un défi pour l'industrie d'armement », Dossier du G2S, n° 26, 2020.

206. M. E. O'Hanlon, « Forecasting change in military technology, 2020-2040 », *op. cit.*, p. 26.

humaine ? Les données qui permettent à l'IA de fonctionner peuvent être incomplètes, biaisées, ou même piratées par l'ennemi. De plus, les armes intelligentes et les systèmes d'aide à la décision auraient difficilement conscience des nuances des tensions politiques, ou de la retenue et de l'immobilisme en temps de crise. Les menaces dissuasives ou la gestion de l'escalade risquent de leur échapper : ils pourraient alors provoquer l'échec de la dissuasion ou frapper au mauvais moment, au mauvais endroit ou au mauvais niveau d'intensité, provoquant l'escalade de conflits mineurs en guerres majeures²⁰⁷. Cependant, ce sujet mérite réflexion car il pourrait s'avérer dangereux de se lier les mains en refusant des technologies que l'ennemi n'aura, lui, aucun scrupule à utiliser.

Malgré ces limites, la massification est donc nécessaire et possible pour l'armée de Terre. Avant de songer à massifier, il faut cependant redonner aux militaires les moyens de s'entraîner correctement (potentiel et pièces de rechange), ainsi que combler les vides capacitaires. De plus, la massification n'est pas qu'une question de moyens : c'est aussi une question de volonté, déterminante dans la guerre. Il s'agit d'avoir la volonté de se doter d'un outil de combat performant et de s'en servir. Comme le souligne Thucydide dans *La Guerre du Péloponnèse* : « Ce n'est pas le nombre des navires ni l'épaisseur de la muraille qui fait la force de la Cité mais la volonté de ses habitants ».

207. F. E. Morgan et R. S. Cohen, *Military trends and the future of warfare, the changing global environment and its implications for the U.S. Air Force*, Santa Monica, RAND Corporation, 2020, p. 61-63.

Les dernières publications des *Focus stratégiques*

- ▀ L. de Rochegonde et É. Tenenbaum, [« Cyber-influence : les nouveaux enjeux de la lutte informationnelle »](#), *Focus stratégique*, n° 104, Ifri, mars 2021.
- ▀ C. Brustlein (dir.), [« Collective Collapse or Resilience? European Defense Priorities in the Pandemic Era »](#), *Focus stratégique*, n° 103, Ifri, février 2021.
- ▀ M. Hecker, [« Djihadistes un jour, djihadistes toujours ? Un programme de déradicalisation vu de l'intérieur »](#), *Focus stratégique*, n° 102, Ifri, février 2021.
- ▀ M. Paglia, [« Réparer 2020 ou préparer 2030 ? L'entraînement des forces françaises à l'ère du combat multi-domaine »](#), *Focus stratégique*, n° 101, janvier 2021.
- ▀ J.-B. Florant, [« Cyberarmes : la lutte informatique offensive dans la manœuvre future »](#), *Focus stratégique*, n° 100, janvier 2021.



27 rue de la Procession 75740 Paris cedex 15 – France

Ifri.org