

LES ARMÉES FRANÇAISES FACE AUX MENACES ANTI-AÉRIENNES DE NOUVELLE GÉNÉRATION

Jean-Christophe NOËL

Morgan PAGLIA

Elie TENENBAUM

Décembre 2018

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.

Cette note a été réalisée dans le cadre de l'observatoire des conflits futurs



ISBN : 978-2-36567-963-3

© Tous droits réservés, Ifri, 2018

Comment citer cette publication :

Jean-Christophe Noël, Morgan Paglia et Elie Tenenbaum,

« Les armées françaises face aux menaces anti-aériennes de nouvelle génération »,

Focus stratégique, n° 86, Ifri, décembre 2018.

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).

Auteurs

Jean-Christophe Noël est un ancien officier de l'armée de l'Air. Il est actuellement chercheur associé à l'IFRI. Son dernier *Focus Stratégique* « Intelligence artificielle : vers une nouvelle révolution militaire ? » est paru en octobre 2018.

Morgan Paglia est chercheur au Centre des Études de Sécurité de l'Ifri. Ses travaux se concentrent sur le concept de déni d'accès. Il a rejoint l'Ifri en juin 2018 dans le cadre de l'observatoire des conflits futurs.

Elie Tenenbaum est chercheur au Centre des Études de Sécurité de l'Ifri et coordonnateur du LRD. Il a publié de nombreux articles d'histoire et de stratégie. Il est le co-auteur de *La suprématie aérienne en péril. Menaces et contre-stratégies à l'horizon 2030* (La Documentation française, 2014).

Comité de rédaction

Rédacteur en chef : Élie Tenenbaum

Assistant d'édition : Morgan Paglia

Résumé

Sans jamais avoir disparu, la menace surface-air a été tenue en respect durant trois décennies de supériorité aérienne occidentale. Elle bénéficie aujourd'hui d'une dynamique de modernisation et de dissémination vouée à entraver de façon croissante la liberté d'action des forces expéditionnaires. Tirant profit de la révolution des technologies de l'information, les nouveaux systèmes de missiles sol-air (SAM) sont plus performants et résilients que leurs prédécesseurs. L'émergence de nouveaux exportateurs spécialisés dans les produits bon marché ou dans le reconditionnement d'anciens systèmes contribue d'autant à la diffusion de la menace. Mais la tendance à la diffusion des SAM est aussi rendue attractive par le désinvestissement chronique des armées européennes dans les capacités de neutralisation des défenses aériennes ennemies. Afin de préserver son aptitude opérationnelle à « entrer en premier », la France doit prendre conscience des insuffisances de son modèle actuel et en tirer les conclusions en matière de développement capacitaire.

Abstract

Although it had never entirely disappeared, the surface-to-air threat was mitigated for three decades by Western air superiority. It now benefits from a modernization and dissemination momentum that will increasingly hinder expeditionary forces' freedom of action. Taking advantage of the information technology revolution, the new surface-air missiles (SAM) systems are more effective and resilient than their predecessors. The emergence of new export actors specialized in inexpensive products or in old systems reconditioning contributes as well to the diffusion of the threat. However, this trend is also bolstered by the chronic disinvestment of Europeans armed forces in suppression of enemy air defenses. In order to preserve its ability to perform "entry operations", France must acknowledge the limits of its current model and act accordingly in its capability development policy.

Sommaire

INTRODUCTION	9
LE RENOUVEAU DE LA MENACE SURFACE-AIR	11
Les axes de modernisation	11
<i>Une nouvelle génération de radars</i>	<i>12</i>
<i>Des effecteurs plus performants</i>	<i>15</i>
<i>L'intégration des systèmes</i>	<i>17</i>
Menace sol-air et stratégie militaire	18
<i>Typologie des emplois.....</i>	<i>18</i>
<i>Les enseignements des conflits récents.....</i>	<i>19</i>
DYNAMIQUES DE DIFFUSION DE LA MENACE SURFACE-AIR	22
Les principaux acteurs de la diffusion	22
<i>La Russie incontestée sur le haut-de-gamme</i>	<i>23</i>
<i>La Chine en pointe sur les marchés low-cost</i>	<i>25</i>
<i>Israël, une stratégie export tous azimuts</i>	<i>26</i>
L'hybridation, une menace masquée ?	27
QUEL IMPACT POUR LA FRANCE ?	29
Les limites du modèle français de SEAD	29
Implications capacitaires	32
<i>Armée de l'Air</i>	<i>32</i>
<i>Marine</i>	<i>35</i>
<i>Armée de Terre</i>	<i>37</i>
<i>Capacités interarmées</i>	<i>39</i>

Introduction

Voici plus de trente ans que les aviations occidentales n'ont pas été confrontées à des adversaires capables de contester leur maîtrise du ciel dont la Revue stratégique de défense et de sécurité nationale rappelle qu'elle est « un prérequis des opérations militaires ». Fortes de cette suprématie, nos armées ont vu leurs capacités sensiblement augmenter dans presque tous les domaines de la guerre, qu'il s'agisse du feu, de la mobilité – tactique comme stratégique – du renseignement, de la reconnaissance et de l'acquisition de cible (ISTAR) ou du contrôle des communications.

Les adversaires potentiels des pays occidentaux ne sont cependant pas restés inactifs lors ces dernières décennies. Si l'un des axes de rattrapage a consisté à copier notre modèle (développement d'un complexe reconnaissance-frappe, de plateformes de cinquième génération, etc.) c'est avant tout d'une « contre-révolution » qu'est venue la contestation, pour l'essentiel depuis la terre. La défense sol-air a connu une croissance continue depuis la Seconde Guerre mondiale par une série d'innovations successives. Alors que l'Union soviétique était initialement survolée en toute impunité par les avions espions, l'introduction des batteries de missiles SA-2 entraîna la destruction de l'U2 de Gary Powers en 1960 et la fin momentanée des survols américains. Les batteries sol-air vietnamiennes abattirent 16 B-52 pendant les bombardements de Noël sur Hanoï en 1972, provoquant une crise au sein l'état-major du Strategic Air Command qui s'interrogea sur sa capacité à maintenir l'alerte nucléaire compte tenu du taux d'attrition. Tandis que l'aviation israélienne avait joué un rôle décisif en 1967 dans la défaite des forces terrestres arabes, elle fut incapable de frapper et de faire reculer les forces égyptiennes disposées autour du canal de Suez en 1973. Ces dernières étaient protégées par des SAM d'origine soviétique, qui abattirent des dizaines d'avions israéliens lancés dans d'imprudents assauts.

Si les plateformes aériennes ont connu des progrès considérables au cours des dernières années (signature réduite, connectivité améliorée, etc.), les capacités sol-air ont elles aussi vu leurs capacités augmenter avec les avancées technologiques. Les batteries peuvent tirer des missiles plus létaux, disposant d'une plus grande portée. Les nouveaux systèmes sont de plus en plus intégrés et forment de solides bulles de défense aérienne difficilement pénétrables et englobant de vastes aires géographiques. Cette

« contre-révolution » militaire fait aujourd’hui peser une menace sur la supériorité des forces aériennes occidentales et leur capacité à projeter de la puissance sur les différents théâtres. Ce reflux de la puissance aérienne s’affirme de façon partielle pour les Américains – encore largement dominants si tant est qu’ils emploient toute leur panoplie de moyens conventionnels – mais il semble beaucoup plus rédhibitoire pour les Européens au regard de leurs lacunes capacitaires.

Pour autant, les Occidentaux ont toujours su faire face aux dangers suscités par les batteries SAM. L’affaire de l’U-2 a stimulé la production d’un nouvel avion espion et le développement des satellites. L’adaptation des profils de vols, les contre-mesures électroniques, les brouilleurs et le développement des moyens de neutralisation des défenses aériennes ennemies (SEAD) ont permis de mieux faire face aux SAM après les guerres du Vietnam et du Kippour. Cette note a justement pour objectif de réfléchir aux initiatives qui pourraient être prises pour éviter une remise en cause trop radicale de la supériorité aérienne occidentale. À cette fin, il s’agit tout d’abord de dresser un état des lieux de la menace surface-air en tirant les leçons des conflits récents et en observant l’évolution des caractéristiques technico-opérationnelles adverses. Il conviendra ensuite d’étudier les dynamiques de diffusion de la menace en analysant notamment les acteurs proliférant et leurs politiques d’exportation. Enfin, la dernière partie visera à analyser l’impact de ce nouvel environnement opérationnel pour la France et à proposer des options capacitaires en conséquence.

Le renouveau de la menace surface-air

Les axes de modernisation

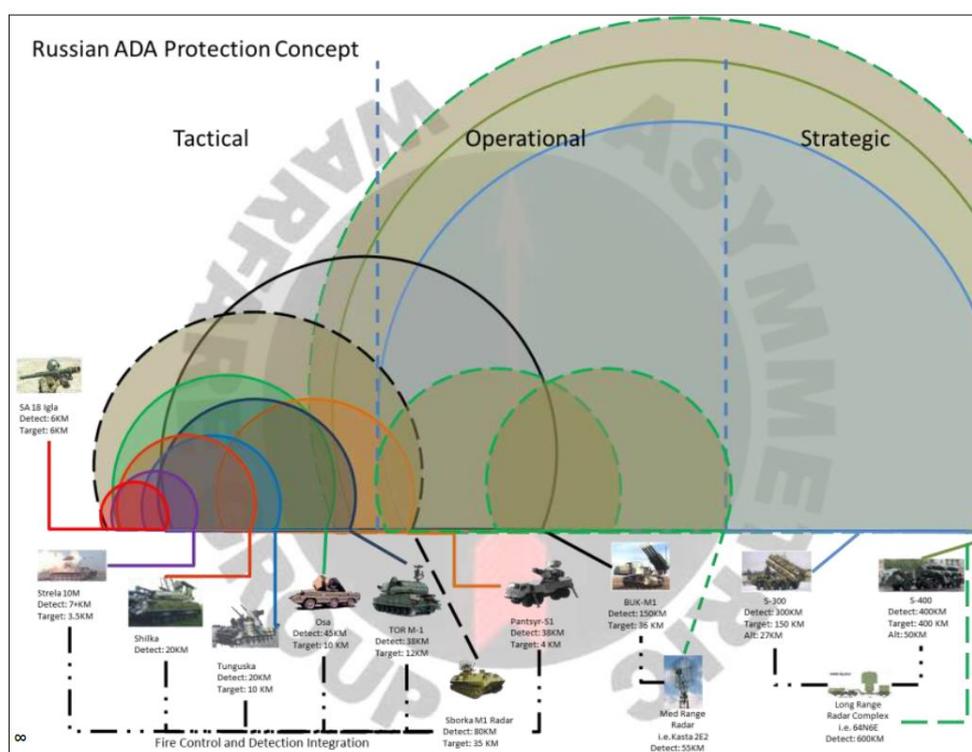
Depuis la fin de la guerre froide, les forces occidentales ont été habituées à rencontrer une menace sol-air sous la forme de systèmes d'origine soviétique dits de première et seconde générations (SA-1 à SA-9 dans la classification OTAN), exportés dans les pays du tiers-monde pendant les années 1970. Ainsi, lors de l'intervention en Libye en 2011, les membres de la coalition ont dû faire face à des systèmes SA-3, SA-6 et SA-8 bien connus et souvent mal entretenus. Cette persistance des systèmes de première et seconde générations ne doit pourtant pas occulter le développement depuis plus de trente ans de plateformes nettement plus performantes et arrivées aujourd'hui à maturité et connues comme « double digit SAMs¹. »

Dès les années 1980, l'URSS a développé une troisième génération de systèmes destinée à faire face à l'émergence des nouveaux moyens occidentaux dans le domaine de la SEAD : les deux filières S-300P (SA-10) de protection des sites stratégiques et S-300V (SA-12) de protection des forces terrestres, introduites en 1978 et destinées à remplacer les vieillissants S-75 (SA-2) et S-200 (SA-5) sont vite apparues comme franchissant un nouveau seuil dans le domaine sol-air de par leurs radars à balayage de phases, leur longue portée, sans compter leur capacité à engager simultanément plusieurs cibles. Parallèlement, des SAM mobiles de courte et moyenne portées *Strela* (SA-13), *Buk* (SA-11), *Tunguska* (SA-19), et *Tor* (SA-15), introduits entre 1979 et 1986, ont été conçus pour la protection des systèmes longue portée et pour accompagner l'avance des forces terrestres. Après une baisse importante des crédits au début des années 1990, les industries de défense russes ont repris le flambeau de la défense sol-air, permettant l'avènement d'une quatrième génération au tournant des années 2000 incarnée par le S-300 PMU2 (SA-20) en 1997, puis le S-400 (SA-21) en 2007 et par les S-300 VM/V4/VMD (SA-23), complétée par des mises à jour de SAM à moyenne portée comme les *Buk* M2/3 (SA-17) et courte portée comme les *Pantsir-S1* (SA-22).

1. Le terme « double-digit SAMs » se réfère à classification OTAN et inclut par conséquent tous les systèmes à partir du SA-10.

Une cinquième génération est en développement autour du programme S-500 dont l'entrée en service est annoncée pour le début des années 2020, bien qu'il convienne de rester très prudent –notamment au vu des difficultés rencontrées sur le programme S-400². Il convient de se pencher plus précisément sur les performances de ces systèmes auxquels les forces aériennes occidentales n'ont encore jamais été confrontées. Trois axes de modernisation se dégagent : les radars, les effecteurs et l'intégration des systèmes.

Schéma des principaux systèmes surface-air russes organisés en SDAI



Asymmetric Warfare Group, Russian New Generation Warfare Handbook, US Army, December 2016, p.8

Une nouvelle génération de radars

Au cœur de la performance d'un système sol-air se trouve la capacité de détection des cibles. L'une des évolutions marquantes à cet égard est l'intégration croissante des fonctions de veille, d'acquisition de cible et de poursuite (engagement). Cette fusion est rendue possible par la mise en réseau progressive de différents radars. Elle permet de décupler la puissance de calcul, d'accroître la précision grâce à la triangulation des

2. « S-500 », *Jane's Land-Based Air Defence*, 21 décembre 2017 (en ligne) ; S. Malgavko, « Nouvelles armes de la Russie », *TASS*, 19 février 2017, disponible sur : ria.ru.

données, et de renforcer la résilience d'un SDAI en étant capable de compenser la défaillance d'un des points du réseau en cas de destruction ou d'aveuglement. À l'horizon 2035, on peut distinguer quatre grandes évolutions marquantes en matière de radars : l'irruption de la technologie AESA, l'arrivée de nouveaux semi-conducteurs, le progrès des radars transhorizon et enfin le ciblage de plateformes à SER réduites ou à haute valeur.

Déjà employée sur les plateformes pilotées, la technologie AESA permet d'intégrer plusieurs fonctions qui opéraient séparément sur les radars à antennes passives telles que les fonctions de veille et de poursuite, le filtrage doppler, les capacités antibrouillages, etc. Ces améliorations sont permises par l'intégration des fonctions émission-réception de l'antenne dans des centaines voire des milliers de modules indépendants. En découle une résilience accrue en cas de brouillage ou d'attaque. Un radar AESA peut ainsi continuer à fonctionner même en étant partiellement endommagé (par un tir en « air burst » par exemple), ou brouillé. Enfin, la portée est démultipliée (d'un facteur 1,5 à 1,7 en moyenne). La technologie AESA a déjà été appliquée à des fins de défense sol-air comme le radar de veille russe *Nebo SVU*³. En revanche, il semble que le déploiement opérationnel de ces systèmes reste parcellaire et leur emploi, discriminé, certainement dans un souci de protéger le secret sur les fréquences « temps de guerre » russes⁴.

À moyen terme, la généralisation des nouveaux semi-conducteurs à base de nitrure de gallium (GaN) sur les antennes AESA augmentera significativement les performances des radars. Qu'il s'agisse de la portée, de la précision ou de la charge de travail, ce type de semi-conducteurs permettrait de doper les performances des antennes de 50 % à 70 % par rapport à leur niveau actuel. À plus longue échéance, un palier supplémentaire sera franchi avec l'arrivée du carbure de silicium (SiC) qui déboucherait sur une nouvelle augmentation (potentiellement d'un facteur 2) des performances des antennes UHF⁵.

Avec une portée de 1 000 à 3 000 km, les radars transhorizon forment la pointe avancée de la défense aérienne en permettant entre autres de détecter des cibles de haute valeur (HVAA) restées à distance de sécurité, ou dans le cadre d'une posture antimissile balistique. Leurs performances demeurent néanmoins limitées par quelques impondérables. Pour s'affranchir de la rotondité de la Terre, les radars transhorizon à

3. C. Kopp, « NNIIRT 1L119 Nebo SVU / RLM-M Nebo M », *Air Power Australia*, 2012.

4. Entretien avec un expert civil, Limours, 19 juillet 2018.

5. *Ibid.*

rétrodiffusion atmosphérique envoient leurs ondes se réfléchir dans l'ionosphère, une technique qui s'expose à une perte en ligne de l'ordre de 10 %⁶. due à un phénomène naturel d'absorption des ondes⁷. Cette méthode implique aussi la présence d'un angle mort (« zone silence ») dans lequel ce type de radar est aveugle. À grande distance, les radars transhorizon seraient également moins efficaces dans la détection de cibles adoptant des trajectoires non-linéaires et à grande vitesse comme les avions de combat⁸. En complément de la technologie à rétrodiffusion, les radars à onde de surface (FOS) offrent une autre solution transhorizon pour détecter des cibles rasantes, mais leur portée reste limitée (200-300 km).

Le dernier axe de modernisation est le ciblage de plateformes à SER réduites et/ou à haute valeur (HVAA). En ce qui concerne la détection des appareils « furtifs », la Russie a depuis longtemps investi dans les radars à basse fréquence (VHF) réputés capables de détecter ce type d'appareil (*Nebo SVU, 55Zh6 Nebo UE, P-18*⁹) et les combine avec des radars plus précis au sein de systèmes multi-bandes (*Nebo-M*). En effet, face à des capteurs utilisant des longueurs d'ondes plus élevées, l'avion F-35, dans une moindre mesure le F-22 perdraient les éléments de furtivité dus à leur voilure ; seuls les appareils type B-2 auraient encore la capacité à échapper à la détection¹⁰. Le développement des radars dits « passifs » est également de nature à atténuer l'efficacité de la furtivité. Le principe est de n'employer le radar d'engagement qu'en tant que récepteur, l'émission provenant de capteurs multistatiques (ondes radio civiles, TV) difficiles à neutraliser. Si ce type de systèmes, expérimentés par la Russie (*YLC-20*) et la Chine (*65V6 Orion*), nécessite de puissants processeurs pour trianguler la position des appareils, il a l'avantage d'éviter la détection des radars par des moyens ROEM. Le travail sur la forme d'onde est également intéressant en vue de neutraliser des cibles à haute valeur (HVAA) ayant un rayonnement particulier. Le FT-2000 chinois est ainsi surnommé « AWACS killer » car il cible la bande S sur laquelle travaillent ces

6. J. Darricau, *Physique et théorie du radar : principes et éléments de base*, 2002, Paris, Édition Sodipe, p. 3.

7. Les pertes d'ondes dans cette partie de l'atmosphère (supérieure à 50 kilomètres d'altitude), seraient dues à des facteurs tels que la densification du champ électromagnétique ou l'impact de l'activité solaire, voir J. Darricau « Les radars transhorizon », in J. Darricau, *Physique et théorie du radar : principes et éléments de base, op.cit.*, p. 11.

8. Entretien avec un expert civil, Limours, 19 juillet 2018.

9. C. Kopp, « Russian/PLA Low Band Surveillance Radars », *Australia Air Power*, 2007, disponible sur : www.ausairpower.net.

10. *Ibid.*

appareils. Enfin, à plus long terme, la technologie quantique promet de révolutionner la dialectique défense sol-air / SEAD.¹¹

Des effecteurs plus performants

Jusqu'à une période récente, une distinction forte s'établissait entre des systèmes sol-air très courte portée (SATCP) faiblement létaux mais extrêmement résilients et des lanceurs dits « stratégiques », performants mais faiblement mobiles et donc vulnérables en cas de brèche dans un SDAI. La dynamique actuelle semble indiquer une convergence de leurs capacités respectives (portée, mobilité, déception).

Les systèmes en cours de développement visent à une plus grande mobilité censée faciliter la dispersion des unités. L'idée étant, à l'image d'un tireur embusqué, de frapper et de se camoufler avant que l'adversaire ne puisse répondre ("hide, shoot and scoot"¹²). La majorité des systèmes récents est donc motorisée et rapidement repliable. Des SAM tels que le S-300 PMU2 ou le *Pantsir-S1* seraient donc capables d'évacuer une zone en quelques minutes¹³. Une capacité de tir en mouvement est également intégrée sur les systèmes les plus récents¹⁴. Enfin, la fonction « tir et oubli » permet aux opérateurs systèmes de quitter la zone de tir pour se disperser.

Les systèmes sol-air longue portée

Nom	Code OTAN	Version navalisée	Année	Portée (km)	Alt max. (km)
S-300 PMU 1/2	SA-20 Gargoyle	S-300FM RIF M	1992	150-195	27-30
HQ-9/FT-2000	-	HHQ-9	1997	200	30
Aster-30/SAMP/T	-	Aster-30	2001	120	20
S-400	SA-21 Growler	-	2007	250 (400)	20-30

11. P. Gros, « Les opérations militaires en environnement électromagnétique dégradé », Paris, *Fondation pour la Recherche Stratégique*, 2018.

12. C. Kopp, « Evolving Technological Strategy », *Joint Force Quarterly*, vol. 57, 2010, p. 88.

13. C. Kopp, « SAM System Mobility Russian and PLA Air Defence System Vehicles », *Air Power Australia*, 27 janvier 2014, disponible sur : www.ausairpower.net.

14. Entretien avec un expert civil, Limours, 19 juillet 2018.

S-300 VM Antey-2500	SA-23 Gladiator	-	2011	100-200	25-30
S-500	-	-	2020- 2025	400-600	50 +

L'accroissement de la portée des missiles sol-air est un corollaire naturel de l'évolution des radars. La série des missiles 48N6E déployés sur les S-300PMU1/2 et S-400 atteint 250 kilomètres de portée et une altitude de 27 km¹⁵. De même, le missile 9M83ME du S-300VM et celui du HQ-9 chinois porteraient jusqu'à 200 km. Selon certaines sources, le missile 40N6 du S-400 disposerait d'une allonge de 400 km et d'une portée verticale de 156 km lui permettant de cibler des HVAA ainsi que de participer à terme à une interception exo-atmosphérique ou encore à la destruction d'un satellite en orbite basse¹⁶. Témoinnant des difficultés connues au cours de son développement, ce missile pourrait ne devenir opérationnel que cette année, soit onze ans après la mise en service du S-400¹⁷. Ces capacités devraient être au cœur du futur système S-500. Ce dernier devrait, suivant les annonces officielles, avoir une portée horizontale de 400-600 km et devrait être doté de capacités antimissiles balistiques et ASAT lui permettant de rivaliser avec et même d'être supérieur aux THAAD, PAC-3 et SAMP-T.

Les systèmes stratégiques sont complétés par des SAM courte et moyenne portées aux capacités améliorées comme les *Buk M2/3* (SA-17) et les *Pantsir-S1/2* (SA-22). Plus mobiles, plus discrets, et moins ciblés par d'éventuels embargos sur les ventes d'armes, ils représentent sans doute la menace la plus probable à moyen terme, et ce d'autant plus qu'ils bénéficient des mêmes avancées technologiques que les systèmes longue portée (radars, CCME, etc.). L'une des fonctions principales étant la protection des systèmes longue portée, ils disposent en général d'une haute enveloppe d'engagement : les *Pantsir-S2* peuvent cibler des avions de cinquième génération volant à 90 000 pieds de même que les munitions guidées et les missiles de croisière. Leur vitesse d'interception augmente également, permettant d'envisager la destruction de cibles supersoniques. Parmi les systèmes encore en développement, le CIWS 1130 chinois serait en mesure de détruire une cible évoluant à Mach 4 et de traiter une

15. « S-300P », *Jane's Land-Based Air Defence* (online), 26 février 2018, p. 12.

16. F. S. Gady, « Russia's S-400 Air Defense System to Receive New Long-Range Missile », *The Diplomat*, 5 juillet 2018, disponible sur : thediplomat.com.

17. K. Soper et N. Gibson, « 40N6 Missile for S-400 System Could Enter Service 'Soon' », *Jane's Missiles & Rockets*, 8 avril 2018.

quarantaine de d'objectifs avant de devoir recharger¹⁸. Ces systèmes de missiles devraient progressivement être complétés par des systèmes de laser de combat dans la prochaine décennie au moins au sein des forces américaines et chinoises. Ces systèmes seront dédiés, au moins dans un premier temps, à la lutte anti-drone et anti-ISR.

Dans le domaine naval, la menace de frappes saturantes contre des bâtiments de premier rang est aussi au cœur des récents développements. Le CAMM britannique (aussi appelé « Sea Ceptor » en version marine) en cours de développement a ainsi non seulement pour vocation d'assurer l'autoprotection des bâtiments de la Royal Navy mais aussi des plateformes pilotées de la Royal Air Force et la British Army. Certains systèmes bénéficient, en prime, des applications testées dans les autres armées. Côté russe, le *Pantsir* ME lui aussi en cours de développement aurait pour vocation de fournir un système mixte d'autoprotection (CIWS, SAM) aux bâtiments de la marine russes (son porte-aéronefs notamment¹⁹).

Enfin, les SATCP (ou MANPADS) forment une menace en pleine expansion dont le bilan s'est révélé redoutable sur les théâtres récents (Syrie notamment). Les nouveaux systèmes peuvent combiner jusqu'à trois différents modes de guidage pendant le vol, ce qui leur permet de déjouer les CME classiques. Ces derniers gagnent aussi en létalité grâce à l'intégration d'une capacité de guidage adaptative (*TAG*). Sur des modèles comme le FIM-92 *Stinger* et *Igla-S/SA-24*, cette dernière est paramétrée pour orienter le missile vers le cockpit en phase terminale²⁰. Parallèlement, les systèmes récents disposent d'une vitesse de tir supersonique (400 m/s pour un *Igla-S* et 750 pour FIM-92) qui rend toute manœuvre évasive extrêmement difficile. Enfin, les derniers SATCP disposent d'une portée améliorée (6 000 m pour un *Igla-S*) qui n'est certes pas dangereuse pour un avion de combat en altitude de croisière mais permet de faire peser une menace substantielle dans les phases de vol à moyenne et basse altitude.

L'intégration des systèmes

Si les progrès des radars et des effecteurs sont déterminants, c'est peut-être dans l'intégration que réside la principale dynamique de revalorisation de la menace surface-air. Pour être efficace, elle implique que les différents maillons d'un SDAI soient reliés entre eux par un système de partage fiable

18. S. Lung, « Is the Chinese CIWS better than Phalanx CIWS? », *Quora*, 21 novembre 2017, disponible sur : www.quora.com.

19. T. Rogoway, « Russia To Begin Testing Its Fearsome New « *Pantsir*-ME » Naval Close-In Defense System », *The Drive*, 28 décembre 2018, disponible sur : www.thedrive.com.

20. *Ibid.*, p. 111.

de l'information, résilient au brouillage ou au *spoofing*, dans une architecture multicouche dans laquelle les systèmes assurent une protection mutuelle et peuvent « pré-identifier » une cible en dehors de l'enveloppe des radars d'engagement grâce aux procédés de *cueing* collaboratif avec les systèmes d'alerte avancée. En ce sens, l'accès aux technologies de l'information et de la communication a contribué à rendre les réseaux plus denses et redondants (phonie, Wi-Fi, radiofréquences, Linux, langage de programmation C++²¹). Cette résilience accrue se manifeste par une optimisation de la charge de travail, permettant de compenser la saturation d'un maillon de la chaîne.

En croisant les données perçues par plusieurs radars, le système C2 mobile *Almaz 83M6* serait ainsi capable de coordonner l'action de 6 batteries SAM, d'acquérir et de poursuivre pas moins de 100 pistes, de sélectionner des CCME adaptées au dernier moment, d'intégrer l'espace aérien de bataille en coordonnant son action avec une flotte d'intercepteurs. Plus bas dans le spectre capacitaire, des systèmes légers d'intégration existent aussi à l'image du ShLEM développé par la Biélorussie et qui permettrait d'intégrer 9 SATCP répartis sur une zone de 60 km²². À plus longue échéance, les systèmes d'intégration s'orientent vers une automatisation totale de leurs capacités même si certains pays comme la Chine et la Russie s'érigent déjà en contre-modèles en préférant garder « un homme dans la boucle²³. » Enfin, l'intégration ne concerne pas uniquement la « *kill chain* » mais inclut également un autre effecteur, celui de la guerre électronique. Les brouilleurs longue portée *Krasukha-1* (anti-AWACS) et -2 (antiradar ISR) seraient ainsi pleinement intégrés dans le SDAI russe²⁴.

Menace sol-air et stratégie militaire

Typologie des emplois

Les emplois des systèmes de défense sol-air peuvent être très variés et répondre à de nombreux besoins locaux, qui peuvent aller de la gamme tactique jusqu'à un but stratégique.

21. C. Brustlein, E. De Durand et E. Tenenbaum, *La Suprématie aérienne en péril. Menaces et contre-stratégies à l'horizon 2030*, Paris, La Documentation Française, 2014, p. 82.

22. « ShLEM Command System Can Co-ordinate Nine MANPADS », *Jane's Land-Based Air Defence*.

23. Entretien avec un expert civil, Limours, 19 juillet 2018.

24. P. Gros, « Les opérations en environnement électromagnétique dégradé », Observatoire des Conflits Futurs, *Fondation pour la Recherche Stratégique*, mai 2018.

- **Bulles de protection territoriale.** Il s'agit de l'emploi le plus classique visant à protéger un territoire, des centres de population, ou des sites sensibles. Le déploiement de systèmes surface-air avancés réduit les risques de survol intempestif et non-autorisé à des fins de collecte de renseignement et contribue à une forme de dissuasion conventionnelle contre toute velléité d'attaque en affectant le calcul des coûts par tout adversaire potentiel. Les zones frontalières ou littorales se prêtent particulièrement à cet emploi, comme l'*Air Defense Identification Zone* (ADIZ) en mer de Chine. Les enclaves ou les zones contestées ou de tensions interétatiques sont également des espaces particulièrement prisés pour un emploi de moyens sol-air ainsi qu'en témoigne le dispositif S-400 déployé à Kaliningrad. Enfin, la protection de sites militaires ou industriels stratégiques reste l'un des emplois les plus évidents de systèmes sol-air : c'est ainsi qu'à peine après avoir reçu les S-300 tant attendus, l'Iran a choisi de déployer le système près d'Ispahan où se trouvent d'importantes infrastructures nucléaires ainsi que sur le site portuaire et nucléaire de Bushehr.
- **Sanctuarisation agressive.** De par la menace qu'ils représentent, les systèmes sol-air offrent un outil essentiel dans le cadre d'une stratégie d'expansion par fait accompli, visant à sanctuariser un territoire aussitôt après s'en être emparé et ainsi renverser la charge de l'escalade sur quiconque voudrait rétablir le *statu quo ante*. Le déploiement du S-400 en Crimée annexée par la Russie dès 2015 procède clairement de cette logique, tout comme celui du HQ-9 par la Chine sur l'îlot de Yongxing/Woody Island dans les Paracels au début de l'année 2016.
- **La protection des forces.** Un dernier emploi stratégique des moyens sol-air tient à l'accompagnement de forces combattantes en cas d'intervention ou de guerre limitée, comme c'est le cas du SDAI russe (S-400, S-300, *Buk*, *Pantsir*, etc.) déployé en Syrie occidentale, à partir des bases de Tartous, Hmeimim et Masyaf. En plus du rôle évident de « force protection », cet usage permet de s'imposer auprès de l'ensemble des parties au conflit, y compris ceux qui ne seraient ni alliés ni ennemis (dans ce cas précis les Occidentaux ou Israël) comme un acteur incontournable, ne serait-ce que pour des raisons de déconfliction.

Les enseignements des conflits récents

Depuis l'effondrement rapide du système de défense aérienne intégrée irakien en 1991, les conflits récents ont montré une nette propension à un retour de la contestation sol-air. Au cours des années 1990 les opérations

de l'OTAN au-dessus de l'ex-Yougoslavie ont démontré que les leçons de l'Irak avaient été tirées par nos adversaires. La Serbie, malgré des moyens très limités, parvint à contester ponctuellement la suprématie aérienne occidentale. Les opérateurs serbes comprirent, par exemple, qu'ils pouvaient limiter leur temps d'exposition aux missiles antiradar en allumant de façon intermittente leurs radars d'engagement. En généralisant cette méthode, la défense sol-air réussit à opposer une menace aux unités de l'OTAN jusqu'à la fin du conflit²⁵.

Face à ces développements la réaction occidentale fut le tir de couverture, systématique et coûteux, de missiles antiradiation (AGM-88 HARM)²⁶ forçant les Serbes à interrompre les émissions de leurs radars. En maintenant une menace en puissance (*threat in being*), les Serbes contribuèrent aussi à dévoyer une partie des ressources normalement dédiées aux frappes stratégiques : alors qu'au Vietnam, les missions SEAD représentaient 5,2 % des sorties aériennes, elles atteignaient 32 % lors de *Deliberate Force*²⁷. Enfin la défense sol-air serbe prouva qu'il était possible en combinant des considérations tactiques d'abattre des appareils à signature discrète comme le F-117 – aidés il est vrai par des plans de vols routiniers et prédictibles résultant d'une trop grande confiance en la « furtivité » de la plateforme.

Dix ans après les opérations au Kosovo, la guerre des « cinq jours » entre la Russie et la Géorgie, en août 2008, met à nouveau en évidence la prise en compte de la menace sol-air avec la perte d'un Tu-22M3 russe abattu par les Géorgiens²⁸. Par ailleurs, d'autres pertes d'aéronefs causées par des tirs fratricides (du fait, notamment d'un dysfonctionnement de l'IFF) conduiront à un arrêt provisoire des missions d'interdiction menées par l'aviation russe au début du conflit. Cet échec, résultant en partie d'un entraînement ayant insuffisamment pris en compte la menace sol-air, allait conduire à un certain renouveau de la réflexion militaire russe au lendemain du conflit²⁹.

La guerre en Ukraine commencée en 2014 a confirmé l'importance de la menace sol-air avec l'utilisation par les milices pro-russes du Donbass

25. Une autre tactique plus fantaisiste aurait consisté à utiliser des fours à micro-ondes comme des leurres pour susciter des tirs inutiles. Entretien avec un expert civil, Limours, 19 juillet 2018.

26. Au total, la coalition tira 743 missiles antiradar durant la campagne sans parvenir à réduire à néant la menace sol-air.

27. C. Bolkcom, *Military Suppression of Enemy Air Defenses (SEAD): Assessing Future Needs*, Washington, DC, Congressional Research Service, 2005.

28. M. Kofman, « Russian Performance in the Russo-Georgian War Revisited », *War On The Rocks*, 4 septembre 2018, disponible sur : www.waronthetorrock.com.

29. S. Aminov, « Analysis: Georgia's Air Defence in the August War », *Defence Web*, 21 octobre 2008, disponible sur : www.defenceweb.co.za.

(aidés de « conseillers ») de systèmes courte ou moyenne portée relativement anciens (*Strela, Igla, Buk-M1*). L'attrition dont a souffert l'armée de l'Air ukrainienne lors des premiers mois de combat est saisissante : entre mai et août 2014, pas moins de 22 aéronaves sont abattus³⁰. À l'issue de cette phase, l'échec de l'aviation ukrainienne mit fin à toute velléité d'interdire par le ciel l'avancée des militants pro-russes dans les républiques sécessionnistes du Donbass. Il semble, là aussi, que le facteur entraînement ait joué. La destruction en juin 2014 d'un avion de transport stratégique Il-76 en approche finale sur un terrain fraîchement reconquis est emblématique de ce type de carence³¹ : l'appareil aurait tenté d'atterrir sans couverture au sol, et sans effectuer de manœuvre dite « à l'afghane³² » dans une zone où la prolifération des systèmes SATCP était connue.

Pertes de l'aviation Ukrainienne (2014-2015)

Types d'aéronefs	Modèles	En service (2013) ³³	Pertes au combat ³⁴	Capturés ³⁵
Avions de combat	Su-24/25/27 MiG-29	221	15	-
Transport	An-26-30 Il-76	46	5	-
Hélicoptères	Mi-8/17/24	38	18	-
Total	-	305	38	75 (est.)

Depuis 2012, la Syrie est sans doute le champ de bataille récent le plus important en termes de menace sol-air. Il a ainsi permis de confirmer l'efficacité de nouveaux systèmes sur le marché. L'utilisation par les djihadistes du SATCP chinois FN-6 a, par exemple, été relayée par les réseaux sociaux³⁶. Les deux batteries S-400 positionnées en Syrie ont

30. Nombreuses références aux 9K310 *Igla-1* et au 9K38 *Igla*.

31. « Laid Il-76: A Tragedy That Could Have Been Avoided », *TSN*, 14 juin 2014.

32. Manœuvre employée en phase finale d'approche (marquée par un fort angle à piqué) par les appareils soviétiques en Afghanistan et visant à limiter leur exposition à des tirs sol-air.

33. *The Military Balance 2014*, Londres, International institute for strategic studies, 2014. Une source non officielle évoque une disponibilité opérationnelle de l'ordre de 70 aéronaves au début du conflit : « Analysis of Ukrainian Air Force Losses in eastern Ukraine Clashes », *The Aviationist*, 2 décembre 2014.

34. « Le Conflit du Donbass », *Cahiers Retex*, novembre 2017.

35. A. Lavrov, « Russian again: The Military Operation for Crimea », in C. Howard et R. Pukhov, *Brothers Armed: Military Aspects of the Crisis in Ukraine*, Minneapolis, East View, 2015, p. 179.

36. M. Schroeder, *The MANPADS Threat and International Efforts to Address it: Ten Years after Mombasa*, Federation of American Scientists, 2013, p. 10.

également conféré un véritable pouvoir de nuisance aux forces russes en créant un environnement non-permissif sur une large portion de l'espace aérien régional. Depuis 2015 la menace en puissance que constituent ces capacités a conduit à la mise en place de mesures de déconfliction et placé le Kremlin au cœur de la diplomatie régionale malgré une faible empreinte militaire au sol. Dédiés à la protection des bases militaires russes, les S-400 eux-mêmes sont protégés par des systèmes *Pantsir* S1 spécialisés dans la couverture sol-air à basse altitude³⁷. Ces derniers ont prouvé leur efficacité face aux drones armés par les différents protagonistes du conflit. Cette affirmation est particulièrement illustrée par la neutralisation d'un essaim de 13 drones armés par Daech en janvier 2018. Six de ces drones ont été détruits par un *Pantsir* et sept ont été neutralisés par des éléments de guerre électronique (certainement par brouillage³⁸).

Dynamiques de diffusion de la menace

Les principaux acteurs de la diffusion

La diffusion des systèmes surface-air peut passer par deux processus : la prolifération, avec le développement de matériels produits localement, et la dissémination, avec l'exportation des systèmes développés par de grandes puissances industrielles au profit d'États-clients. Le savoir-faire et la maîtrise technologique nécessaires pour assurer la production de l'ensemble des composants d'une batterie surface-air moderne sont d'une complexité telle qu'ils restent l'apanage de quelques nations industrielles. C'est donc par dissémination que la menace surface-air se répand aujourd'hui à travers le monde. Les Occidentaux eux-mêmes figurent parmi les principaux artisans de cette dissémination : une majorité d'alliés européens, arabes et asiatiques des États-Unis sont ainsi dotés de systèmes *Patriot* et pas moins de cinq marines alliées disposent de bâtiments équipés de système de défense Aegis, etc. Or, rien ne garantit que nos forces ne se retrouveront pas confrontées à ces systèmes en cas de déstabilisation ou de revirement politique d'un de ces États, notamment au Proche-Orient. Ceci étant dit, cette note se concentrera cependant sur trois États mettant en œuvre des politiques d'exportation agressives susceptibles de jouer contre les intérêts occidentaux : la Russie, la Chine et Israël.

37. J. Binnie et S. O'Connor, « Second Russian S-400 in Syria Confirmed », *Jane's Defence Weekly*, 29 septembre 2017.

38. Head of the Russian General Staff's Office for UAV Development Major General A. Novikov holds briefing for domestic and foreign reporters, disponible à l'adresse : eng.mil.ru.

Comprendre la logique qui guide leurs orientations commerciales peut aider à mieux prédire la nature des futures menaces.

La Russie incontestée sur le haut-de-gamme

La Russie représente aujourd'hui la principale source de dissémination de systèmes surface-air dont l'emploi pourrait être tourné contre les aviations occidentales. Sa production est portée par la compagnie d'État Almaz-Antey, créée en 2002 et qui regroupe un cluster de plus de 50 entreprises. Ses systèmes et son capital humain sont parmi les plus avancés au monde – certains experts leur donnent « dix ans à quinze ans d'avance » sur les Occidentaux – attirant ainsi des clients convaincus par la qualité des matériels et de la formation qui les accompagne.

La Russie bénéficie d'un appareil commercial bien rodé centralisé par l'agence officielle Rosoboronexport³⁹. Cette dernière se positionne comme le leader incontestable sur le marché du sol-air avec 41,1 % des ventes mondiales dans ce secteur entre 2010 et 2016⁴⁰. Outre les retombées économiques et le financement de la BITD, ces exportations sont un atout géopolitique qui permet d'entretenir un réseau d'alliances, souvent orienté contre les puissances occidentales en général et les États-Unis en particulier.

Soucieuse de conserver une longueur d'avance sur ses clients, la Russie contrôle étroitement son système d'exportation, veillant à ne livrer que des versions antérieures ou « bridées » de ses systèmes les plus performants – une tradition qui existait déjà au temps de la guerre froide⁴¹. Ainsi le système S-300 PMU1 introduit en 1992 n'a été exporté qu'à partir de 1997, date d'introduction de la variante PMU2 : les premiers destinataires étaient la Chine (1997), la Grèce (1998) et le Vietnam (2005). Une décennie plus tard le PMU2 était exporté à nouveau vers la Chine (2006), l'Algérie (2008), l'Azerbaïdjan (2010), l'Iran (2016) et potentiellement la Syrie (2018)⁴². Le S-300 V, opérationnel en 1992, qui, il est vrai, ajoute surtout une protection contre les missiles balistiques, n'a été vendu à ce jour qu'à l'Égypte et au Venezuela, dans une version spécialement conçue pour les exportations⁴³.

39. SIPRI Arms Transfers Database, 2018.

40. R. Connolly et C. Sendstad, « Russia's Role as an Arms Exporter: The Strategic and Economic Importance of Arms Exports for Russia », Londres, Chatham House, 2017, p. 7.

41. X. Zhang, *Red Wings over the Yalu: China, the Soviet Union and the Air War in Korea*, Texas University Press, Austin, 2002.

42. « S-300P », *Jane's Land-Based Air Defence* (online), 26 février 2018.

43. « S-300V », *Jane's Land-Based Air Defence* (online), 28 décembre 2016.

Le S-400, longtemps bloqué à l'export⁴⁴, n'échappe pas à la règle : la Russie n'a consenti à le vendre à l'étranger que dix années après son entrée en service et alors que la mise au point du S-500 est bien avancée. La Chine est une fois de plus le premier bénéficiaire – on ignore toutefois si la vente inclut la livraison des missiles 40N6 d'une portée théorique de 400 km. Le Vietnam, l'Inde et la Turquie sont également en discussion mais aucun marché n'a encore été signé. Il est à noter cependant que la Russie ne peut produire plus de 5 régiments de S-400 par an (soit environ 80 TEL), ce qui risque de limiter ses capacités d'exportation compte tenu des besoins domestiques⁴⁵.

Le cas des exportations vers la Chine interroge les experts. Les Russes ont déjà été victimes des méthodes de rétro-ingénierie et d'imitation dans lesquelles les ingénieurs chinois sont passés maîtres. Une première lecture peut mettre en avant le fait que la Russie et la Chine se rapprochent de plus en plus dans leur opposition au monde occidental et que leur coopération devient de ce fait plus profonde et solide. Une autre lecture souligne qu'il s'agit d'une des dernières chances pour la Russie de vendre du matériel sophistiqué à la Chine – et d'en tirer un gain financier substantiel, à raison de 400 à 500 millions de dollars par bataillon de S-400, soit deux fois plus que ce qu'il en coûte en achat national – avant d'être dépassé par Pékin en termes de technologie comme de capacité de production⁴⁶.

L'étude des exportations des systèmes de missile sol-air moyenne ou courte portée confirme ces tendances. Le système 9K37 *Buk*, qui a succédé au 2K12 *Kub*, plus connu sous le nom de SA-6 par les pilotes occidentaux, a entre autre été exporté vers l'Algérie (*Buk-M2E*⁴⁷), l'Égypte (*Buk-M1-2/M2E*⁴⁸), l'Inde (3S90 *Uragan*⁴⁹), la Corée du Nord⁵⁰, la Syrie (*Buk-M2*⁵¹), le Venezuela (*Buk-M2E*⁵²) et bien sûr la Chine (3S90 *Uragan*⁵³). Le système 9K330 *Tor*, comparable aux systèmes occidentaux *Crotale* ou *Rapier*, est notamment utilisé en Chine (*Tor-M1*⁵⁴), Égypte (*Tor-M-155*), et

44. « Russia unlikely to Export S-400 SAM Systems Any Time Soon », *Sputnik news*, 23 août 2017.

45. Entretien avec un expert civil, Limours, 19 juillet 2018.

46. S. T. Wezeman, « China, Russia and the Shifting Landscape of Arms Sales », *SIPRI*, 2017, disponible sur : sipri.org.

47. *The Military Balance 2018*, Londres, IISS/Routledge, 2018, p. 327.

48. *Ibid.*, p. 332.

49. *Ibid.*, p. 262.

50. « Buk », *Jane's Land-Based Air Defence* (online), 4 mai 2018.

51. *The Military Balance 2018*, *op. cit.*, p. 362.

52. *Ibid.*, p. 426.

53. *Ibid.*, p. 252.

54. *Ibid.*, p. 251.

55. *Ibid.*, p. 332.

Iran (*Tor-M-1*⁵⁶). Enfin, le *Pantsir*, système courte portée qui est apparu au-devant de l'actualité quand une batterie syrienne équipée de *Pantsir* a abattu un RF-4E turc au large de Latakiah en 2012, est principalement employé par l'Algérie (*Pantsir-S1*⁵⁷), la Syrie (*Pantsir-S1*⁵⁸) et les Émirats Arabes Unis (*Pantsir-S1E*⁵⁹).

La Chine en pointe sur les marchés low-cost

Malgré ses progrès flagrants en vingt ans, l'industrie de défense chinoise n'est toujours pas parvenue à rattraper le niveau des pays occidentaux et de la Russie et continue de dépendre massivement de technologies étrangères (russes pour l'essentiel) copiées et/ou adaptées de systèmes importés. Cette analyse générale se confirme dans le domaine sol-air où la grande majorité des systèmes chinois sont des déclinaisons de modèles russes : le HQ-12 est dérivé du S-125, le HQ-9 du S-300, tandis que le HQ-16 est tiré du *Buk*. D'autres sources d'inspiration existent également comme le HQ-7 tiré du *Crotale* français ou du LY-60/HQ-6 qui reprend pour l'essentiel le missile italien *Aspide* lui-même tiré du missile air-air américain AIM-7 *Sparrow*.

Ces diverses imitations de systèmes plus ou moins anciens sont proposées à des acheteurs n'ayant pas les moyens de se procurer les systèmes de pointe. Les principales destinations des exportations sont les pays voisins, comme le Pakistan (FD-2000⁶⁰), la Corée du Nord (HQ-9⁶¹), ou Myanmar (HQ-12⁶²). Le Bangladesh est équipé de missiles de très courte portée QW-2⁶³, très inspirés du 9K38 *Igla* russe tandis que l'Indonésie a reçu des missiles QW-3, équivalent chinois du *Mistral* français⁶⁴. En Afrique, des systèmes de défense aérienne de courte portée sont employés par l'Algérie (HQ-7 navalisés sur leurs corvettes HZS d'origine chinoise⁶⁵) et l'Éthiopie (LY-60, version export du HQ-64, copié sur le *Selenia Aspide Mk1* italien⁶⁶). Enfin, le Soudan (FN-6/B) et la Tanzanie (FN-6/B) sont des clients privilégiés de SATCP chinois, de même

56. *Ibid.*, p. 336.

57. *Ibid.*, p. 325.

58. *Ibid.*, p. 362.

59. « *Pantsir* », *Jane's Land-Based Air Defence* (online), 18 septembre 2017.

60. « HQ-9/FT-2000 », *Jane's Land-Based Air Defence* (online), 6 juin 2018.

61. *Ibid.*

62. *Ibid.*, p. 287.

63. IISS, *The Military Balance 2018*, *op.cit.*, p. 245

64. *Ibid.*, p. 267.

65. « Corvette chinoise pour Alger », *TTU* n° 1013, 23 mars 2016, p. 5.

66. SIPRI Arms Transferts Database, 2018.

que le Cameroun pour le système d'artillerie anti-aérienne GDF 35mm, copie de l'Oerlikon 35 suisse⁶⁷.

On notera que la Chine exporte de nombreux SATCP, ce qui peut augmenter la létalité sur certains théâtres. L'usage des FN-6 sur le théâtre syrien⁶⁸ a ainsi compliqué les opérations de l'aviation gouvernementale après qu'un avion de chasse (MiG-21) fut abattu pour la première fois en août 2013 par des missiles de ce type⁶⁹. La Chine pourrait être tentée de vendre ses matériels dans l'avenir dans les régions où elle estime disposer d'intérêts, le long des « Nouvelles routes de la soie », par exemple. Un autre scénario pourrait voir le prêt ou la mise en œuvre par des opérateurs chinois de systèmes de défense aérienne dans un pays africain, afin de sanctuariser la position de Pékin et de protéger les ressortissants ou les investissements chinois. De tels déploiements peuvent poser des problèmes aux armées de l'air occidentales en général et française en particulier qui opèrent souvent dans les régions africaines ou au Moyen-Orient.

Israël, une stratégie export tous azimuts

Israël émerge comme un acteur de plus en plus important dans la diffusion des matériels de défense surface-air. Rappelons qu'Israël est en train de bâtir un système de défense aérienne multicouches devant lui permettre d'intercepter tout type de vecteur, depuis le missile balistique jusqu'au simple obus⁷⁰. Enfin, les États-Unis fournissent chaque année une aide militaire substantielle (de l'ordre de 3,8 milliards de dollars par an) qui dope les activités de recherche. Ils ont en échange un droit de regard sur la destination des exportations qui freine le dynamisme israélien⁷¹. La destination des exportations israéliennes se dessine de plus en plus.

- L'Inde est aujourd'hui un client privilégié, qui a approuvé 2017 l'achat de 40 unités de *Barak-8* pour une valeur d'environ 2,5 Mds\$ (2 Mds€),

67. *Ibid.*

68. C. Chivers et E. Schmitt, « Arms Shipments Seen from Sudan to Syria Rebels », *The New York Times*, 12 août 2013. Ils auraient pu être offerts par le Qatar aux rebelles syriens en puisant dans l'arsenal soudanais.

69. J. Binnie, « Hardline Islamists down Syrian jet with Chinese MANPADS », *Jane's Defence Weekly*, 18 août 2013.

70. Les systèmes Arrow doivent intercepter les missiles balistiques, le système *David's Sling* doit traiter les vecteurs aériens à moyenne et longue portée, les systèmes Barak doivent contrer les menaces à courte et moyenne portée et enfin le système *Iron Dome* doit détruire les obus et les roquettes à faible portée.

71. Il arrive que ce contrôle soit contourné. Le HT-233, radar du HQ-9, est en fait un dérivé du radar du PAC-2 que les Israéliens ont vendu aux Chinois. *TTU* n° 1008, 17 février 2016, p. 5.

puis a acheté en mai 2017 de quoi équiper quatre navires de la marine indienne avec le même système de défense surface-air⁷².

- En Asie du Sud-Est, Singapour (*Spyder* SR), le Vietnam (*Spyder* MR) ou l'Azerbaïdjan (*Barak* LR⁷³), peut-être la Birmanie ;
- La politique d'export cherche enfin à atteindre dorénavant les pays africains⁷⁴.

L'hybridation, une menace masquée ?

L'accès à une défense aérienne sophistiquée demeure un investissement onéreux à la seule portée d'un groupe restreint d'États. Une première option est de se contenter de disposer de missiles sol-air portables, aux performances limitées mais plus aisés à acquérir et à utiliser du fait de leur petite taille et de leur emploi simple. L'effondrement d'un État et le pillage des arsenaux ou l'aide de certaines capitales à des clients étatiques ou non étatiques sont les facteurs principaux qui encouragent leur dissémination⁷⁵.

Une autre option est de se satisfaire de systèmes partiellement modernisés. Pour réduire les coûts, un nombre grandissant d'acteurs préfèrent prolonger leurs systèmes anciens, en les couplant avec des segments plus récents (radar et C2 notamment), ou de façon plus subtile en les transformant à l'aide de nouveaux composants. Il en résulte des systèmes « hybrides » dont l'aspect extérieur (châssis, lanceur ou antenne radar) reste le même, mais avec une électronique embarquée à la pointe de la technologie, permettant ainsi d'accroître sensiblement les performances systèmes.

Ces améliorations concernent potentiellement le très vaste parc de systèmes mis en service pendant la guerre froide (SA-3, SA-5, SA-6, SA-8) généralement considéré comme bien connus et peu dangereux⁷⁶. Les SA-5 syriens ont par exemple été restaurés en 2016 et participent désormais pleinement à leur bulle A2/AD⁷⁷. De la même façon, une société russo-

72. Le *Barak-8* est la version moyenne portée du *Barak-1*, dont le rôle était de fournir un système courte portée peu coûteux.

73. SIPRI Arms Transfers Database, 2018 (consulté le 6 septembre 2018). Le système *Spyder* est un système développé par Rafael et IAI de courte portée. Il aurait été utilisé opérationnellement pour la première fois pendant la guerre russo-géorgienne en 2008.

74. A. Egozi, « Israel Looks to Supply More Arms to Africa », *Defenceweb*, 4 mai 2018, disponible sur : www.defenceweb.co.za.

75. M. Schroeder, *The MANPADS threat and International Efforts to Address It*, Federation of American Scientists, Washington DC, 2013, pp. 13-14.

76. C. Kopp, « Legacy Air Defense System Upgrades », *Air Power Australia*, avril 2012, disponible sur : www.ausairpower.net.

77. J. Binnie, « Syria now operating restored S-200 SAMs », *Jane's Defence Weekly*, 16 novembre 2016.

biélorusse avait débuté la modernisation des SA-3 égyptiens en 2006. Il est certain que ces hybridations nécessiteront un investissement conséquent des forces occidentales pour les contrer. Elles devront recueillir des renseignements pour connaître et évaluer les nouvelles performances des systèmes de défense aérienne avant d'adapter les contre-mesures ou les tactiques.

Que l'on acquière des systèmes sur étagère ou que l'on modernise d'anciens modèles, l'entretien d'une défense surface-air efficace sera nécessairement conditionné par un soutien logistique (approvisionnement et maintenance) et la formation des opérateurs. Le nombre de missiles livrés est par exemple un facteur central pour juger du danger que représente un système exporté, surtout si le réapprovisionnement est rendu compliqué par l'éloignement ou les pressions politiques. Par-delà la dimension matérielle, le degré de dangerosité d'une défense aérienne dépend de la qualité de ses opérateurs. En cas d'acquisition d'un nouveau système, les opérateurs sol-air devront suivre une formation auprès du fournisseur dont la durée et le coût seront en principe proportionnels à l'efficacité du dispositif. Les opérateurs locaux doivent avoir le niveau d'éducation nécessaire et la motivation indispensable pour s'approprier l'ensemble des instructions afin de bien maîtriser les différents modes de fonctionnement du système et comprendre comment les faire évoluer selon les actions de l'adversaire.

Quel impact pour la France ?

Les limites du modèle français de SEAD

Tout comme les *Livres Blancs sur la Défense et la sécurité nationale* de 2008 et de 2013, la *Revue Stratégique* de 2017 a réaffirmé l'ambition française d'avoir la capacité à « entrer en premier », c'est-à-dire à « pénétrer ces espaces contestés et à réduire le niveau de menace pour y conduire des opérations militaires⁷⁸ ». Pour y parvenir, il est impératif de revaloriser les capacités en matière de réduction, neutralisation ou destruction des défenses aériennes ennemies (SEAD), un champ qui a été largement désinvesti par la France et ses partenaires européens depuis la fin de la guerre froide, engendrant d'importantes lacunes capacitaires. Avec le retrait du service de l'AS-37 *Martel* en 1999, la France n'a plus aujourd'hui de moyens dédiés à la SEAD.

Cette perte de moyens dédiés ne signifie pas que les forces aériennes françaises sont aujourd'hui inaptes à réaliser de telles missions. Un modèle relativement original reposant sur une combinaison de survivabilité, de frappes de précision et de manœuvres tactiques a permis aux forces françaises d'assurer jusqu'à présent une forme de « SEAD du pauvre » parfois innovante mais qui dont il est permis de douter de la soutenabilité face à l'évolution de l'environnement.

L'absence de moyens antiradar et de brouillage offensif ne laisse pas le pilote entièrement démuné face à une défense sol-air. Les vols à basse altitude, sous le seuil minimum du radar d'engagement et l'exploitation des masques de terrain sont des méthodes habituelles qui permettent de réaliser des missions dans l'enveloppe théorique d'une défense sol-air qui serait dépourvue d'appareils de guet aérien. De même, des tactiques de diversion existent pour réduire la prédictibilité de la trajectoire des raids. Enfin, le renseignement d'origine électromagnétique permet de nuancer la menace en indiquant l'inactivité d'un système sol-air. Lors de l'opération en Libye, les forces françaises (avions de combat et hélicoptères) ont ainsi parfois décidé d'opérer à proximité de systèmes sol-air adverses considérés comme inactifs au regard de l'Ordre de bataille électronique (OdBE), un

78. *Revue stratégique*, *op. cit.*, p. 82. Pour une réflexion plus complète sur l'entrée en premier, lire C. Brustlein, « L'entrée en premier et l'avenir de l'autonomie stratégique », *Focus stratégique*, n° 70, Ifri, novembre 2016.

risque qu'auraient refusé de prendre leurs homologues américains⁷⁹. Cette prise de risque atteint cependant rapidement ses limites face à des systèmes intégrés et multicouches qui rendent les manœuvres évasives extrêmement risquées. Le cas récent de la destruction d'un F-16I israélien est une illustration : pris en chasse par 27 missiles sol-air tirés par la défense aérienne syrienne (SA-3, SA-5, SA-17), l'équipage a fait le choix de poursuivre sa mission, jugeant à tort pouvoir éviter la menace⁸⁰.

La propension du modèle français à la prise de risque est en partie renforcée par l'attention portée à la survivabilité. Cette dernière repose aujourd'hui sur les mesures avancées du Système de Protection et d'Évitement des Conduites de Tir du *Rafale* (SPECTRA). La suite électronique développée par Thalès et MBDA fonctionne sur l'association de détecteurs multispectraux (radar, laser et infrarouge) et de contre-mesures (brouilleurs défensifs à antenne active large, lance-leurres modulaires et lance-paillettes *Spirale* intelligents)⁸¹. La capacité de SPECTRA à assurer la survivabilité du *Rafale* face à une menace sol-air avancée a fait l'objet de débat. En effet, si les échos des exercices MACE XIII (2012) et MACE XIX (2018), qui se sont déroulés en Slovaquie et à l'occasion desquelles les escadrons de chasse et d'expérimentation (ECE) et de programmation et d'instruction de guerre électronique (EPIGE) ont pu se frotter à un S-300P (SA-10), semblent révéler la bonne performance du *Rafale*, il convient de rester prudent⁸². Tout d'abord le SA-10 slovaque correspond à une version assez ancienne qui ne saurait équivaloir à un SA-20 ou SA-21 tels que ceux déployés par la Russie en Syrie ou en Crimée. Il convient par ailleurs de garder à l'esprit que lors d'exercices interalliés les participants sont souvent réticents à montrer les pleines performances de leurs systèmes. Quoi qu'il en soit, il demeure évident que malgré ses qualités SPECTRA n'a pas vocation à être un instrument de pénétration d'une enveloppe de SDAI sophistiqué et ne saurait offrir de solution pérenne en matière de SEAD.

En sus de l'autoprotection, le modèle français dispose de moyens de frappe de précision qui permettent, à défaut de SEAD, de pratiquer la destruction de sites de défense aérienne (DEAD). Pour ce faire le moyen le plus indiqué, compte tenu de son rayon, d'action est le missile de croisière SCALP-EG et sa version navalisée, le MdCN. L'un comme l'autre souffrent

79. Entretien avec des officiers de l'armée de l'Air, Paris, 11 décembre 2012.

80. « Israeli Investigation Blames Aircrew of Downed F-16 », *Jane's Defence Weekly*, 27 février 2018.

81. « SPECTRA », *Jane's Radar and Electronic Warfare Systems (online)*, 24 mars 2018, p. 2.

82. « MACE XIX. Le Rafale face à la menace sol-air », armée de l'Air, disponible sur : www.defense.gouv.fr.

cependant de stocks extrêmement réduits qui ne permettent pas d'envisager une « entrée en premier » en toute autonomie. En effet, sur les 500 SCALP-EG commandés dans les années 2000 seuls 250 sont concernés par la rénovation à mi-vie, laissant présager à l'horizon 2025 un stock de munitions extrêmement limité au regard de l'emploi qui peut en être fait face à un SDAI (typiquement les quelques 200 *Tomahawk* tirés par les Américains dans les 24 premières heures de l'opération *Odyssey Dawn* en Libye). Cette faiblesse serait en partie compensée sur le plan qualitatif par une précision supérieure du SCALP-EG permettant de tirer un nombre plus réduit de missiles par cibles que le *Tomahawk*. Enfin, la non-rénovation de la moitié du stock de SCALP-EG devrait être en partie compensée par l'arrivée progressive des 200 MdCN qui sont enfin venus équiper les FREMM (avec un baptême du feu en avril 2018 au large de la Syrie) et devraient prochainement rejoindre les SNA de la classe *Suffren*.

Enfin, il convient de rappeler que les missiles de croisière ne sont pas les seuls moyens de frappe de précision à la disposition des forces françaises pour faire face à la menace sol-air. L'expérience libyenne a notamment démontré l'efficacité de l'armement air-sol modulaire (AASM) face à des systèmes relativement anciens (SA-3 et SA-8). Ce dernier est particulièrement performant lorsqu'il est associé à SPECTRA qui détecte, triangule et affine les coordonnées de la menace avant de les transmettre à l'optronique secteur frontal (OSF), lequel peut guider la frappe en toute discrétion sans allumer le radar RBE2. Là encore cependant, il faut se garder d'en conclure à la faisabilité de ce mode d'action face à des SDAI performants. L'allonge de l'AASM est ainsi de 70 km en haute altitude et jusqu'à 20 km en basse altitude, ce qui impliquerait, suivant les profils de vol, d'entrer dans l'enveloppe de SAM – même face à des systèmes courte ou moyenne portée si l'on considère les modèles les plus récents (SA-17, SA-22, HQ-16, etc.).

Ce bref tableau des capacités françaises à faire face à des défenses surface-air adverses démontre que nos armées sont loin de disposer d'une gamme de moyens leur garantissant une autonomie stratégique pour des opérations d'entrée en premier, même face à un adversaire de « second rang », mais possédant un SDAI relativement solide. Les conséquences de cette lacune capacitaire sont une dépendance accrue aux moyens américains, qui pourrait un jour se révéler problématique alors que les désaccords transatlantiques se multiplient et que la menace sol-air se diffuse à des théâtres où la France avait l'habitude d'agir en autonomie.

Sur le plan opératif, l'incapacité à confronter les menaces antiaériennes aurait des conséquences dirimantes, évidemment pour les forces aériennes, aéronavales et d'aérocombat, mais aussi pour toutes les

unités de surface, navales ou terrestres. Ayant pendant longtemps tenu la supériorité aérienne occidentale pour acquise, celles-ci ont depuis lors adopté des modes d'action et même des modèles de forces qui les en rendent largement tributaires. Qu'il s'agisse de missions de renseignement et de surveillance, d'appui à la mobilité stratégique (inter-théâtres) voire tactique (intra-théâtre), de communications tactiques, d'appui-feu et de soutien santé, les forces navales et terrestres sont aujourd'hui structurellement menacées par la modernisation et la diffusion des systèmes surface-air.

Implications capacitaires

Si la supériorité aérienne est désormais officiellement présentée comme « un prérequis des opérations militaires », il n'en découle pas que seules les forces aériennes puissent y contribuer. De fait, seule une approche multi-domaine permettra de pérenniser la supériorité aérienne ou de limiter les conséquences de sa contestation. À cette fin, nous proposons ici de lister brièvement une série de propositions capacitaires en matière de doctrine, d'organisation, de ressources humaines, d'équipement, de soutien, et d'entraînement (DORESE) susceptibles d'être engagées.

Armée de l'Air

Les forces aériennes sont logiquement les plus directement concernées par la menace surface-air. Dans l'optique d'une remontée en puissance et d'une pérennisation de l'aptitude à entrer en premier, il importera de revaloriser les missions de supériorité aérienne en général, et notamment la SEAD, qui devrait figurer en tête des capacités du Système de combat aérien futur (SCAF). Dans ce cadre, le développement d'un drone de combat à la SER réduite combinant des capacités avancées en matière de manœuvrabilité et de liaison de données devrait jouer un rôle dans la pénétration de SDAI performants. Un tel système pourrait avoir une fonction d'acquisition de cibles dans l'enveloppe des menaces surface-air, les retransmettant à des plateformes habitées restées à distance de sécurité. Une autre option serait d'en faire un système de frappe à part entière, capable d'emporter en soute une quantité suffisante de munitions. Avant de disposer d'un tel système, d'autres démarches de plus ou moins long terme peuvent être entreprises par l'armée de l'Air.

L'une des premières qualités d'une force aérienne tient à son niveau d'entraînement à un type de mission ou à un type de menace donnés. Or, avant même d'évoquer les lacunes matérielles en matière de SEAD, force est de constater que l'entraînement en environnement sol-air dégradé ne

semble pas satisfaisant au sein des forces aériennes françaises. Le Polygone de Guerre Électronique (PGE) franco-allemand précisément dédié à ce type de mission n'est équipé que d'un système SA-8 ainsi que de simulateurs SA-6 et ZSU 23/4, trois menaces aujourd'hui largement dépassées. La dissolution en 2014 de l'Escadron de guerre électronique 48.530 qui contribuait au PGE n'était à ce titre pas une bonne nouvelle⁸³.

Si une rénovation du PGE semble avoir été amorcée récemment avec un modeste budget de 16 millions de dollars provenant des fonds de l'OTAN, il serait opportun de la poursuivre en vue par exemple d'acquérir auprès de pays tiers certains systèmes sol-air chinois ou russes, utilisant ainsi la diffusion de la menace au profit de la préparation des forces⁸⁴. À plus long terme, l'identification d'un nouveau polygone d'entraînement (en France métropolitaine ou ailleurs) aux dimensions assez vastes pour accueillir des systèmes longue portée, réels ou simulés, serait une véritable plus-value pour la préparation des forces. Un tel dispositif devrait être adapté l'organisation d'exercices (éventuellement interalliés) complexes à grande échelle pour simuler une opération d'entrée en premier impliquant des avions en nombre de différents types.

Un autre facteur clé de la réussite d'une mission de réduction des défenses sol-air est de disposer d'un renseignement d'origine électronique (ROEM) de qualité permettant, en amont d'une opération, d'établir un OdBE complet des adversaires potentiels ainsi que de tenir à jour les bibliothèques des systèmes d'autoprotection des avions de combat. À cet égard, l'acquisition prévue par la LPM de trois avions de reconnaissance stratégique équipés d'une charge universelle de guerre électronique (CUGE), doivent constituer des priorités absolues pour l'armée de l'Air en vue de remplacer les Transall C-160 *Gabriel* et les pods ASTAC adaptés en 2016 pour les *Mirage 2000D*. De même, l'adaptation d'une charge ROEM sur *Reaper* et, à terme, sur l'*EuroDrone* MALE semble tout à fait opportune, la persistance des drones les rendant particulièrement adaptés à cette fonction de recueil. L'acquisition d'un système de drone HALE pourrait à cet égard se révéler fort utile dans l'optique d'une capacité de recueil de renseignement stratégique à distance de sécurité.

Une fois l'opération déclenchée, le besoin en ISR, non seulement radar mais sur l'ensemble du spectre électromagnétique, ne sera que plus important. On estime ainsi que les besoins en ISR sont trois fois plus importants en cas d'opération d'entrée en premier (30 % contre 10 % pour

83. L. Lagneau, « La discrète dissolution de l'Escadron de guerre électronique 48.530 », *Zone militaire*, disponible sur : www.opex360.com.

84. « US, NATO Allies Take Flight at Polygone », disponible sur : www.ramstein.af.mil.

les opérations en environnement plus permissif⁸⁵). En plus des moyens ROEM stratégiques et tactiques déjà évoqués, la mise en œuvre de capteurs SAR/GMTI pour détecter des cibles dynamiques sont des capacités critiques face à une menace surface-air de plus en plus mobile. Là encore, les drones devraient s'avérer des plateformes idoines pour mettre en œuvre ces missions dangereuses en environnement contesté.

Une fois la force entraînée et les informations collectées, il faut disposer des moyens de frapper les systèmes surface-air. Comme décrit plus haut, l'armée de l'Air dispose à cet égard de plusieurs moyens qu'il conviendrait de moderniser pour répondre à l'ambition affichée par la France d'une aptitude à l'entrée en premier. La relance de la production des SCALP-EG rénovés apparaît à cet égard comme le point le plus important et sans doute le plus aisé à mettre en œuvre compte tenu de l'existence de la technologie. Dans un second temps, d'autres mesures peuvent être prises, notamment face à la modernisation des menaces de courte et moyenne portées (SA-17, SA-22), consistant à accroître encore l'allonge de l'AASM de manière à pérenniser la capacité DEAD. À plus long terme, il convient de poursuivre et d'accélérer les recherches sur l'hypervélocité, déjà en amorcées dans le cadre de la rénovation de la dissuasion nucléaire. Le développement et l'acquisition, même en faible nombre, de missiles hypersoniques devrait alors profondément remettre en cause la dangerosité des intercepteurs sol-air. Enfin, il serait légitime d'explorer l'opportunité de développer un missile antiradar, en s'appuyant éventuellement sur des armements existants, comme le missile air-air *Meteor* dont la portée, le système de guidage terminal et l'interopérabilité correspondent déjà en partie au besoin.

Un autre axe à explorer pour les forces aériennes concerne les moyens d'attaque électronique. Si des PEA ont été lancés à plusieurs reprises par le passé en vue de développer une nacelle de brouillage offensif sur *Rafale*, aucun n'a débouché sur des programmes d'équipement. Compte tenu du savoir-faire des industriels français en la matière, et en capitalisant sur les résultats encourageants de SPECTRA en matière d'autoprotection ainsi que des potentialités du RBE2 AESA, il semble pertinent de se pencher sur une telle opportunité éventuellement en commun avec des partenaires européens.

Enfin, le cadre de développement du SCAF devrait impérativement inclure une réflexion sur l'acquisition d'une capacité de saturation des défenses surface-air, notamment via l'utilisation de plateformes non

85. « Allocution du général Steininger, conseiller auprès du SG au SGDSN », n.d., p. 6, disponible sur : www.cesa.air.defense.gouv.fr.

habitées. Il s'agirait ici de retrouver un avantage numérique que la balance actuelle entre les parcs réduits d'avions de combat et de munitions d'une part, ceux des systèmes SAM d'autre part, n'autorise plus. Cette approche, reposerait entre autres sur l'emploi de mini-drones aérolargués, opérant en collaboration d'aéronefs habités, ou en essaim depuis des « vaisseaux-mères » en dehors de la bulle du SDAI. Tout l'enjeu est de maintenir le drone à un coût raisonnable tout en lui conférant les capacités suffisantes (portée, guidage autonome, charges diverses type leurre, GE ou explosive) ce qui plaide pour des engins modulaires. Ces concepts ayant déjà inspiré des expérimentations comme celles *Gremlins* de la DARPA devraient être sources d'inspiration pour le SCAF⁸⁶. À moindre échéance, la France pourrait envisager l'achat sur étagère d'une flotte d'ADM-160 MALD. Ces drones consommables bénéficient d'un système d'accroissement de la SER de manière à simuler un escadron de chasse ou de bombardier en formation d'attaque⁸⁷. Développé par Raytheon et commandés à plus de 3 000 exemplaires par l'US Air Force, ce dispositif permettrait de saturer les radars, jouant ainsi le rôle de « fumigène », voire d'épuiser les stocks de missiles ennemis.

Marine

En ce qui concerne la Marine nationale, il convient tout d'abord de rappeler que les recommandations pour l'armée de l'Air s'appliquent en large partie aux forces aéronavales et tout particulièrement au groupe aérien embarqué.

À l'instar des forces aériennes, la Marine dispose d'atouts importants mais à renforcer en matière d'ISR et de ROEM, tant de par ses unités de surface, sous-marines qu'aériennes. Dans la perspective d'une préparation stratégique à des missions SEAD futures, il convient logiquement de mobiliser les moyens de patrouille et de surveillance maritimes ainsi que les bâtiments hauturiers et sous-marins d'attaque en croisière pour affiner plus systématiquement les perceptions de la menace sol-air des pays longés par les navires de la Marine. Par ailleurs les moyens de renseignement surfaciques tels que le *Dupuy-de-Lôme* constituent naturellement une capacité-clé qu'il conviendrait même de densifier – par un facteur 2 au minimum, en vue d'une permanence à la mer, mais plus vraisemblablement par 3 ou 4 compte tenu de ses nombreuses missions.

86. « Future Combat Air System – FCAS, manned and unmanned European system by Airbus & Dassault », vidéo disponible sur : www.youtube.com.

87. T. Rogoway, « The Pentagon's Flying Decoy Super Weapon Is About To Get Much Deadlier », *FoxtrotAlpha*, 12 novembre 2014, disponible à l'adresse : foxtrotalpha.jalopnik.com.

En ce qui concerne les moyens aériens ISR et ROEM de patrouille et de surveillance maritime, ces derniers présentent un intérêt par rapport aux appareils de l'armée de l'Air en raison d'une polyvalence qui leur permet d'effectuer des missions de recueil discrètes sans nécessairement être estampillés « renseignement ». Des interrogations subsistent en revanche sur la pérennisation de l'*Atlantique 2* au-delà de 2030, et ce malgré la revue à la hausse de son programme de rénovation dans la LPM. La vétusté de l'appareil et son faible taux de disponibilité contraignent fortement les capacités de renseignement de la Marine. Une solution à moyen terme pourrait être de renforcer les capacités de surveillance maritime avec l'acquisition d'un nouvel appareil tel que le *Falcon 2000 MRA* lequel a des capacités de guerre électronique ainsi que de détection et de ciblage transhorizon qui pourraient se révéler fort utiles dans la perspective de missions SEAD. Enfin, tout comme pour l'armée de l'Air, les drones de la Marine devraient jouer à court et moyen termes un rôle de plus en plus important pour fournir un ISR capable de pénétrer des SDAI performants en vue de préparer et de soutenir les capacités de frappe. Si le porte-avion et les porte-aéronefs tels que les BPC semblent les plus immédiatement indiqués pour le lancement de telles plateformes, il serait également intéressant d'étudier la faisabilité d'un lancement de drones aériens depuis des sous-marins, y compris en immersion périscopique à la manière de l'*Outrider* présenté par Lockheed-Martin en 2017⁸⁸.

Au cœur de la contribution de la Marine à la lutte contre les menaces surface-air se trouve sa capacité de frappe à distance de sécurité rendue possible par les MdCN. Tout comme dans le cas du SCALP-EG, les stocks réduits de cet armement limitent considérablement la crédibilité de l'aptitude à conduire une opération d'entrée en premier. Il conviendrait donc en priorité d'accroître la cible de MdCN. De même, le nombre de cellules VLS (16) présentes sur les FREMM semble sous-dimensionné au regard du nouvel environnement opérationnel. En comparaison, les futures frégates *Type-26* britanniques disposeront quant à elles de 48 tubes lance-missiles. À défaut de redimensionner l'armement mer-terre des FREMM, on pourrait imaginer le développement à coût plus raisonnable d'un « *striker* », navire-arsenal inséré au sein d'un groupe naval avec pour seule fonction de conduire des tirs de missiles⁸⁹.

Cette capacité de tir de missiles de croisière devra s'appliquer également à la composante sous-marine dès que sera mise en service la

88. « Lockheed Martin présente son drone Outrider », *Apps&Drones*, 26 septembre 2017, disponible sur : www.apps-drones.com.

89. R. Loire, « Le 'Frappeur', missileur pour l'âge des réseaux et des missiles guidés », *DSI Hors-Série*, octobre 2017.

classe *Suffren*. Prévue pour 2019, cette introduction doit constituer une priorité pour la Marine en vue de compléter de façon déterminante sa gamme de moyens. À l'instar des FREMM cependant, cette capacité demeurera contrainte par le nombre relativement réduit de missiles et de lanceurs. En se projetant au-delà de 2030 et si elle se place dans la perspective d'une remontée en puissance ambitieuse, la Marine pourrait réfléchir, dans le cadre du renouvellement de sa flotte de SNLE à la reconversion d'un des navires de la classe *Le Triomphant* en sous-marin nucléaire lanceur de missiles de croisière (SSGN), comme cela avait été fait pour 4 bâtiments américains de la classe *Ohio* dont les 22 lanceurs de SLBM avaient été transformés pour accueillir 154 missiles *Tomahawk*. À plus long terme, la Marine serait toute désignée pour la mise en œuvre d'éventuels missiles hypersoniques évoqués préalablement.

Enfin, il convient de rappeler, même si c'est une évidence historique depuis la Seconde Guerre mondiale, que la supériorité aérienne est, et demeure un impératif catégorique de la maîtrise des mers en surface. Pour autant, l'évolution de menace sol-air comme mer-air devrait inciter la flotte de combat et de soutien à accorder dans sa doctrine et ses développements capacitaires une plus grande attention à l'autoprotection. Par-delà l'équipement des seules frégates antiaériennes, l'acquisition de systèmes CIWS avancés à l'instar de ceux équipant toutes les grandes marines du monde pourrait être envisagée en vue de la révision de la LPM en 2021.

Armée de Terre

Bien que moins souvent associées à la réflexion sur la menace sol-air que les autres armées, les forces terrestres sont pourtant, elles aussi, concernées par cette problématique, de façon directe du fait des aéronefs en service dans les forces terrestres, mais également de façon indirecte du fait de la dépendance désormais structurelle aux appuis et soutiens évoluant dans le domaine aérien⁹⁰.

De par sa vitesse, son altitude de vol et ses missions prioritaires d'appui au profit du reste de forces terrestres, l'ALAT sera sans doute la première arme à être concernée par la menace sol-air. Même sur un théâtre aussi permissif que le Mali durant l'opération Serval, il est significatif que la première perte française ait été celle d'un pilote de *Gazelle* touché par des tirs sol-air, même de moyen calibre. Cet exemple illustre la

90. Une tentative d'amorcer la réflexion a été lancée avec l'étude « Entrée en premier et déni d'accès : quels défis pour les forces terrestres ? », *Lettre de la prospective*, n°5, CDEC, mai 2018. Lire aussi E. Tenenbaum, « Le rôle stratégique des forces terrestres », *Focus stratégique*, n° 78, Ifri, février 2018, disponible sur : www.ifri.org.

vulnérabilité des plateformes à voilure tournante, *a fortiori* dans le contexte de prolifération des SATCP. Il importe donc de faire évoluer la doctrine d'aérocombat – surtout dans le cadre des « opérations autonomes » ou « dans la profondeur du dispositif ennemi⁹¹ » – en prenant en compte l'évolution de la menace⁹².

D'une manière générale, mieux vaudrait ne pas trop extrapoler sur les RETEX de la Libye ou de l'Afghanistan : l'environnement opérationnel futur ne sera sans doute pas aussi permissif. En matière d'entraînement le savoir-faire du vol tactique doit demeurer un élément essentiel de la préparation opérationnel, tout comme les exercices dans un PGE rénové (*cf. supra*) face à une FORAD crédible. Sur le plan capacitaire enfin, il importerait de poursuivre le développement de l'autoprotection (CME anti-SATCP notamment) des hélicoptères de l'ALAT.

Les troupes aéroportées sont, elles aussi, très directement concernées par la menace surface-air. L'accroissement considérable de la portée verticale des nouveaux systèmes, y compris courte et moyenne portée, interdit naturellement d'envisager toute opération aéroportée en environnement aérien contesté. De même, les drones en service dans les forces terrestres (SDTI, DRAC) seront très vraisemblablement des cibles privilégiées des systèmes sol-air adverses. Il conviendrait éventuellement d'étudier la mise en place de CME permettant de renforcer la survivabilité.

Par-delà la menace directe que les systèmes sol-air ne manqueront pas de faire peser sur les moyens aériens, aéromobiles et aéroportés des forces terrestres, ces dernières doivent prendre acte de très importantes contraintes indirectes que feraient peser sur elles la diffusion de menaces sol-air avancées. C'est l'ensemble des appuis aériens (feu, mobilité, C4ISR, EVASAN, etc.) qui pourraient être ainsi remis en cause. À cet égard, l'armée de Terre gagnerait à retrouver une certaine autonomie sur des segments clés désinvestis depuis des années.

C'est notamment le cas de l'appui-feu organique, réduit à la portion congrue depuis les années 1990 avec la fonte des tubes d'artillerie. En effet, le simple accroissement du nombre de missions de supériorité aérienne rendrait l'aviation moins disponible qu'elle n'a pu l'être dans les années passées pour les sorties CAS. Ce raisonnement s'applique dans une certaine mesure aux appuis-mobilité du génie et du train, lesquels ont aussi été réduits sur l'autel de l'aérotransport. L'absence de maîtrise totale de

91. ALAT 20.001, Doctrine d'emploi des forces aéromobiles de l'armée de Terre, CDEC, p. 39.

92. Voir sur ce point des réflexions déjà amorcées in E. de Durand, B. Michel et E. Tenenbaum, « La guerre des hélicoptères. L'avenir de l'aéromobilité et de l'aérocombat », *Focus stratégique*, n° 32, Ifri, juin 2011, disponible sur : www.ifri.org.

l'espace aérien par les forces amies doit également inclure une réflexion renouvelée sur l'artillerie sol-air, autre capacité fortement dégradée, en vue d'accroître la protection des déploiements terrestres, notamment vis-à-vis de la menace des drones dont les conflits récents ont démontré qu'elle était d'ores et déjà employée par une large gamme d'acteurs. Enfin d'une manière plus générale, il semble pertinent que l'armée de Terre intègre davantage qu'elle ne le fait aujourd'hui l'hypothèse d'une perte, même temporaire et ponctuelle, de la supériorité aérienne dans sa préparation opérationnelle et ses exercices⁹³.

Enfin, l'optique du combat multi-domaine doit inciter les forces terrestres à se concevoir non plus seulement comme des consommateurs mais également pourvoyeurs d'effets interarmées. Celles-ci pourraient ainsi à l'avenir réfléchir à la contribution qu'elles pourraient apporter à la lutte contre le déni d'accès, voire à des missions SEAD depuis la terre via l'application de feux terrestres dans la profondeur par le Lance-roquette unitaire (LRU) dont la portée est supérieure à 70 km, soit davantage par exemple que l'allonge d'un SA-17 (30-40 km). Des défis aériens comme l'enclave de russe de Kaliningrad peuvent prendre une dimension toute différente s'ils sont analysés au prisme d'une stratégie terrestre.

Capacités interarmées

En complément des stratégies et axes de développement capacitaires propres à chaque armée, le défi des menaces surface-air appelle également à la mobilisation de moyens interarmées, lesquels pourraient se révéler les plus innovants. Trois champs d'action semblent particulièrement prometteurs à cet égard : l'espace, le cyber et les forces spéciales.

Les capacités spatiales sont amenées à jouer un rôle déterminant en matière de renseignement dans la phase de préparation stratégique comme en cas de confrontation directe avec une menace surface-air. Au fur et à mesure que se développent des bulles d'interdiction aériennes et navales, le recueil de renseignement image et électromagnétique sera de plus en plus difficile. L'espace constitue bien à cet égard « l'ultime frontière » pour conduire les missions ROEM et ROIM. Le financement des programmes CERES et CSO est à cet égard déterminant, ce qui semble avoir bien été pris en compte par le pouvoir exécutif et législatif à l'occasion de la LPM.

Les cyberarmes constituent l'un des axes de développement les plus prometteurs des missions SEAD. Dès 2007, l'opération *Orchard* au cours

93. L'hypothèse est clairement évoquée dans *Action Terrestre Future*, Paris, État-major de l'armée de Terre, septembre 2016.

de laquelle l'aviation israélienne a détruit un site industriel syrien dans la région de Deir ez-Zor a semble-t-il eu recours à un code malveillant visant à induire en erreur le SDAI adverse en faussant les données des écrans radar⁹⁴. L'informatisation croissante des systèmes sol-air devrait à l'avenir multiplier les opportunités de ce type d'opération. Il faut cependant demeurer conscient des difficultés de développement d'une telle arme (qui nécessite un renseignement complet sur les systèmes C4I adverses), ainsi que d'accès à un réseau fermé (par le biais d'action clandestine, de forces spéciales, ou par transmission électromagnétique, éventuellement par une plateforme aéroportée *via* les segments communications des batteries SAM). Enfin, comme toute cyberarme un virus anti-SDAI serait à usage unique, ce qui limite selon toute probabilité son emploi à un niveau stratégique.

Il convient enfin d'évoquer le rôle critique que sont susceptibles de jouer les forces spéciales dans le cadre d'opérations d'entrée en premier contre un adversaire muni de systèmes surface-air avancé. Ce fut notamment le cas lors de la première guerre du Golfe lorsque dans la phase initiale de l'opération un raid nocturne des forces spéciales permit de localiser puis de neutraliser plusieurs radars irakiens d'alerte avancée, créant ainsi un couloir de pénétration, qui servit par la suite aux premiers vols d'attaque sur l'Irak. Il faut cependant garder à l'esprit que les modalités d'insertion et d'appui (hélicoptères, avions, sous-marins) de tels commandos seront précisément contraints par la nature de la menace sol-air ou plus généralement par les modalités de déni d'accès mises en place par l'adversaire⁹⁵.

94. D. A. Fulghum, « Why Syria's Air Defenses Failed to Detect Israelis », *Aviation Week and Space Technology*, 3 octobre 2007 et T. Withington, « Code of Mass Disruption », *Armada International*, octobre 2012.

95. Voir les réflexions tenues lors de la 2^e Convention annuelle des forces spéciales, 3-4 avril 2018.



ifri

institut français
des relations
internationales