

Observatoire de la défense antimissile

Défense antimissile : débats et actualités

STÉPHANE DELORY

FONDATION
pour la RECHERCHE
STRATÉGIQUE



SOMMAIRE

| | |
|---|-----------|
| AVANT-PROPOS | 5 |
| VEILLE | 7 |
| QUESTIONS POLITIQUES ET STRATEGIQUES | 11 |
| AMERIQUE DU NORD | 11 |
| 1. « Left of launch » : la défense antimissile autrement | 11 |
| 1.1. Vers une redéfinition de la défense antimissile ?..... | 11 |
| 1.2. La défense antimissile cinétique : une impasse ?..... | 12 |
| 1.3. Left of launch, syndrome d'une moindre capacité d'engagement | 14 |
| 1.4. La défense antimissile cinétique est-elle vraiment une impasse ?..... | 15 |
| EUROPE | 17 |
| 1. Les États proliférants peuvent-ils rester la principale justification de la défense antimissile en Europe | 17 |
| 1.1. Quels proliférants ? | 17 |
| 1.2. Programmes existants : le cas de l'Iran | 19 |
| 1.3. Évolutions visibles du programme iranien : le travail sur les corps de rentrée..... | 20 |
| 2. Russie, la longue construction d'une architecture de défense antimissile | 24 |
| 2.1. Évolution de l'organisation des forces antimissiles | 24 |
| 2.2. De la VKO à la VKS | 25 |
| 2.3. Une architecture encore en devenir..... | 27 |
| ASIE 28 | |
| 1. Corée du Nord : évolution rapide de la menace ? | 28 |
| 1.1. La question des propulsions..... | 28 |
| 1.2. L'évolution des têtes et de leur étage | 29 |
| 1.3. Vers une rupture dans la capacité de frappe tactique ?..... | 31 |
| QUESTIONS TECHNIQUES, TECHNOLOGIQUES ET INDUSTRIELLES | 34 |
| 1. Rapport FY 2015 du DOT&E, bilan des essais et évaluation 2015 | 34 |

| | |
|--|-----------|
| 2. Laser et mission antimissile : au-delà du C-RAM ? | 41 |
| 2.1. HELLADS..... | 41 |
| 2.2. D'autres solutions..... | 42 |
| 2.3. Laser C-RAM en Europe..... | 43 |
| BREVES | 44 |
| 1. Vers le successeur du Green Pine..... | 44 |
| 2. Fin de parcours pour le JLENS ?..... | 44 |
| 3. Hypersonique : la solution russe..... | 45 |
| PUBLICATIONS ET SÉMINAIRES | 47 |
| 1. Missile Defense: Assessment of DOD's Reports on Status of Efforts and Options for Improving Homeland Missile Defense, GAO, 17 février 2016..... | 47 |
| CALENDRIER | 50 |
| GLOSSAIRE | 52 |
| ANNEXES | 55 |
| 1. Rappel du rapport du DOT&E de février 2015 (campagne d'essai 2014)..... | 55 |
| 2. L'exercice FTO-02 event 1 et event 2..... | 57 |

AVANT-PROPOS

Ce numéro de l'observatoire est plus particulièrement centré sur les questions de prolifération balistique¹. Amplement traité dans les années 2000, le sujet passe lentement de mode, le public comme les responsables étatiques tendant à la considérer comme un fait, certes peu acceptable mais difficilement réversible. L'Iran comme la Corée du Nord, par la répétition des essais, ont ainsi placé la communauté internationale devant une sorte de fatalité, que les États acceptent plus ou moins facilement. S'il est probable que les tirs en série en Corée du Nord continuent à préoccuper Séoul, il y a bien longtemps que la majorité des pays européens a cessé de s'en soucier. L'Iran l'a d'ailleurs bien compris et a fêté la signature du JCPOA de quelques tirs de Shahab-3, contribuant à instiller l'idée que les essais balistiques ne devaient plus être considérés comme relevant des sanctions. Il n'est pas à exclure que Téhéran finisse par en convaincre des pays européens, nombre d'entre eux risquant d'être tentés de normaliser la situation par les échanges commerciaux et le développement économique que par le retour à des politiques de sanctions.

Il y a là un curieux paradoxe. La guerre en Irak (1991) et le phénomène proliférant des années 1990 ont en effet contraint les États occidentaux à prêter une très grande importance aux missiles balistiques, assimilant Scud B et C à des armes de destruction massive et déployant un vaste spectre de mesures pour limiter non seulement leur prolifération, mais

aussi la capacité de fabrication et de conception des États proliférants. Or, si la menace représentée par ces vecteurs était indéniable, la perception du danger représenté par la prolifération balistique est restée associée aux technologies du missile Scud (Scud et No Dong). Or, à un moment où ces mêmes États proliférants démontrent une capacité – parfois restreinte – à faire évoluer ces technologies (Corée du Nord) alors que d'autres (Iran) peuvent anticiper une plus large coopération avec la Russie ou la Chine, le risque posé par la prolifération balistique tend plus à s'assimiler à une incantation qu'à une évaluation précise induisant des décisions réfléchies. De surcroît la dissémination des technologies auprès de pays alliés (Turquie, Corée du Sud) – les alliés ne prolifèrent pas – crée un risque supplémentaire, plus particulièrement sur les technologies de propulsion solide ou le guidage.

La modernisation prévisible des arsenaux soulève bon nombre d'interrogations et devrait remettre la question de la dissuasion, sous toutes ses formes, au centre des préoccupations des États européens, qui demain seront directement exposés aux menaces. Si l'on admet que l'association systématique entre arme balistique et arme de destruction massive continue à faire sens d'un côté, mais est également invalidée par l'évolution de vecteurs de plus en plus aptes à la frappe conventionnelle, adapter les différents outils de la dissuasion semble en effet impératif, tant en termes offensifs que défensifs, que conventionnels ou que nucléaires. La place exacte de la défense antimissile serait de surcroît probablement à redéfinir, la menace d'un État proliférant potentiellement nucléaire et celle d'un État proliférant qui n'est plus

¹ Les questions de prolifération étant mis en avant, quelques détails ont été donnés sur les questions de propulsion, de guidage ou de têtes, ces questions étant relativement importantes.

totallement considéré comme tel pouvant non seulement être différente, mais pouvant aussi inciter les États européens à traiter la menace sous des angles très divergents.

Au-delà de la menace cependant, sans doute faudrait-il évaluer l'acuité de celle-ci. Est-il nécessaire de poursuivre l'effort défensif tel qu'il a été conçu jusqu'à nos jours ou faut-il le faire évoluer ? Si oui, dans quel sens ? Et si non, pourquoi doit-on considérer que la menace pourrait être traitée avec les systèmes existants ou directement dérivés ? La pause du programme nucléaire iranien permet-elle d'envisager des ruptures dans les programmes de défense antimissiles de l'OTAN, soit pour aménager les systèmes existants, soit pour en proposer d'autres ? Autant de questions qui supposent la fin du statu quo et une démarche plus proactive dans la définition des menaces.

Pour les pays européens, le fond du problème est que la réflexion se fait sans eux. Du côté des pays proliférants évidemment, mais aussi du côté des États-Unis, qui restent le seul État à pouvoir assurer leur protection face à ce type de menace, et du côté de la Russie ou peut être de la Chine, qui demain pourraient être des partenaires majeurs de l'Iran. Dès lors, il n'est pas totalement improbable que les États européens s'aperçoivent qu'ils sont vulnérables à des phénomènes de coercition politique et que leur marge de manœuvre face à l'Iran s'est considérablement réduite, faut d'instrument adéquat pour gérer des systèmes plus modernes et plus souples que ceux actuellement déployés.

VEILLE

États-Unis

29 janvier, [Raytheon s'est vu notifier un contrat](#) avec l'Allemagne, la Grèce, Israël, le Japon, la Corée du Sud, l'Arabie Saoudite, le Koweït, les Pays-Bas, le Qatar, l'Espagne, Taiwan et les Émirats Arabes Unis pour des services d'ingénierie sur le programme PATRIOT, durant l'année 2016 jusqu'au 31 janvier 2017. Le montant de la modification s'élève à plus de 212 millions de dollars.

2 février, [Ashton Carter, Secrétaire américain à la Défense, déclare que les efforts du DoD Strategic Capabilities Office se concentreront, entre autres, sur une gun-based missile defense](#), lors d'une rencontre portant sur le budget de l'année 2017.



2 février, [Raytheon annonce avoir terminé une série d'améliorations sur le radar du système PAC-3 sur fonds propres. Les évolutions sont basées sur l'application de composant de nitrure de gallium sur une antenne AESA opérant à 360°](#). Rappelons que ces améliorations sont instamment attendues par les forces américaines. [Le 27, les deux premiers prototypes sont annoncés comme prêts](#) à partici-

per aux évaluations des forces américaines.

2 février, [Ashton Carter, Secrétaire américain à la Défense, déclare vouloir améliorer les SM-6 pour arriver à une portée supérieure à 200 milles nautiques \(370 km\). Ashton Carter a également annoncé qu'un budget de 2,9 milliards de dollars sera compris dans le Future Years Defense Program pour les SM-6, afin d'en acquérir 650 et de les développer dans une version antinavire.](#)

2 février, [les États-Unis pourront maintenir leur présence sur l'atoll de Kwajalein – où est installé le Ronald Reagan Ballistic Missile Defense Test Site –, dans les Îles Marshall, jusqu'en 2086, le MUORA ayant été prolongé de cinquante ans à partir de 2016, avec une période supplémentaire en option de vingt ans.](#)

4 février, [le Naval Sea Systems Command annonce que l'U.S. Navy a procédé à 4 essais de SM-6 Block I sur les côtes hawaïennes, entre le 11 et le 22 janvier 2016. S'il faut en croire le langage sibyllin du vice-amiral Jon Hill \(Program Executive Officer for Integrated Warfare Systems – PEO IWS\), qui parle d'interception au-delà de l'horizon, ces essais ont été réalisés en engagement coopératif ou en NIFC-CA.](#)

9 février, [le Vice Admiral James Syring – Directeur de la MDA – a révélé sa requête pour le budget de la FY17. Le montant total s'élève à 7,5 milliards de dollars, dont les dépenses sont détaillées très précisément](#) (pour voir les estimations de la MDA, cliquez [ici](#)).

11 février, [une enquête concernant l'incident du JLENS survenu en octobre 2015 a conclu que la cause était une combinaison d'erreurs de conception, d'erreurs humaines et de problèmes procéduraux. Selon le Maj. Beth Smith \(NORAD\), le programme devrait être relancé et nécessite l'intégration d'un nouvel aérostat de contrôle de tir, la formation du personnel, la mise en œuvre de changements et de procédures recommandés et plus de budget.](#)

12 février, [Raytheon s'est vu modifier un contrat précédent pour l'intégration d'une common hardware-software capability dans les SM-3 Block IIA. La valeur de la modification s'élève à 17 millions d'euros, qui viennent s'ajouter à 1,63 milliard d'euros déjà engagés. Les travaux devraient être terminés pour le 30 novembre 2016.](#)

15 février, Millenium Space Systems a commencé l'intégration du capteur « [Wide Field of View \(WFOV\) Testbed](#) » devant être

déployé sur un satellite géosynchrone. Il s'agit d'un des éléments du programme OPIR visant à moderniser la détection infrarouge des plates-formes aéroportées et spatiales américaines. Elle devrait être terminée pour l'été 2016. Le *Testbed* est conçu [pour renforcer les capacités du SBIR et du DSP dans les missions d'alerte balistique](#).

8 mars, [l'administration demande au Congrès de pouvoir dépenser 27,2 millions de dollars pour relancer les opérations du JLENS](#), somme qui s'ajoute aux 45 millions requis pour FY17, [demande rejetée](#) par Thad Cochran (Républicain), président du comité des appropriations du Sénat, mais aussi par le n°2 de l'opposition démocrate au Sénat, Richard Durbin.

10 mars, [l'Admiral Bill Gortney \(NORTHCOM\) déclare au Sénat que les États-Unis doivent augmenter leur défense antimissile pour contrer les menaces croissantes, notamment celles de la Corée du Nord](#).

11 mars, [Lockheed Martin s'est vu modifier un contrat précédent avec l'Arabie Saoudite, à hauteur de 73 millions de dollars, pour l'exécution d'une option sur les PAC-3, substituant 64 missiles MSE à 64 missiles CRI](#), évolution qui doit être effective en juin 2019. Cette opération tend à montrer que le MSE pourrait très rapidement devenir le produit d'export de référence sur le PAC-3, au détriment des versions plus anciennes (PAC-2 GEM / GEM-T) ou intermédiaires (CRI).

11 mars, [Northrop Grumman s'est vu modifier un contrat précédent pour l'exécution d'une option, à hauteur de 19 millions de dollars, pour la fourniture de on-orbit operations and sustainment for the Space Tracking and Surveillance System](#). Le contrat semble indiquer que le STSS devrait poursuivre sa mission quelques années encore.

17 mars, [Raytheon a procédé avec succès à des essais de son système PATRIOT \(PDB-8\), utilisant un missile PAC-3 MSE suivi par un intercepteur GEM-T](#).

22 mars, le Lt. Gen. David Mann – commandant de l'U.S. Army Space and Missile Defense Command et commandant du *Joint Functional Component Command for Integrated Missile Defense* – déclare que [les États-Unis envisagent le développement de systèmes THAAD en Europe et au Moyen-Orient](#).

30 mars, la MDA étudie la possibilité de donner une capacité opérationnelle à [l'Aegis Ashore du Pacific Missile Range Facility de Kauai \(Hawaï\)](#), un rapport d'évaluation étant attendu en août 2016.

États-Unis – Israël

6 février, [l'armée israélienne annonce l'exercice bilatéral de défense antimissile, intitulé Juniper Cobra. L'exercice a commencé la semaine du 8 février et a impliqué les six systèmes suivants : Aegis, THAAD, PATRIOTS, Arrow-3, David's Sling et Iron Dome](#).

États-Unis- OTAN

24 mars, création d'une task force spécifique au sein de la 6^{ème} flotte, dédiée aux missions antimissiles. [La CTF-64 aura la responsabilité des Aegis Ashore](#).

Turquie

26 février, [Ismail Demir – sous-secrétaire turc pour les industries de défense – déclare](#) : "We could produce long-range missiles [for the missile defense system] by ourselves, as well as to evaluate the capabilities for the cooperation, including with the companies that have sent applications for participation in the tender".

Turquie – OTAN

1^{er} février, Pour mémoire, un membre de l'OTAN révèle que [l'Alliance veut accroître sa présence en Turquie](#) – en réponse aux violations russes –, notamment grâce à des AWACS et des systèmes antimissiles.

Pologne

10 février, [le Department of Defense américain a choisi la firme AMEC pour la construction de la base polonaise de la Phase III de l'EPAA](#). La valeur du contrat s'élève à près de 183 millions d'euros et les travaux devraient être terminés le 9 avril 2018.

11 février, [le vice-ministre de la Défense polonais a déclaré que le système PATRIOT est le premier choix polonais en termes de défense antimissile](#), à condition que le prix soit revu à la baisse et que la Pologne puisse accéder à certaines technologies de défense américaines. Le **25 février**, [le](#)

[vice-ministre de la Défense polonais a cependant annoncé avoir relancé des discussions avec Lockheed Martin, au sujet du système MEADS.](#)

15 mars, [Lockheed Martin annonce être en discussions avec la Pologne et la Turquie au sujet du MEADS](#)

Russie

1^{er} février, [la Russie compte achever les premiers prototypes de S-500 et commencer les pré-tests avant la fin de l'année 2016.](#) Le **2 février,** Viktor Mourahovski, membre du conseil d'experts de la commission militaro-industrielle russe, déclare que [les S-500 devraient subir des essais au niveau étatique en 2020](#), avant de rentrer en service. Le **6 février,** [Viktor Murakhovsky, conseiller à la Commission militaro-industrielle russe, déclare que le S-500 dispose de caractéristiques exceptionnelles](#), annonçant une capacité d'interception de vecteur de vélocité de 5 km/s pour une altitude d'interception allant jusqu'à 200 km et une portée maximale de 600 km. Le type d'intercepteur auquel ces performances font référence n'a pas été précisé, mais il s'agit probablement du 77N6. Un point sera fait sur le système dans le prochain bulletin.

2 février, [l'Ambassadeur russe en Corée du Sud, Alexander Timonin, déclare](#) que le déploiement de THAAD en Corée du Sud n'améliorera pas la paix ni la sécurité dans l'Asie du Nord-Est.

20 février, Dmitry Rogozin, Vice-Premier ministre russe, déclare que [la Russie est sur le](#)

[point de développer une nouvelle génération d'armement et de matériel militaire pour assurer sa défense aérienne et spatiale.](#)

25 février, [la Russie a déployé des S-300 dans le cadre d'un exercice de district militaire ouest.](#) Les S-300 ont détecté des cibles aérodynamiques et balistiques, avant de tirer en salves contre des cibles ennemies désignées. L'exercice a eu lieu dans les régions de Leningrad, Nizhny Novgorod, Kursk et Voronej.

29 février, [exercices tactiques des systèmes de missiles tactiques Iskander-M en Sibérie.](#)

29 février, [l'armée russe devrait recevoir cinq régiments de S-400 supplémentaires en septembre-octobre 2016.](#) La livraison des 12^{ème}, 13^{ème} et 14^{ème} régiments aura lieu jusqu'à la fin septembre 2016, et celle des 15^{ème} et 16^{ème} régiments en octobre 2016.

1^{er} mars, [six unités de S-400 Triumph ont été déployés dans la région de Novosibirsk.](#)

8 mars, [la Russie a déployé deux systèmes Pantsir-S aux environs de Moscou.](#)

15 mars, [le Kremlin déclare vouloir maintenir la présence de ses systèmes S-400 en Syrie.](#)

25 mars, [la Russie déclare vouloir déployer des systèmes de défense antimissile sur les Îles Kourile](#) (faisant l'objet d'un litige entre la Russie et le Japon).

Belarus

23 février, [le Belarus a partiellement converti des systèmes](#)

[S-200 de son site de Polatsk, pour des systèmes S-300](#)

Chine

16 février, [la chaîne d'informations américaine Fox News a rapporté avoir observé le déploiement de deux batteries de huit missiles HQ-9 et d'un radar chinois sur l'Île Woody, dans les Îles Paracels, ceci ayant entraîné de vives réactions, notamment américaines.](#) Le ministre chinois de la Défense dénonce une manipulation, les îles étant bien entendu de souveraineté chinoise et [des systèmes antiaériens y étant déployés depuis longtemps.](#)

11 mars, [les premières livraisons de S-400 à la Chine devraient commencer durant le premier quart de l'année 2017.](#)

Corée du Sud

7 février, [la Corée du Sud annonce qu'elle rentrera dans des négociations avec les États-Unis au sujet du déploiement d'un système avancé de défense antimissile sur son territoire. La Chine s'oppose fermement à ce déploiement.](#)

13 février, [les États-Unis ont temporairement déployé des PAC-3 supplémentaires en Corée du Sud, en réponse aux essais nord-coréens.](#)

4 mars, [les États-Unis et la Corée du Sud ont officiellement commencé les pourparlers concernant les systèmes THAAD.](#)

Inde

15 février, [l'armée indienne a tiré un missile Prithvi-II depuis un lanceur mobile.](#)

28 février, [l'Inde et Israël devaient signer un accord de défense pour l'achat de technologie Seeker israélienne, à hauteur de 50 000 crore \(7,278 millions de dollars\).](#) La définition du Seeker n'est cependant pas claire et semble porter sur des capteurs exploitables pour les missiles sol-air de type Barak.

1^{er} mars, [le gouvernement indien a autorisé l'acquisition de deux systèmes d'alerte aéroportée israéliens Phalcon \(ELW 2090 déployé sur un Il-76\), amenant à une flotte totale de cinq.](#) L'accord a été donné dans le cadre d'un contrat tripartite d'une valeur de 1,1 milliard de dollars, entre l'Inde, la Russie et Israël.

29 mars, [l'Inde et la Russie s'engagent dans des négociations pour l'acquisition de systèmes S-400 par l'Inde.](#)

Japon

15 février, [le ministère de la Défense japonais envisage de moderniser deux de ses navires Aegis Kongo pour leur donner une capacité antimissile \(type de missile non révélé\) et confirme vouloir acquérir deux nouveaux Atago \(SM-3 block 2A\). Il considère également l'acquisition de THAAD.](#)

Australie

25 février, [l'Australie a procédé à une amélioration de ses frégates de classe Anzac, pour les](#)

[équiper d'une défense antimissile, notamment en y intégrant le radar CEA australien.](#)

25 février, [l'Australie publie son Livre Blanc de la Défense 2016, dans lequel elle consacre plusieurs paragraphes à la défense antimissile.](#)

Iran

28 février, [Hossein Dehqan, ministre iranien de la Défense, assure que la Russie n'a pas gelé le contrat S-300, contrairement à ce qu'affirment certains médias. Le 6 mars en effet la presse israélienne affirmait que la Russie suspendait les livraisons, les services de renseignement israéliens ayant démontré le transfert de SA-22 vers le Hezbollah.](#) Le **11 mars,** [Sergei Chemezov – chef du conglomérat industriel russe Rostec – déclare que les premières livraisons des S-300 auront lieu pour août ou septembre 2016.](#)

15 février, [Zamir Kabulov, membre du département Asie du ministère russe des affaires étrangères, déclare que l'Iran s'intéressait aux S-400, sans pour autant que des négociations aient déjà été engagées.](#)

28 février, [Mohammad Javad Zarif – ministre iranien des Affaires étrangères – déclare que l'Iran continuera à développer son programme de missile et que Téhéran n'a besoin d'aucune permission pour renforcer les capacités de défense du pays.](#)

8 mars, [l'Iran tire plusieurs missiles balistiques durant un exercice militaire. Il s'agit de deux missiles Ghadr, tirés depuis le](#)

[Nord de l'Iran et décrits comme ayant une portée de 1 400 km.](#)

10 mars, [le ministre iranien des Affaires étrangères déclare que ces essais ne violaient pas l'accord sur le nucléaire, ni les résolutions onusiennes.](#)

Israël

9 février, [Ofir Shoham, chef de l'Administration for the Development of Weapons and Technological Infrastructure department \(agence chapeautant le développement de la défense antimissile\), quitte son poste sans qu'aucune raison n'ait été donnée.](#) Rappelons que Yair Ramati avait été démis de ses fonctions de chef de l'Organisation antimissile israélienne le 27 décembre 2015, le colonel (res.) Moshe Fatal, cadre sénior d'Elbit, [étant nommé pour lui succéder le 3 mars.](#)

1^{er} mars, [l'Israel Missile Defense Organization et l'entreprise publique Rafael ont commencé la livraison des éléments essentiels du David's Sling Weapon System à l'Israel Air Force.](#)

Amérique du Nord

I. « Left of launch » : la défense antimissile autrement

Confrontés à une compétition de plus en plus sensible en matière militaire, les États-Unis cherchent, par la rupture technologique, à créer les conditions d'une nouvelle révolution dans les affaires militaires. La Third Offset Strategie, initialement mise en avant par Chuck Hagel et désormais portée par Ashton Carter et son adjoint Robert Work, vise à définir un ensemble de ruptures permettant de maintenir la supériorité militaire américaine dans l'ensemble du spectre des opérations, dans une logique qualitative plutôt que quantitative. Dans ce cadre la problématique des missiles est dominante. Comme Work le précisait : « *the first aspect of the third offset strategy is to win a guided munitions salvo competition* »².

I.1. Vers une redéfinition de la défense antimissile ?

Cette initiative, en cours de définition, risque de donc de donner des résultats intéressants en matière antimissile, en déliant quelque peu le blocage intellectuel (et budgétaire) qui existe autour d'un programme extraordinairement coûteux qui ne donne que très partiellement les résultats escomptés. Car force est de constater qu'en initiant une logique de protection des forces tout azimut, la dimension défensive de la mission antimissile a pris un poids croissant. Les responsables américains ne semblent pas avoir exactement mesuré l'impact d'une initiative prise sur une base technologique mais associée à un

concept stratégique approximatif. Développé avec l'idée sous-jacente qu'elle pourrait participer à la protection des forces contre tout type de menace, la défense antimissile reste longtemps calibrée à la menace des États proliférants, initialement dans sa dimension balistique, puis, de proche en proche, dans l'intégralité des différents domaines d'interception. Or, la notion de protection des forces contre un type spécifique de menace a naturellement conduit à souhaiter les protéger des menaces technologiquement plus évoluées, d'autant que le développement d'une capacité défensive par les États-Unis appelle nécessairement au développement de capacités offensives plus évoluées par ses compétiteurs, proliférants ou non.

Bien entendu le développement tout azimut des capacités missiles des grandes puissances militaires (Chine et Russie) comme des États proliférants ne résulte pas uniquement de l'émergence de la défense antimissile, mais procède aussi d'une évolution normale, d'ailleurs largement anticipée par les forces américaines elles-mêmes, notamment au niveau naval. Parallèlement, bien que les programmes de défense antimissile aient pris une place croissante dans les budgets américains, il n'a jamais été prévu que les architectures défensives suffiraient à conjurer la menace. L'Air Force comme la Navy gardent ainsi un potentiel particulièrement important en matière offensive, garant de l'efficacité des moyens défensifs. Plus que du fait de son inefficacité, la défense antimissile est questionnée du fait de l'érosion prétendue des capacités offensives, des besoins de financement

² Sydney Freedberg, « [Work Elevates Electronic Warfare, Eye On Missile Defense](#) », *Breaking Defense*, 15 mars 2015.

nécessaires à sa remise à niveau et du poids excessif des opérations défensives dans les répartitions budgétaires à venir.

Les responsables militaires américains en effet ont mal perçu l'impact budgétaire de l'effort défensif mais aussi largement mésestimé la vitesse avec laquelle les grands compétiteurs comme les puissances moyennes rééquilibreraient l'asymétrie entre leurs propres forces de missiles (balistiques ou non) et les forces antimissiles des États-Unis. Le débat actuel – mais en fait déjà ancien – sur les moyens de neutraliser les systèmes de déni et d'anti accès et le rôle de la défense antimissile dans cet ensemble est de ce point de vue une écume qui traduit une indécision fondamentale sur le choix des moyens. Alors que les solutions offensives et la défense passive ont longtemps représenté les principaux axes face aux systèmes de frappe dans la profondeur, les moyens défensifs représentent une option désormais possible. Occultée par les priorités stratégiques américaines, longtemps centrées sur la lutte contre des appareils militaires obsolètes, opérer un choix stratégique dans la pondération des options offensives et défensive devient une priorité absolue dès lors que les menaces proviennent d'appareils militaires modernes. Sur le fond, cependant, la prise en compte des moyens de dénis d'accès reste une constante dans la programmation américaine et a déjà fait l'objet de grands choix programmatiques, plus particulièrement en matière de mission antimissile défensive. Redéfinir ces choix pour l'adapter aux « nouvelles » menaces est dès lors nettement plus complexe, plus particulièrement lorsque les moyens défensifs sont jugés inadaptés et que la modernisation des moyens offensifs requiert des financements croissants.

Toutefois, les États-Unis sont assurément en meilleure posture militaire avec la défense antimissile que sans, d'abord et avant tout parce qu'elle est déjà partiellement fonctionnelle (ou potentiellement fonctionnelle) pour une grande diversité de scénarios, et plus particulièrement face aux menaces actuellement les plus prégnantes, c'est-à-dire celles posées par les missiles opérant sur le théâtre (roquettes lourdes, SRBM très courte portée, SRBM, missile de croisière

et missiles antinavires)³. Bien que l'establishment politico-militaire américain souffre de voir l'administration engloutir des milliards de dollars dans la défense stratégique et dans un couple DDG-51/SM-3 dont l'utilité effective soulève des interrogations au regard de son coût, il tend à négliger les mêmes milliards utilement investis dans les PAC-3, THAAD, SM-2 (block III et IV), SM-6 mais aussi dans des architectures très évoluées (CEC, NIFC-CA, IFCN et autres IBCS) qui assurent progressivement aux troupes une capacité de défense sans égale face aux systèmes d'arme tactiques ou de théâtre. Il est toutefois indéniable que la multiplication de ces derniers comme leur maturation technologique créent une asymétrie défavorable alors que sur les portées les plus longues, la rupture technologique reste à l'avantage des systèmes offensifs. SM-3 et GBI auraient-ils un impact opérationnel tangible face à un MRBM/IRBM ou un ICBM équipés d'ALAP physiques et électroniques relativement simples ? La question est ouvertement posée, sachant que l'évolution potentielle de ce type de missiles ne se situe plus dans la propulsion, mais bien dans la charge utile (et notamment dans leur capacité à pénétrer les défenses exoatmosphériques), y compris pour les États proliférants. Mais à l'inverse, la dissémination des technologies de têtes manœuvrante renforce l'intérêt des solutions d'interception exoatmosphériques, imposant de surmonter les limites liées à la discrimination des ALAP.

1.2. La défense antimissile cinétique : une impasse ?

Signe très palpable de cette inquiétude, l'envoi en novembre 2014 par l'amiral Greenert (chef des opérations navales) et le général Odierno (chef de l'État-major de l'U.S. Army) d'un mémo au secrétaire à la Défense dont la teneur n'est pas connue, mais dont l'introduction est à proprement parler incendiaire : « *The recent Army-Navy Warfighter Talks highlighted the growing challenges associated with ballistic missile threats that are increasingly capable, continue to outpace our active defense systems, and exceed our Services' capacity to meet Combatant Commanders' demand. Additionally, looking ahead at the long term budgetary*

³ De ce point de vue, des comparaisons intéressantes pourraient être faites avec les forces russes ou chinoises, notamment sur le segment naval.

horizon and the attendant financial pressures that the Budget Control Act would impose, we believe a Department ballistic defense strategy assessment is warranted. Our present acquisition-based strategy is unsustainable in the current fiscal environment and favors forward deployment in lieu of deterrence-based options to meet contingency demands. Now is the opportunity to develop a long-term approach that addresses homeland missile defense and regional missile defense priorities – a holistic approach that is more sustainable and cost effective, incorporating “left-of-launch” and other non-kinetic means of defense. The proposed strategy would serve as the capstone for the Department to balance priorities, inform resourcing decisions, and restore our strategic flexibility »⁴.

L'approche de Greenert et Odierno traduit très clairement une orientation qui se dessine face au déni d'accès, en rupture avec l'approche ordinaire présentée jusqu'au milieu de la décennie. Robert Martinage, dans une étude bien documentée, lancée peu avant la *Third Offset Strategy*, reflète assez typiquement la vision traditionnelle, où la nouvelle rupture est incarnée par une logique visant à substituer les plates-formes sans équipage aux systèmes existants, à accroître l'allonge, la vitesse et la furtivité des systèmes d'armes et à les intégrer dans un réseau C2/C4ISR global. Une réplique des architectures actuelles en somme, pimentée de nouvelles technologies. En matière plus strictement antimissile, la solution présentée s'articule autour des lasers et des canons électromagnétiques⁵.

Cette approche ne résout pourtant pas grand-chose sur le fond et vise avant tout à une automation du conflit qui n'apporte pas de solution ni à la question du coût excessif des systèmes ni à celle, directement afférente, de la rareté et de la vulnérabilité des plates-formes et désormais des munitions. L'effet démultiplicateur offert par le drone risque même d'accroître les coûts, du fait de la demande croissante de plates-formes spécialisées assurant une meilleure protection et une meilleure effectivité opérationnelle aux plates-formes multifonctions. En termes antimissiles, armes lasers et canon électro-

magnétique n'apportent eux-mêmes pas grand-chose d'intéressant. Les limites du laser sont connues et ne seront pas dépassées avant longtemps sur les portées longues. Quant au canon électromagnétique, son utilisation pour l'antimissile n'est encore que postulée et son éventuel déploiement pose des questions de coût et de flexibilité considérables et ne semble offrir, à moyenne échéance qu'une capacité de segment.

Greenert et Odierno, puis Carter et Work à leur suite, échappent à cette paresse intellectuelle quand ils avancent l'idée de « left of launch », c'est-à-dire de mission antimissile offensive par des moyens non cinétiques. L'idée est dans l'air depuis longtemps, ayant été annoncée par l'*IAMD Joint Vision 2020*, publiée en 2013 par le *Joint Chief of Staff*⁶, mais les deux responsables proposent une réflexion articulant la mission antimissile essentiellement autour de ce concept, la destruction cinétique (offensive ou défensive) de la menace devenant complémentaire. En mars 2015, Robert Work se positionne très clairement en faveur du « left of launch » et associe très nettement le développement des moyens de guerre électromagnétiques à la défense antimissile⁷. L'idée sous-jacente est un concept de *raid breaker*, qui mettrait les forces américaines à l'abri de frappes massives en inhibant les systèmes plutôt qu'en interceptant les munitions. En septembre 2015, David Mann (commandant de l'U.S. Army Space and Missile Defense Command et commandant du *Joint Functional Component Command for Integrated Missile Defense*) annonçait de son côté que le Joint Staff finalisait une étude sur la question (étude apparemment non publiée) et que la notion offrait un certain nombre de possibilités. Couplées aux capacités IRS supérieures dont disposent les États-Unis, l'utilisation d'armes à effet de champ ou cybernétique semble représenter, pour les tenants de la *Third Offset Strategy*, une plus-value évidente⁸.

⁴ Jonathan Greenert et Raymond Odierno, *Adjusting the Ballistic Missile Defense Strategy*, Memorandum for the Secretary of Defense, 5 novembre 2014.

⁵ Robert Martinage, *Towards a New Offset Strategy*, CSBA, 2014.

⁶ *Joint Integrated Air and Missile Defense Vision 2020*, Joint Chiefs of Staff, décembre 2013. Une analyse rapide de ce rapport est disponible dans [le bulletin d'avril 2014](#).

⁷ S. Freedberg, op. cit.

⁸ Sydney J. Freedberg, « *Joint Staff Studies New Options For Missile Defense* », *Breaking Defense*, 16 septembre 2015. Parmi les systèmes connus susceptibles d'effectuer ce type de mission, il faut citer *le Counter-Electronics High Power Microwave Advanced Missile Project (CHAMP)*, système à impulsions électromagnétiques porté par missile de croisière.

C'est l'une des raisons, avec les préoccupations relatives aux progrès des adversaires potentiels des États-Unis en matière de guerre électronique⁹, qui a poussé Robert Work à créer un comité de guerre électronique de haut niveau (coprésidé par Frank Kendall, sous-secrétaire à la défense pour les acquisitions, la technologie et la logistique et par le CJCS). Il a ainsi donné une impulsion probablement importante pour mieux intégrer les composantes de la guerre électromagnétique et cybernétique dans la définition des composantes stratégiques des forces américaines.

1.3. *Left of launch, syndrome d'une moindre capacité d'engagement*

Toutefois ce choix, comme d'ailleurs l'initiative prise dans le cadre de la Third Offset Strategy pour accroître la résilience des forces face aux frappes, traduisent une évolution préoccupante qui est la perception désormais acceptée que les États-Unis ne disposent pas du volume de systèmes antimissiles suffisant pour se confronter à des arsenaux qui, objectivement parlant, sont encore faiblement menaçants. Les fameuses salves de missiles dont Robert Work affirme qu'elles menacent les forces américaines sont en effet pour l'essentiel portées par des équipements périmés ou disponibles en volume restreint. Pour autant que l'on puisse le savoir, aucun des compétiteurs des États-Unis ne dispose de volumes de munitions guidées modernes comparables au stock américain. L'existence de SS-26, DF-21D, DF-26, SS-N-26, SS-N-27 et autre CH-10/20 est certes avérée, mais ne représente encore qu'une faible fraction des inventaires, qui reposent encore sur des antinavires, des missiles de croisière et des missiles balistiques de génération précédente¹⁰.

Le reste des programmes électromagnétiques reste relativement mal connu.

⁹ Il est à noter que la crise en Ukraine a fortement accéléré la prise de conscience, plus particulièrement pour l'U.S. Army.

¹⁰ L'étude des portées des vecteurs disponibles, des plates-formes exploitables et des architectures existantes relativise le risque posé par les systèmes d'arme (plate-forme plus missile) actuels déployés par la plupart des États sur les forces américaines, soit que les portées soient assez faibles, soit que la capacité d'emport des plates-formes soit réduite. La plupart de ces dernières sont par ailleurs vulnérables à la frappe, ce qui limite la capacité d'engagement en masse. L'acquisition de systèmes plus performants doit par ailleurs être rapportée aux coûts, facteur non négligeable pour de

Or, la seule existence de systèmes plus modernes suffit en soit à amorcer un mouvement de redéfinition stratégique qui prétend avoir l'ampleur de celui initié durant les années 1950 (autour des armes nucléaires tactiques) et des années 1970 (autour des PGM), mais qui en diffère néanmoins substantiellement. Les segments technologiques sur lesquels les États-Unis entendent faire porter cette révolution sont maîtrisés par leurs compétiteurs, qui eux-mêmes y ont recours et dont on peut anticiper qu'ils savent s'en protéger. De surcroît, l'ensemble des nouveaux concepts qui émergent, reste adossé à la notion de domination de l'information, alors que les infrastructures qui permettent sa mise en œuvre sont éminemment vulnérables autant à la destruction ou la neutralisation physique qu'au brouillage.

De fait, le concept de « left of launch » apparaît comme une reformulation des missions SEAD, en termes antimissiles et dans l'espace non cinétique, avec toutes les implications que cela suppose : sans élimination préalable des systèmes de frappe dans la profondeur, les forces américaines n'agiront pas, ou peu, ayant perdu la masse critique suffisante pour se confronter au choc du feu ou tout simplement générer des effets suffisants sur les systèmes adverses. On peut arguer que la mission antimissile offensive classique, au même titre que les missions SEAD, est déjà un préalable à l'engagement des forces américaines, à ceci près que ladite mission ne concerne plus les stocks limités des États proliférants mais ceux, plus conséquents, des grands compétiteurs. Dans ce sens, le « left of launch » apparaît comme une tentative de réponse logique mais aussi comme le symbole supplémentaire du refus des logiques d'attrition, non que les États-Unis en récuse psychologiquement la possibilité, comme on l'affirme parfois hâtivement, mais parce qu'ils ne disposent plus de la masse d'équipements suffisante pour s'y confronter.

très nombreux pays, y compris la Russie. Le cas est particulièrement illustratif pour le SS-26 ou le DF-21, encore relativement rares. À l'inverse, les systèmes de type SS-N-27 marquent une évolution négative probable sur le segment des antimissiles

1.4. La défense antimissile cinétique est-elle vraiment une impasse ?

De surcroît, comme le reconnaît également le lieutenant-général Formica, ancien commandant du Army Space & Missile Defense Command, il demeure difficile de se passer des outils traditionnels de défense antimissile, laissant anticiper qu'il ne sera pas véritablement possible de s'extraire de la logique de coût liée à la mise en œuvre d'intercepteurs nombreux et complexes¹¹. Dès lors, si la *Third Offset Strategy* fournira probablement des solutions de long terme, il est à attendre qu'elles ne restent que très complémentaires et que des solutions moins innovantes mais plus pérennes doivent être développées, notamment sur les propergols et les propulsions des intercepteurs, la production d'intercepteurs à bas coût, l'élargissement des domaines d'interception – notamment haut endoatmosphérique et exoatmosphérique¹² – du fait de l'évolution des technologies de propulsion et de capteurs et, sur un plan plus général, les économies d'échelles quand les systèmes seront devenus plus matures.

Il faut en effet garder à l'esprit que l'axiome sans cesse ressassé, selon lequel produire un missile balistique est plus économique que de produire des intercepteurs est, dans une perspective longue, une ineptie. Le missile balistique, qui reste la cible la plus difficile à intercepter qu'il soit (en incluant ses variations hypersoniques), représente un ratio masse propulsive/charge utile peu intéressant qui limite, quoi que l'on dise, son intérêt pour les missions de frappe conventionnelle au-delà du théâtre. Dès lors que les questions de discrimination et de manœuvrabilité des intercepteurs (face aux menaces manœuvrantes) auront été résolues, il sera nettement plus économique de produire un intercepteur qu'un missile balistique. Il s'agit certes d'un défi non négligeable, comme l'était en son temps le développement des technologies d'interception par collision, jugées impossibles par une communauté scientifique

¹¹ Sydney Freedberg, « [Cyber, EW Are Secret Missile Defense Weapons Too Secret To Use](#) », *Breaking Defense*, 5 décembre 2016.

¹² Logique qui apparaît déjà autour des PAC-3 MSE, et de la future version du THAAD, qui devrait élargir le spectre des interceptions vers des altitudes plus basses, mais qui pourrait aussi se concrétiser sur les futurs Aster.

de l'*arms control*, prompte à qualifier le SDIO puis la MDA d'incompétents notoires.

Il y a d'ailleurs une sorte d'escroquerie intellectuelle quand Robert Work, affirme : « *Now, what that means for us is the electromagnetic railgun is going to provide us deep magazines and high volumes of shots. It's going to change the cost-imposing strategy on its head. Right now, we're firing \$14 million missiles to go after a \$50,000 missile. It doesn't make sense. But when you have electromagnetic railguns and powder guns, using the same smart projectiles, now you can start to break the raid* »¹³. Or un missile à 14 millions de dollars – un SM-3 – n'intercepte pas une roquette lourde à 50 000 dollars mais bien un SRBM ou un MRBM dont le prix effectif dépasse très largement la dizaine de millions de dollars¹⁴. Les missiles balistiques produits par les proliférants (et non ceux livrés par l'URSS et comptés dans les stocks) sont rares, et ils sont rares parce qu'ils sont chers. Et si la Chine a produit ses DF-11 et 15 en très grandes quantités, les rythmes de production du DF-21, pourtant nettement plus utile en termes de frappes conventionnelles dans la profondeur, sont bien plus faibles. Enfin, la mission d'interception des munitions tactiques (PGM ou antinavires) est réalisable par les défenses antimissiles, d'autant que pour les États-Unis, les coûts de développement des munitions comme des intercepteurs sont déjà amortis.

Il est cependant indéniable qu'en l'attente, l'interception balistique exoatmosphérique a un coût difficilement supportable, qui accroît fondamentalement la pression budgétaire sur les forces américaines. Les réflexions qui se poursuivent actuellement aux États-Unis laissent supposer une dissension croissante entre les différents services et la MDA sur des orientations stratégiques fondamentales, qui dépasse la défense antimissile et porte sur le financement de nouvelles plates-formes permettant de mieux gérer

¹³ [Deputy Secretary of Defense Speech](#), Army War College Strategy Conference, As Delivered by Deputy Secretary of Defense Bob Work, U.S. Army War College, Carlisle, PA, April 8, 2015.

¹⁴ On retrouve la même approximation chez Jerry D. Harris, Vice Commander de l'U.S. Air Force's Air Combat Command, qui affirme : « *Shooting a \$500,000 missile at a \$500 threat is not cost-effective* », double affabulation puisque les États-Unis ne disposent pas de missiles pour la mission C-RAM, 500 dollars étant le prix d'un obus ou d'une roquette Qasam. Voir [Directed Energy Summit Summary Report](#), CSBA, 28 juillet 2015, p. 2.

les risques liés à l'attrition. Assez logiquement, les responsables américains cherchent des solutions dans l'accroissement de la profondeur de frappe et dans le conflit sans contact, où la dimension non-cinétique fait évidemment sens. Il est cependant probable qu'elle sera loin de suffire et que la défense antimissile cinétique continuera à peser lourdement sur les budgets. Il est presque aussi certain que les États qui décideraient de faire l'impasse tant sur les capacités cinétiques que sur les capacités non cinétiques seront confrontés à des limites croissantes dans leurs capacités d'engagement. Il n'est pas sûr que le *left of launch* génère tant d'économies finalement.

Europe

I. Les États proliférants peuvent-ils rester la principale justification de la défense antimissile en Europe

Comme cela a déjà été évoqué dans le bulletin précédent, l'évolution des relations entre l'OTAN et la Russie comme la signature de l'accord du 14 juillet 2015 avec l'Iran soulève un certain nombre de questions quant aux justifications du déploiement d'une défense antibalistique en Europe. Certes,

celle-ci se justifie officiellement par la mission de protection du territoire européen face à la menace balistique, laquelle est implicitement définie comme issue des États proliférants. De surcroît, si la menace balistique ne doit pas forcément être associée à leur couplage à des armes de destruction massive, la mise en retrait de ce risque particulier – traduit par le désarmement chimique de la Syrie et les mesures de contrôle appliquées au programme iranien – ne peut qu'amener les États européens à s'interroger sur la dimension que doit prendre la défense antimissile.

Bien qu'il ait été souligné dans d'autres bulletins que l'Alliance opérerait probablement – et assez sagement – pour un non-choix à court terme, les demandes capacitaires et budgétaires croissantes pour les missions de défense continentale conduiront fatalement Américains et Européens à s'attarder plus spécifiquement sur l'adaptation de la réponse à adopter face à la menace proliférante en fonction de l'évolution de celle-ci.

I.1. Quels proliférants ?

Tout débat sur les risques et menace posés par les États proliférants porte au moins sur trois aspects : les programmes existants, leur évolution et le risque



de rupture géopolitique pouvant amener un nouvel acteur à se positionner à très courte échéance¹⁵.

La simple possibilité d'une rupture géopolitique n'est pas le moindre des arguments en faveur du maintien d'un programme majeur. Il est avancé par

exemple par les Britanniques, en 2006, pour justifier la pérennité du format de dissuasion existant et l'on peut admettre qu'il soit recevable pour proroger la poursuite à l'identique des programmes antimissiles actuels. Il faut toutefois être attentif à identifier précisément les ruptures à envisager, le scénario du pire n'étant pas forcément le plus probable, loin de là.

L'idée de la cascade de prolifération, prédominante dans les années 2000 du fait des programmes iranien et syrien, peut garder une certaine pertinence dans le contexte actuel, si l'on considère qu'une partie non négligeable des États du sud du pourtour méditerranéen sont soumis à la pression de mouvements radicalement opposés aux intérêts occidentaux et que la chute de l'un deux n'est nullement à exclure. Toutefois, dans cette perspective, la probabilité qu'un régime fondamentalement hostile dispose à brève échéance *des vecteurs et des armes de destruction massives vectorisées*, c'est-à-dire des armes nucléaires, chimiques ou biologique sur des vecteurs capables de frapper le territoire européen, nécessaires à matérialiser la menace est autrement plus discutable. La possibilité de voir un régime de mouvance terroriste arrivé au pouvoir disposer de ce type d'armes est en

¹⁵ Il faut rajouter le débat permanent sur la volonté des proliférants de proliférer, qui parasite considérablement la prise de décision, jusqu'à ce que la preuve soit faite que le proliférant prolifère.

effet quasiment nul autant parce qu'il n'aurait pas la capacité à les concevoir que parce qu'il est assez peu probable qu'un État institué accepte de leur transférer équipements et capacités. L'Iran comme la Syrie, qui sont les seuls États régionaux à disposer des systèmes, sont probablement durablement vaccinés contre de tels transferts, le risque prévisible de basculement étatique portant sur des mouvances sunnites ultra radicales. L'existence de stocks de missiles Scud qui pourraient parvenir entre les mains d'un mouvement extrémiste n'est bien entendu pas à exclure, mais la menace d'une frappe chimique implique que ces Scud soient équipés des têtes adéquates ainsi que des agents. Enfin, il faut considérer que la prise de pouvoir d'un mouvement extrémiste prend du temps et, s'il devait se matérialiser et conduire à un risque vital pour les États limitrophes de la Méditerranée, bon nombre d'options militaires demeureraient pour prévenir sa concrétisation.

On peut par contre penser que l'hypothèse d'un État failli, conservant une capacité militaire mais ayant perdu le contrôle d'une partie de son territoire au profit d'un mouvement extrémiste (scénario syrien) présente un risque supérieur. Toutefois, on peut également penser que la réponse des États qui pourraient être potentiellement visés sera là encore militairement plus significative que ce que l'on a pu connaître.

Un autre scénario est cependant envisageable, qui verrait un État de la zone se radicaliser et décider de se lancer dans un programme national ou dans un programme en coopération pour se créer la capacité. Là encore cependant, si une telle hypothèse est loin d'être irrecevable en termes de prolifération balistique, elle devient nettement plus contestable en termes d'armes de destruction massive vectorisées. Si l'on se restreint au seul cadre balistique, il faut encore considérer que la principale puissance proliférante capable de transférer de la technologie est actuellement l'Iran, ce qui limite les risques de coopération avec d'éventuels régimes sunnites radicalisés prenant le pouvoir au Proche Orient. Pour être exhaustif, il existe un risque lié à la Turquie, qui, en termes industriels, dispose désormais d'une capacité à produire des SRBM (programme de coopération avec la Chine sur les B-611) et qui aurait pu représenter un vecteur possible de prolifération vers des États amis.

Mais si cette possibilité était clairement à considérer au début des années 2000, alors que la politique de recentrage de Ahmed Davutoglu semblait devoir connaître un réel succès, il est désormais difficile d'évaluer comment la Turquie pourrait exploiter son industrie de défense pour promouvoir des partenariats avec les États de la région. L'Égypte des frères musulmans – qui dispose de stocks chimiques – aurait-elle pu s'entendre avec Ankara sur des coopérations balistiques ? La question restera sans réponse mais démontre que la dissémination des technologies balistiques est un risque dont il faut évidemment tenir compte. De même, on peut penser qu'un État en rupture avec les pays occidentaux pourrait se tourner vers la Russie pour tenter d'obtenir des vecteurs courte portée. Anticiper la réponse de Moscou est là encore impossible, mais même dans l'hypothèse d'un accord, il reste hautement improbable que la Russie accepte de violer ouvertement le MTRC. Une éventuelle acquisition générerait donc plus un problème de déni d'accès qu'une menace contre le territoire des États européens.

Dans la majorité des cas envisageables, le risque de prolifération balistique ne peut être exclu pour les États de la périphérie méditerranéenne, mais probablement sur des portées courtes et uniquement en association avec des charges conventionnelles. Suivant cette logique, le principal risque reste l'Iran et potentiellement la Syrie, plus particulièrement si Assad devait rester au pouvoir dans une Syrie « normalisée » et affranchie de tout contrôle intrusif sur ses programmes d'armements. L'Égypte, qui dispose d'un programme chimique, n'apparaît pas comme une menace immédiate, puisqu'il est loin d'être sûr qu'elle dispose des technologies pour vectoriser un agent chimique sur un SRBM de longue portée ou un IRBM. Les programmes balistiques comme les programmes chimiques n'apparaissent pas particulièrement actifs, même si une activité résiduelle d'essais semble subsister sur le volet balistique.

1.2. Programmes existants : le cas de l'Iran

Si l'on exclut l'Égypte, que l'on considère qu'une Syrie proliférante ne serait qu'un proxy ou un allié de l'Iran et disposerait donc de systèmes d'arme équivalents¹⁶, il faut considérer les capacités actuelles et futures de Téhéran.

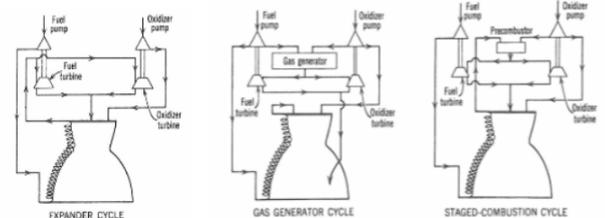
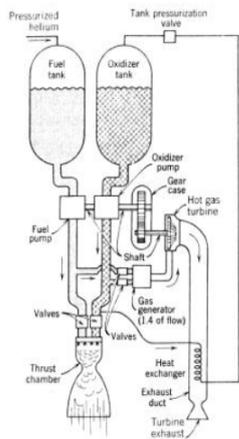
La lecture des programmes balistiques iraniens n'est pas simple, car ils combinent des déficits industriels et technologiques évidents avec un potentiel de rupture surprenant. Sur les programmes existants trois tendances majeures apparaissent :

Sur les propulsions liquides, les progrès de l'Iran demeurent marginaux, l'essentiel des forces existantes dépendant des technologies Scud/No Dong dont l'Iran n'arrive pas à s'extraire. A la série des Shahab-3 semble succéder la série des Shahab-3A/Ghadr, version légèrement allongée de celui-ci et de portée plus grande. Bien que de nombreuses spéculations existent depuis plus de 15 ans sur une évolution des propulsions vers des systèmes plus performants (de moteurs alimentés par le mélange AK-27/TM-185¹⁷ typique du Scud à ceux exploitant le mélange N_2O_4 /UDMH existant sur les vecteurs soviétiques ou chinois plus modernes), voir sur des systèmes mixtes (liquide – solide), l'Iran n'a pas pu, ou su, franchir le seuil de la propulsion de seconde génération. Assez significativement, aucun équivalent iranien du Musudan nord-coréen n'est apparu, sachant que nul ne peut affirmer que les Nord-coréens maîtrisent les propulsions UDMH/ N_2O_4 sur de gros moteurs¹⁸. Les problèmes de conception de turbopompes apparais-

sent comme l'un des points durs dans l'évolution des propulsions vers les propergols UDMH. Le tableau ci-dessous rappelle quelques éléments liés à la maîtrise des turbopompes¹⁹.

Rocket Engine Design Issues and Challenges:

- Source (s) of Pressure to Inject Propellant(s) into Combustion Chamber for LREs and HREs (Continued)
 - **Pump Fed Rocket Engines** (lower pressures in vehicle propellant tanks, lighter weight tanks & vehicle)
 - But the price is more complexity and a host of other design issues to address
 - High flow rate and rotational speed (10,000 to 45,000 rpm) pumps needed
 - Gas turbines used to drive pumps (turbopumps); very high power density
 - Additional combustion or high heat flux (H-X) devices for gases to drive these turbines
 - Turbine blades, discs, blisks; high thermal and dynamic stresses
 - Hot streaking issues are amplified (across full injector face, not just along walls)
 - Active cooling passages inside blades and/or ceramic or MMC coating of blades necessary (very complex and costly fabrication processes)
 - Hazards of oxygen-rich preburner or gas generator combustion devices that are now often used with RP-1 and other hydrocarbon fueled LREs
 - Highly complex operation
 - Interaction between multiple control valves, esp. during throttling, start and shut-down transients
 - Propellant and hot gas flow rates and O/F mixture ratios during throttling and transient need to stay within operating limits of turbines, combustion and H-X devices



Les différentes évaluations apparues durant les années 2000 sur un Shahab-3 de portée supérieure à 2 000 km (Shahab 3B, Shahab 4) n'ont été attestées par aucun tir, et le Ghadr, qui semble être le vecteur à propulsion solide opérationnel dont la portée est la plus longue, ayant été testé à 1 400 km récemment (essai de mars 2016, chiffres iraniens)²⁰ pour une portée maximale généralement donnée autour de 1 800 km.

Assez significativement cependant, on note dans la plupart des analyses occidentales une décroissance des estimations de portée des missiles de type Shahab-3, les portées les plus longues ayant probablement été atteintes au pris d'une réduction drastique de la charge. Du fait des limites liées à la technologie de No Dong, l'Iran reste très contraint en termes de portée et/ou de charge utile pour ses missiles de

¹⁶ On peut considérer que la Syrie pourrait recevoir du matériel russe moderne, voire, dans le pire des cas des SS-26. L'adaptation d'armes chimiques à ces vecteurs pourrait alors être envisagée même si on peut la considérer comme peu probable, du fait du poids induit de la Russie.

¹⁷ C'est-à-dire, pour simplifier, un mélange kérosène (TM-185), acide nitrique (AK-27, l'acide nitrique étant généralement complété par du diazote).

¹⁸ L'Unha-3 utilise des moteurs verniers de SS-N-6 et un mélange UDMH/TM-185. L'utilisation du propulseur principal du SS-N-6 n'est toujours pas attestée.

¹⁹ Larry de Quay et David Harwell, *Rocket Science 101: Engineering and Propulsion*, 7/24/2014, p. 21.

²⁰ « Iran Successfully Fires Ghadr-H Ballistic Missiles », Fars News.

classe Shahab, qui, avec une charge d'une tonne (équivalente à une arme nucléaire primitive), n'excèdent pas 1 000 km de portée²¹. La longue portée du Ghadr est ainsi associée à une forte réduction de charge, les Russes estimant qu'à portée maximale (1 800 km), celle-ci n'excéderait pas 250 kg. Sauf à produire un système à moteurs en cluster ou bi-étage, ou à accéder au savoir-faire russe ou chinois sur les propergols UDMH, cette filière ne pose probablement qu'un risque très limité sur les plus longues portées.

Il n'est pas improbable que l'effort de modernisation des propulsions liquides ait été parasité par les efforts, probablement considérables, réalisés pour concevoir des propulseurs de diamètre moyen à propergol solide, sur les Sejjil. Ceux-ci ont dû sembler offrir une voie d'évolution naturelle au programme Shahab, permettant des performances apparemment supérieures en matière de charge utile et de portée (le Sejjil est donné à 2 000 km pour une capacité d'emport de 1 000 tonnes, très au-delà des Shahab-3). La mise en sommeil apparente du programme Sejjil illustre assez probablement l'existence de goulets d'étranglement industriels – souvent identifiés à la production du propergol, sans que cela puisse être attesté – qui sont néanmoins susceptibles de s'atténuer avec la levée des sanctions. Le maintien d'essais autour des Ghadr, qui attestent de la vigueur du programme, ne permet donc pas d'exclure une rupture réelle et une réorientation vers la production de MRBM à propulsion solide²².

Cette réorientation est d'autant plus probable que le développement du Fateh-313, version longue portée du Fateh-110, semble témoigner d'un renforcement notable des compétences des ingénieurs iraniens en termes de propulsion solide. A format approximati-

²¹ Cette évolution est assez frappante chez Anthony Cordesman, qui écrit désormais que la portée utile du missile est probablement autour de 1 000 km. Voir Anthony Cordesman (et al.), *Iran's Rocket and Missile Forces and Strategic Options*, CSIS, octobre 2014.

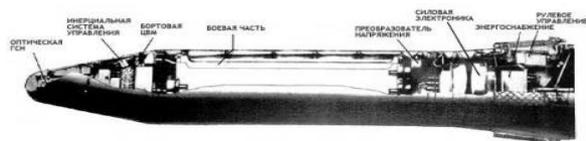
²² Une option demeure cependant autour du Safir, dont le premier étage utilise un dérivé du Ghadr. En se basant sur certains chiffres public, la poussée au sol du Safir-1 est de 284.4 kN pour une masse totale de 25.2 tonnes. Associé à une charge militaire de 750 kg, l'engin pèse 26 tonnes et dispose d'une poussée encore suffisante pour lui donner une portée d'environ 4000 km (calcul effectué sur la base des performances du Safir-1 équipé de son satellite de 50 kg, selon l'hypothèse que le satellite aurait bien été mis en orbite). De fait, si le Safir n'est probablement pas directement exploitable, il représente une bonne base de travail.

vement égal, le Fateh-313 porte 200 km plus loin que son processeur, ce que l'allègement probable de la charge utile pourrait ne pas totalement expliquer. Des progrès supplémentaires sont à attendre si l'Iran dispose d'un meilleur accès à l'ensemble de la chaîne industrielle de la propulsion solide, qui doit être de haute qualité pour assurer une performance homogène des vecteurs, plus particulièrement sur les moteurs de diamètre important. La question de la production du propergol, et notamment des liants, risque cependant de rester problématique, la filière classique pour ce type de moteurs exploitant les liants de type HTPB. Bien que l'Iran revendique une capacité de production – non certifiée en sources ouvertes – les volumes produits doivent être relativement importants alors que la production du propergol exige un contrôle qualité sans faille.

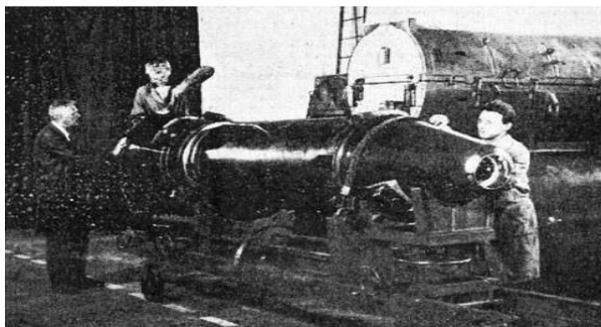
1.3. Évolutions visibles du programme iranien : le travail sur les corps de rentrée

Confronté à des blocages sur les lanceurs, l'Iran a travaillé de façon poussée sur les têtes, probablement en coopération avec la Corée du Nord, comme en atteste l'apparition quasi simultanée d'ogives triconiques sur les Shahab-3 et les No Dong, puis en 2009, d'une ogive semblant inspirée du dessin de la tête du SS-N-6. Le *Jane's* rappelle cependant qu'au début des années 2000, des rumeurs avaient fait état d'une appréciation très notable de la précision des programmes de développement des Shahab-3 par l'intermédiaire d'un programme de tête à guidage terminal, qui semble faire référence au programme Aerofon soviétique (guidage optique terminal sur le prototype SS-1e), d'autres faisant état de l'adjonction de petits propulseurs sur le corps de rentrée, qui auraient pour effet de réduire l'ECP du missile de plusieurs kilomètres à quelques centaines de mètres.

Il ne serait pas surprenant que ces premières rumeurs aient été le reflet de travaux lancés sur le Khalije Fars et sur l'Emad, le premier utilisant effectivement un guidage optique alors que le second associe une tête manœuvrante au propulseur du Ghadr. L'image ci-dessous rappelle le concept de l'Aerofon.



Головная часть ракеты Р-17ВТО



Rappeler ces rumeurs n'est pas anecdotique, car elles montrent que les programmes ont bien sûr une ancienneté réelle et reposent assez probablement sur des transferts ou des coopérations technologiques diffuses, mais assez probablement pérennes. Bien qu'il ait été de bon ton d'affirmer durant des années que ni la Russie ni la Chine n'étaient associées aux programmes iraniens, il semble douteux que ces deux programmes aient été conduits sur les seules bases technologiques dont dispose l'Iran ou la Corée du Nord. Autres indices préoccupants, les essais des Fateh-110D et Emad semblent avoir été rapidement satisfaisants, ce qui pourrait traduire une bonne capacité de modélisation. Rappelons simplement que jusqu'en 2003, l'Iran était à peine capable d'assembler un Shahab-3.

Si la manœuvrabilité de la tête de l'Emad (photo ci-contre) est bien sûr difficile à évaluer – le CSIS affirmant qu'elle serait de 500 m pour 1 700 km de portée et une charge utile de 750 kg²³ –, il reste probable que ses effets militaires – à distinguer des effets politiques – demeureront restreints dans l'immédiat. Elle offre cependant l'avantage probable de pouvoir être adaptée sur tout ou partie des autres



²³ Anthony Cordesman (et al.), op. cit. Ces chiffres ne veulent évidemment rien dire puisque dérivés des chiffres estimés du Ghadr classique, indépendamment du type de tête.

missiles de la famille, permettant d'accroître brutalement la capacité de frappe conventionnelle et doit surtout être comprise comme le premier maillon d'un futur système d'arme plus fortement manœuvrant, c'est-à-dire plus précis mais aussi plus apte à contourner les défenses antimissiles. En effet, si l'on part du principe que l'Iran commence à maîtriser les problématiques de guidage liées à la manœuvrabilité – ce qui est attesté avec le Kalije Fars (photo du système de guidage ci-dessous) – l'adoption de vecteurs plus modernes et le développement de matériaux optimisés pour des vitesses de rentrée plus élevée modernes pourrait lui permettre d'obtenir des précisions nettement plus élevées. Dès lors, les effets militaires des frappes risquent d'être autrement plus préoccupants.



De même, la capacité des forces militaires à produire des effets militaires risque de devenir nettement plus tangible si l'on considère la modernisation des forces sur les courtes portées, au travers des programmes Fateh-110 D (Khalije Fars), Fateh-313. Si l'on admet, pour simplifier la démonstration, que l'Iran combine les Fateh-110 D et 313 dans un système d'arme unique, elle disposerait d'un vecteur de 500 km de portée, manœuvrant dans sa trajectoire de vol – et donc plus complexe à intercepter – disposant d'une

bonne, voire d'une très bonne précision terminale (une ECP inférieure à 10 mètres est parfois avancée, grâce au capteur optique du missile). Quoique complexe, ce système d'arme serait incomparablement plus économique qu'un Shahab-1 ou 2 et évidemment nettement plus efficace,

en dépit d'une charge utile probablement réduite. Plus légers et mobiles, ces systèmes nécessitent également une infrastructure de lancement simplifiée, laissant envisager une capacité de tir de saturation qu'aucun système de la famille Scud n'a jamais offert.

Dans la perspective d'un conflit régional, qui verrait l'Iran se confronter à l'un des petits émirats riverains du Golfe, une telle capacité offre un avantage considérable en termes de gestion de crise. En conflit avec l'Iran, un État du Golfe ferait probablement appel aux États-Unis, à la France ou au Royaume Uni pour contribuer à sa défense, lesquels devraient probablement assurer le plus gros du déploiement aérien au-delà de la zone de couverture des Fateh pour opérer. Difficile d'intervenir sans exploiter la profondeur stratégique de l'Arabie Saoudite dans de telles conditions. L'Emad (mais aussi les missiles de croisière de type Soumar) permet de surcroît de cibler l'Arabie Saoudite avec plus d'efficacité, pouvant contribuer à rendre la décision politique d'abriter les forces d'une coalition plus longue à prendre. Les modalités d'une intervention seraient donc rendues nettement plus complexes, laissant plus de champ à l'Iran pour se confronter directement à son adversaire régional ou pour exercer une pression politico-militaire efficace.

Il reste cependant assez probable que la capacité de dissuasion et de coercion de l'Iran repose dans la combinaison d'une capacité opérationnelle en progrès sur le théâtre et d'une capacité de frappe stratégique, laquelle est encore militairement négligeable et dont l'impact politique ira en décroissant si elle n'est pas couplée à des armes de destruction massive ou ne connaît pas une évolution technologique importante. Cette dernière passe par la maîtrise de propulsion solide sur les moteurs de gros diamètre ou, alternativement, par la maîtrise des propergols liquides stockables et de leurs propulseurs mais aussi sur la création d'une architecture de commandement et de lancement pleinement opérationnelle, apte à permettre le fonctionnement de l'arsenal en cas de conflit.



L'Iran s'est lancé dans un important programme de viabilisation de l'arsenal depuis de nombreuses années. Des rumeurs sur l'existence de silos courent depuis 2003 et ont été attestées par les observations satellitaires puis les déclarations iraniennes. Les images diffusées par les médias iraniens sur les « silos » de Shahab-3 laissent cependant perplexes, et on peut se demander si ce type d'architecture permettrait réellement de résister à une arme antibunker classique. À l'inverse, la « tunnelisation » de zones de stockage des vecteurs pose un problème tout autre et permettrait probablement à l'Iran de conserver une capacité de frappe dans la durée à partir de sites enfouis.

Le « silo » iranien vient rappeler une réalité difficile à contester : la constitution d'une force de frappe balistique stratégique ne peut se faire à partir de tout type de technologie liquide, faute de pouvoir protéger efficacement le lanceur. Dans ce sens, même si l'Iran tire enfin son Simorgh (c'est-à-dire, assez probablement, un lanceur de format Uha-3)²⁴ et que les États-Unis crient à l'ICBM, dans un futur proche, la capacité de frappe stratégique se limitera, toujours et encore au Moyen-Orient, à la Turquie – dont on imagine mal qu'elle soit prenante au conflit – et aux provinces (certainement très stratégiques) de l'Est de la Grèce et de la Bulgarie. Assez probablement, le Simorgh n'apportera pas de capacité supplémentaire, et, à l'instar de ses équivalents nord-coréens, servira avant tout à valider des technologies.

Il faut néanmoins considérer avec un certain degré de certitude que l'Iran devrait accéder à des portées plus utiles d'ici une dizaine d'années, assez probablement autour de dérivés de Sejil. À 3 500 km de portée, l'Iran couvre les alliés

²⁴ Pour rappel, une énième rumeur d'essai a fait surface en février/mars, suite à des notifications d'exclusion aérienne iraniennes.

pertinents de l'OTAN (si l'on admet que tenir Rome ou Paris sous la menace aura plus d'effet que de menacer Ljubljana) et dispose alors d'une capacité de frappe politique réelle et donc dissuasive, plus particulièrement si l'accès aéroterrestre au Golfe persique est rendu plus complexe par la multiplication des moyens de frappe dans la profondeur sur le théâtre. Assistés par leurs partenaires chinois ou russes, les Iraniens devraient assez rapidement concevoir des têtes associées à des leurres et accroître progressivement leur maîtrise des corps manœuvrants et déployer des systèmes permettant de pénétrer les défenses antimissiles actuelles, offrant à Téhéran la possibilité de jouer le jeu de l'escalade intra-confliktuelle si des opérations militaires l'opposent à des États européens.

La quasi absence de menace immédiate mais la probabilité non négligeable de forte valorisation des technologies balistiques iraniennes pourrait s'avérer être un problème complexe à gérer pour les Européens, qui soutiennent fondamentalement la logique de la défense antimissile face aux États proliférants – au motif qu'elle permet d'éviter des approches militaires nettement plus contraignantes –, mais qui ne veulent pas la financer et qui ne disposent pas des technologies pour la développer, plus particulièrement dans sa dimension exo-atmosphérique. Il y a donc un risque de voir les membres européens de l'OTAN se satisfaire d'une défense assurée par des intercepteurs de moins en moins adaptés à la menace qui pourrait se matérialiser, et ne pas anticiper l'investissement technologique nécessaire pour développer les technologies de discrimination, impératives pour intercepter des IRBM dotés d'ALAP. Il est en effet à attendre que, comme à l'accoutumée, les Européens escomptent des États-Unis qu'ils leur fournissent les systèmes, à ceci près que le coût des intercepteurs, l'ampleur de la demande « intérieure » américaine et les lenteurs des rythmes de production industrielles soient tels que les demandes européennes ne soient pas jugées prioritaires et que la modernisation des systèmes en pâtisse. Plus globalement, et sauf à ce que l'Iran relance un programme d'arme de destruction massive, la menace balistique sur les longues portées deviendra progressivement

résiduelle, car s'il y a une acceptation commune que la capacité de l'Iran à cibler une grande capitale européenne est un problème, c'est un problème avec lequel nombre d'États trouveront qu'il est possible de vivre dès lors que la menace n'est ni nucléaire ni chimique.

D'autre part, il est assez probable que le risque de frappe conventionnelle iranienne conduise les États de l'OTAN à ne pas considérer la riposte nucléaire comme appropriée – position compréhensible – et de s'orienter vers un « mixte adéquat » de solutions offensives et défensives, jargon dont on sait qu'il ne veut rien dire sauf s'il est adossé à des budgets militaires solides et à des logiques d'acquisition issues de stratégies véritablement adaptées aux menaces. Autant dire que le maintien d'une capacité défensive efficace n'est pas un enjeu mineur.

La question de la défense antimissile exo-atmosphérique ou – pour faire référence à l'article précédent – de ses alternatives non cinétiques mériterait donc d'être étudiée d'un peu plus près par les Européens, qui n'y participent que par le déploiement de capteurs et qui tendent à concentrer leur effort d'acquisition très exclusivement sur la défense aérienne élargie. Ce premier choix a certainement été le bon, les problématiques de défense aérienne élargie étant particulièrement pressantes et la technologie offrant des réponses tangibles. Toutefois, la diffusion des technologies des corps de rentrée, que l'exemple iranien illustre bien, doit être prise en compte et l'Europe sera confrontée, qu'elle le veuille ou non, à une menace balistique croissante sur les longues portées. Si le format actuel de l'EPAA permet d'y répondre, il ne le permettra pas éternellement et il faudra bien envisager de la renforcer. Il faut également anticiper que les États-Unis considéreront, à un moment ou à un autre, que la gratuité du service n'est plus tenable et qu'ils imposent à l'OTAN des financements sous une forme ou sous une autre. La défense antimissile sur les longues portées est donc bien un problème auquel il faudra s'atteler au niveau européen, y compris au niveau des intercepteurs.

2. Russie, la longue construction d'une architecture de défense antimissile

Bien que disposant de la plus ancienne expérience en matière antimissile, la Russie a rencontré un certain nombre de difficultés pour réformer l'administration des différentes architectures organisant ses forces. La transition du système hérité de l'URSS, où une division forte des responsabilités existait entre les forces de défense aériennes (PVO), les forces aériennes stratégiques (VVS), les forces de missiles stratégiques (RVSN) et les forces spatiales, a été relativement complexe à surmonter, les conflits autour des équipements comme les oppositions entre les différents éléments des forces ralentissant considérablement la mise en place de la réforme. Au-delà des conflits administratifs inhérents, le processus a probablement été rendu plus complexe encore par l'existence d'une véritable compétence antimissile au sein des forces, tant au niveau des systèmes stratégiques que des systèmes antiaériens fixes, qui sont supposés disposer d'une capacité embryonnaire dès les années 1960 par le couplage des intercepteurs à des armes nucléaires, ou encore par le développement d'une capacité de défense de théâtre, devant assurer non seulement la protection de certaines infrastructures, mais aussi celle des troupes. Un système comme le S-300V par exemple, défini pour intercepter des vecteurs de type Pershing, est aussi sensé accompagner les troupes durant leur progression à travers le front.

2.1. Évolution de l'organisation des forces antimissiles

Dans l'organisation de ses forces, la Russie connaît ainsi très tôt les problèmes rencontrés par d'autres armées par la suite, les fonctions de défense aérienne élargie et de défense antimissile recouvrant à l'origine des instruments relativement différents, mais qui tendent invariablement à se rapprocher et à dépendre d'architectures communes, imposant une rationalisation à laquelle les différentes branches des forces armées tendent à s'opposer.

Initialement, dans les années 1960, les forces antimissiles à caractère stratégique sont placées directement sous le contrôle des RVSN et de sa Direction Centrale des Moyens Spatiaux (TsUKOS) puis GUKOS (direction principale des moyens spatiaux), laquelle gère les moyens de défense antimissile (PRO) ainsi

que les systèmes anti-satellites (PKO), mais aussi l'alerte avancée (Système de Prévention d'Attaque de Missiles – SPRN) puis l'alerte spatiale (Système de Contrôle de l'Espace, ou SKKP). Le GUKOS s'affranchit des RVSN en 1982 (devenant l'UNKS en 1986), et les fonctions de défense antimissile et anti satellites sont rassemblées au sein d'un commandement de défense missile et espace (RKO) sous commandement de l'UNKS. Cette dernière se transforme en Forces spatiales russes en 1992 (VKS), après la dissolution de l'URSS. Parallèlement, les forces de défense antiaérienne (PVO) développent une compétence, notamment par l'utilisation des moyens d'alerte avancée relevant de la SPRN, associés aux systèmes antimissiles alors en cours de déploiement auprès des forces.

Bien que les programmes antimissiles restent financés après la chute de l'URSS, notamment l'entretien de la ceinture antimissile déployée autour de la capitale, tel n'est pas le cas du segment spatial, sevré de budget. En 1997, la RVSN reprend le contrôle de la VKS, des moyens d'alerte (SPRN et SKKP) et le commandement de défense missile et espace (RKO), la VVS retrouvant le contrôle des moyens antiaériens (PVO). Cette restructuration est cependant abandonnée en 2002, date à laquelle est créée une force spatiale (KV) indépendante des autres commandements qui reprend à son compte les moyens spatiaux, les moyens d'alerte et les moyens antimissiles stratégiques (SPRN, SKKP et RKO) et les fusionne au sein d'une 3^{ème} armée indépendante de missile et de défense spatiale. Parallèlement, un commandement spécial est créé pour assurer le commandement de la défense antiaérienne de la région de Moscou²⁵, les deux entités restant séparées. La VVS garde le contrôle de la PVO sur le reste du territoire.

L'entrée en service annoncée de véritables systèmes de défense aérienne élargie (S-400) rend cependant cette dissociation sans fondement. En 2011, les forces de défense spatiale (VKO – *Vozdushno Kosmicheskaya Oborona*) succèdent à la KV en reprenant à leur compte la gestion des systèmes de la région de Moscou. L'opposition des forces aériennes (VVS) prévient

²⁵ C'est-à-dire Moscou et les 26 régions administratives entourant la capitale.

cependant la reprise de l'ensemble de la capacité antiaérienne, qui reste séparée. Les S-400 déployés pour la protection des bases nucléaires ou de Kalinigrad restent ainsi sous le contrôle de la VVS, même si l'on peut penser qu'ils exploitent les mêmes architectures de détection stratégique que les systèmes déployés autour de Moscou.

La VKO relève directement de l'État-major général, au même titre que les forces stratégiques, et non des commandements opérationnels interarmées qui commandent les régions militaires. Elle est articulée autour de deux commandements principaux, le premier en charge des affaires antimissiles, le second des affaires spatiales et de l'alerte avancée²⁶.

La création de la VKO marque la victoire apparente des forces spatiales sur les forces aériennes stratégiques, qui ont longuement combattu pour prendre le contrôle des architectures liées à la défense antiaérienne élargie, aux systèmes antimissiles stratégiques et à l'alerte avancée. Il s'agit pourtant d'une réforme provisoire, le décret présidentiel passé par le président Medvedev en 2011 fixant le cadre temporel de cette réforme à cinq ans. La VKO ne satisfait en effet personne dans sa forme, ne rassemblant pas l'ensemble des composantes antimissiles et créant une subdivision de commandement supplémentaire au sein d'une architecture complexe, 5 districts militaires en étant indépendants (les architectures étant sous contrôle de la VVS), tout en retirant des responsabilités des forces aériennes (et terrestres) un nombre considérables d'équipements et d'infrastructures. Avant même sa création, un certain nombre de responsables militaires avaient appelé soit à sa fusion avec les VVS, soit à la création d'un commandement dépendant directement de l'État-major général, gérant les différents éléments répartis dans les différentes composantes²⁷. De surcroît, la défense aérienne restant entre les mains des forces aériennes, la capacité de défense aérospatiale de la nouvelle entité apparaît limitée, les forces aériennes jouant un rôle essentiel dans la défense du territoire compte tenu de la typologie de la menace américaine mais ne bénéficiant pas de l'unité de commandement avec les systèmes de défense aérienne de la région de Moscou, qui ras-

semble l'essentiel des cibles susceptibles d'être frappées par une offensive américaine...

2.2. De la VKO à la VKS

En août 2015, le débat est tranché en faveur des forces aériennes stratégiques, qui reprennent en leur sein la VKO et deviennent les Forces aérospatiales (VKS), rassemblant sous un commandement unique l'ensemble des infrastructures, équipements et architectures. L'ensemble dépend directement de l'État-major général²⁸. Cette dernière évolution traduit concrètement l'orientation générale des forces, au sein desquelles le combat aérospatial est devenu l'une des premières missions, tant en termes défensifs qu'offensifs.

La création de la VKS n'est cependant pas l'aboutissement de la réforme, et il est probable qu'un important travail d'harmonisation est en cours afin de permettre une bonne interconnexion entre les services et systèmes d'armes existants. La lecture rétrospective de la précédente, transformant la KV en VKO, montre en effet un grand scepticisme de la part des analystes russes, qui, en 2011-2012, dénoncent alors la structure comme une sorte de coquille vide : les systèmes d'alerte avancée semblent en déshérence, la modernisation de la défense aérienne élargie remise aux calendes grecques et les différents éléments des forces armées embourbés dans un combat administratif sans fin. Cinq ans plus tard, l'effort produit par l'administration russe pour mettre à niveau la VKO est impressionnant, la couverture assurée par les systèmes d'alerte avancée au sol étant totalement restaurée autour de radars modernisés, les installations de défense antimissile stratégique en cours de transformation (modernisation des radars de la ceinture ABM, programme d'intercepteur Nudol) et des systèmes de défense aérienne élargie largement renouvelés (S-400). Les programmes S-500 et Nudol illustrent par ailleurs un effort non négligeable dans le domaine de la défense antimissile stratégique, qui apparaissait négligée jusqu'alors.

Ceci étant dit, dans quelle mesure la VKS crée-t-elle véritablement une force de combat aérospatiale, permettant à la fois de protéger le territoire russe

²⁶ Isabelle Facon et Bruno Gruselle, FRS, 2014.

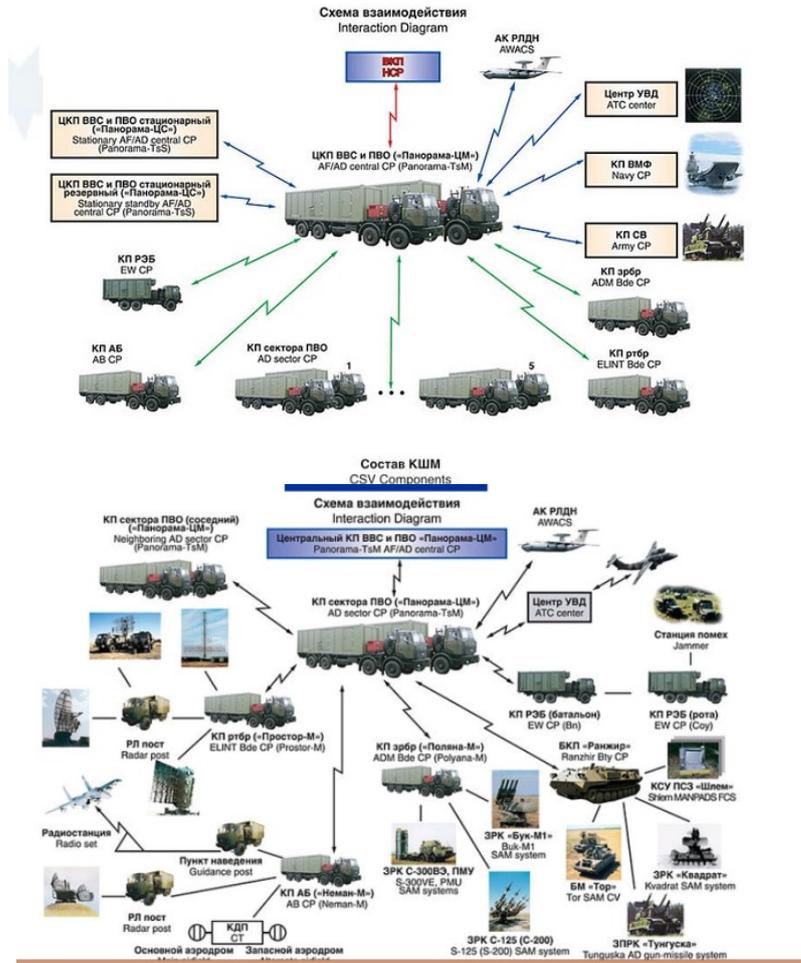
²⁷ Alexander Stukaline, « Russian Air and Space Defense Troops: Gaping Holes », *Moscow Defense Brief*, n° 2, 2012.

Roger McDermott, « [Russia Reforms Aerospace Defense Structures—Again](#) », *Eurasia Daily Monitor*, Vol. 12, Issue: 151, *The Jamestown Foundation*, 11 août 2015.

mais aussi de gérer les aspects offensifs et dynamiques des opérations ? En termes d'architectures, il est assez probable que la VKS demeure une force fragmentée, encore peu interopérable, très éloignée d'un modèle américain qui tend à se décentraliser, mais à renforcer systématiquement l'interopérabilité par la création d'architectures communes. Toutefois, dans son explication sur la réforme transformant la VKO en VKS, le ministre de la Défense a insisté sur un aspect particulier, rappelant que le nouveau format de la VKS visait à accroître l'efficacité du C2 de la VVS, et à améliorer la qualité de l'organisation des activités quotidiennes et la planification de l'emploi des troupes au combat²⁹. Manifestement, la Russie ambitionne bien de disposer d'une capacité aérospatiale unifiée, intégrant les multiples instruments dont elle dispose au sein d'architectures communes. Des éléments vont visiblement dans ce sens, notamment la mise en place d'un C2 automatisé (dénommé ASU TZ, apparemment en cours de déploiement, mais qui semble correspondre à un C2 tactique), dont les applications semblent couvrir les forces terrestres comme les forces aériennes, ou la mise en place d'un système de C2 national (NTsUO, mis en place en décembre 2014).

A ces systèmes s'ajoutent des C3 tactiques (Senej et Baikal) dédiés à l'IADS (Integrated Air Defense System), développés à la fin des années 1980 et modernisés, visant à intégrer l'utilisation des différentes composantes antiaériennes (S-200, S-300V, S-300 PM) aux régiments de défense aérienne, le complexe Baikal IME permettant par exemple d'intégrer 8 régiments antiaériens et trois régiments de défense aérienne³⁰. Ces systèmes de commandement devraient s'intégrer au sein d'architecture C2 plus vaste et progressivement homogénéisées, suivant une logique assez proche de celle mise en place aux Etats-Unis. Les complexes Panorama, qui déclinent des systèmes de

commandement de région et des systèmes mobiles de zone, représentent assez probablement une évolution naturelle de l'architecture future de la VKS. Les deux graphiques suivant représentent les deux premiers éléments (commandement et commandement de région), le système se déclinant jusqu'au niveau tactique (des précisions intéressantes - étendue des zones couvertes, systèmes commandés etc. - peuvent être obtenues sur le site de Australia Air Power.



²⁹ Nicholas de Larrinagas, « [Russia creates new Aerospace Force service branch](http://www.janes.com) », *Janes's* 360, 4 août 2015.

³⁰ Almaz Anteï, [73N6ME "Baikal-1ME" Automatic Control System \(ACS\)](http://www.almaz-antei.ru).

2.3. Une architecture encore en devenir

La réforme du secteur aérospatial a longtemps été mise en relation avec le risque représenté par le *Conventionnal Prompt Global Strike* par un certain nombre d'analystes, argument qui est désormais un vieux serpent de mer. Plus intéressant sans doute, la définition des missions donnée en 2012 par la chef de la VKO, qui met en évidence le rôle de protection stratégique du territoire, y compris face aux menaces nucléaires. La VKO doit en effet permettre :

- « l'alerte des attaques balistiques et spatiales, surveillance de la situation spatiale et information des troupes sur l'état de la situation spatiale ;
- La destruction des têtes d'ICBM et de SLBM, destruction ou neutralisation fonctionnelle des engins spatiaux militaires de l'adversaire ;
- L'alerte des attaques aériennes, surveillance de la situation aérienne et contrôle de l'utilisation de l'espace aérien par les forces aériennes et antimissiles, défense des sites et infrastructures étatiques, militaires, économiques les plus importants ;
- La surveillance de la situation radioélectronique, protection radioélectronique des sites de la VKO³¹ ».

Certes, cette fiche de mission ne dépare pas de celle jusqu'alors attribuée aux forces antimissiles, mais elle rappelle néanmoins que du point de vue russe, la défense antimissile s'intègre pleinement dans la dissuasion nucléaire, bien qu'il soit, dans l'état actuel des choses, loin d'être certain que S-500 et Nudol permettent d'améliorer, ne serait-ce que marginalement, la défense du territoire face à une frappe nucléaire stratégique.

Toutefois, l'effet le plus direct n'est sans doute pas là, du fait des limites des systèmes antimissiles stratégiques. La réforme de la VKS devrait en effet permettre de développer le rôle de l'IAMD dans les

forces russes et impacter directement les capacités conventionnelles de l'OTAN, en permettant une meilleure articulation entre des systèmes aériens de portée toujours plus grande et l'aviation de front. Le développement des systèmes Panorama devrait de ce point de vue considérablement renforcer les capacités russes et compliquer singulièrement les missions offensives des aviations de l'OTAN, notamment une fois que l'intégration des S-400 aura été faite. Cette évolution pourrait par ailleurs conduire les pays européens à reconsidérer le rôle des chasseurs de supériorité aérienne mais aussi le type de systèmes de frappe dans la profondeur qu'ils escomptent développer, les conditions opérationnelle d'emploi étant probablement amenées à se dégrader à moyen terme.

S'il est difficile de mettre de la substance derrière ces postulats approximatifs, il reste cependant indéniable que la VKS marque une évolution potentielle des capacités opérationnelles des forces russes, sur le segment conventionnel bien sûr, mais également sur le segment nucléaire.

³¹ Voенно-промышленный Курьер, No 5 (422), February 15, 2012, cité par Alexander Stukaline, « Russian Air and Space Defense Troops: Gaping Holes », *Moscow Defense Brief*, n° 2, 2012.

I. Corée du Nord : évolution rapide de la menace ?

À l'initiative de Kim Jung Un, qui à l'évidence comprend nettement mieux les défis de la communication que ses prédécesseurs, la Corée du Nord donne depuis plus d'un an maintenant, un aperçu assez complet de son savoir-faire balistique. Bien que de nombreuses incertitudes demeurent, cet effort de propagande donne corps à une menace jusqu'à présent largement théorisée, mais permet également d'anticiper un durcissement de la posture nord-coréenne, l'arsenal semblant de plus en plus apte à permettre au régime de soutenir une crise aux dimensions militaires³².

S'il est inutile de rappeler que 1998 marque le début visible de la crise balistique iranienne, l'échec du tir du Taepo Dong I marquant la première tentative de la Corée du Nord pour disposer d'un engin potentiellement intercontinental, il n'est par contre pas inintéressant de souligner qu'il lui a fallu moins de quinze ans pour disposer d'un engin qui semble correspondre à un IRBM, voire à un ICBM. Compte tenu de l'isolement du pays et du coût des acquisitions des technologies sur des bases essentiellement proliférantes, la capacité de la Corée du Nord à concevoir un lanceur spatial et, à partir des retours d'expérience, à concevoir un engin, le KN-08, qui semble s'approcher d'un véritable ICBM, est un fait très notable, qui laisse présager un renforcement des capacités sur l'ensemble du spectre.

I.1. La question des propulsions

Certes, le KN-08 reste un missile très mystérieux. Si la propulsion du premier étage semble, selon toute les analyses, être relativement classique (4 moteurs de No Dong en fagot), le second étage soulève toujours des interrogations. Nul ne peut encore définir s'il est propulsé par un moteur de Scud ou par un

³² Cet article reprend extensivement les images proposées sur le compte Twitter de Tal Inbar, qui peut être consulté sur <https://twitter.com/inbarspace>

moteur Isaiev 4D10 de SS-N-6 (R-27), détail qui induit des motorisations différentes et *in fine*, une évolution divergente des technologies

Bien que la théorie du 4D10 prédomine, rien dans les tirs de l'Unha ne démontre que la Corée du Nord ne maîtrise pas autre chose que la propulsion des moteurs verniers du 4D10 (LRE-4), nettement plus simple qu'un moteur de plus gros diamètre³³. De surcroît, le mélange utilisé (UDMH/AK-27) est moins énergétique que le mélange UDMH/N₂O₄ utilisé sur les moteurs de série du R-27³⁴. Les capacités nord-coréennes en matière de propulsion liquide restent donc toujours mal connues, mais apparemment encore bloquées au niveau des technologies de propulsion des Scud/No Dong.

Assez curieusement, la plupart des analyses réalisées depuis ces dernières années n'ont prêté qu'une attention diffuse au problème du type de propergol utilisé par les Nord-coréens sur les LRE-4 et sur les implications sur la propulsion du 4D10. Le premier modèle du R-27 est réputé utiliser un mélange UDMH-AK-27, les premiers missiles soviétiques ayant utilisé ces mélanges, qui, techniquement, exigent des moteurs moins complexes que les mélanges UDMH/N₂O₄. Même s'il est peu probable que les R-27 transférés à la Corée du Nord soient du premier modèle (très ancien, peu produit et probablement détruit depuis de très nombreuses années), ces technologies restent accessibles, puisqu'utilisées également sur les SS-4, qui font l'objet de rumeur de prolifération à la fin des années 1990.

³³ Les Unha sont alimentés par un mélange kérosène (TM-185)/AK-27. Un petit réservoir d'UDMH est rajouté sur le premier étage, lequel, mélangé à l'AK-27, assure la propulsion des LRE-4.

³⁴ Il existe trois modèles de R-27, le premier étant propulsé par un mélange UDMH/AK-27, les autres par des mélanges UDMH/ N₂O₄.

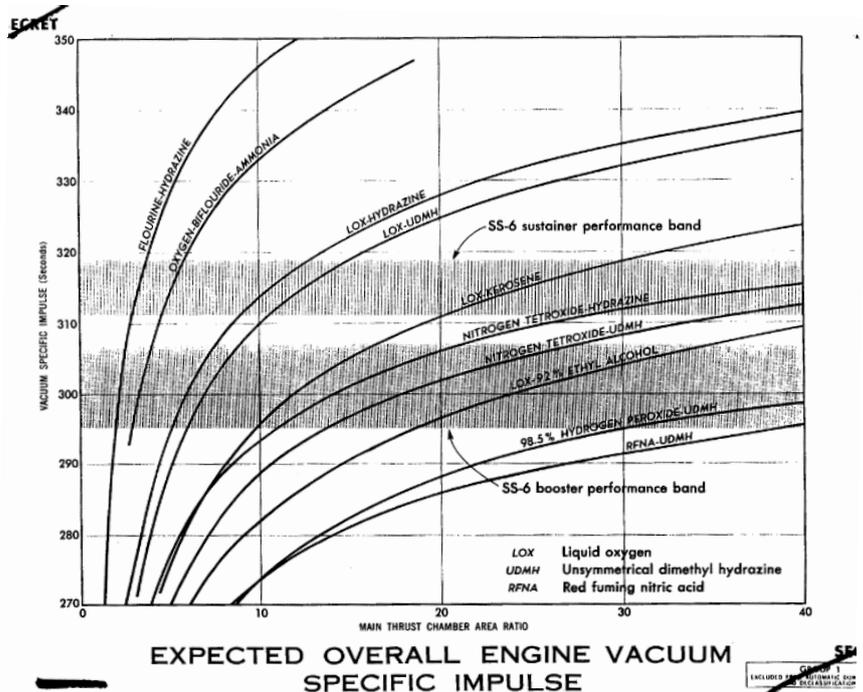
D'autre part, comme noté précédemment, la conception ou la reproduction de moteurs exploitant le mélange UDMH/N₂O₄ reste techniquement très difficile pour les États proliférants, notamment du fait de la complexité des turbopompes : convertir les 4D10 au mélange UDMH/AK-27 pourrait donc faire sens, si elle permettait d'assurer une autonomie de production et une plus grande fiabilité du moteur. Le tableau ci-contre montre une ancienne estimation américaine des différents rendements (impulsion spécifique) des moteurs soviétiques en fonction des propergols utilisés (UDMH/AK-27/RFNA, courbe du bas, UDMH/N₂O₄, quatrième courbe en partant du bas)³⁵.

Toutefois, cette hypothèse implique presque nécessairement que les évaluations réalisées sur les Musadan sont surestimées, le rendement du propergol étant bien moindre que sur les R-27 classiques qui utilisent le mélange UDMH/ N₂O₄. On notera également que le N₂O₄ a des points de solidification et de fusion assez faibles (-9° et +21°), ce qui impose l'emploi de systèmes de climatisation, plus particulièrement pour des missiles mobiles destinés à être déployés sur des zones froides. Il semble donc avoir été jugé plus « vendeur » de considérer, dans l'évaluation de la menace, que la Corée devrait nécessairement maîtriser le couple UDMH/N₂O₄, sans trop s'attarder sur les contraintes techniques.

L'essai au banc très récent d'un moteur à propulsion liquide a relancé l'idée parmi les analystes, que la Corée du Nord pourrait développer la filière UDMH/AK-27, les photographies publiées par la Corée du Nord montrant un moteur fagot ne réunissant que deux moteurs – excluant l'hypothèse d'un essai de propulseur issu du No Dong – associés à deux moteurs vernier. L'hypothèse que ces deux moteurs soient deux 4D10 est actuellement dominante, certains estimant que la couleur de



la flamme pourrait laisser supposer que l'oxydant est bien un dérivé d'acide nitrique (IRFNA/AK-27). Dès lors, il pourrait être considéré que la nouvelle ver-



sion du KN-08 exploite ce type de motorisation et certains estiment que la Corée du Nord dispose d'un nouveau missile, probablement dérivé du KN-08, mais apportant des évolutions importantes tant en termes de propulsion du premier étage, que de propulsion du troisième étage supposé et de tête³⁶. Ce choix permettrait de disposer d'un missile ayant un ratio masse inerte/propergol nettement plus intéressant.

1.2. L'évolution des têtes et de leur étage

Toutefois, la clef du problème pourrait être ailleurs. Une modification sensible a été apportée entre les versions KN-08 montrées en 2012 et 2013 et celle montrée en 2015, lors de la parade militaire de mars, modification qui porte sur ce que l'on suppose être le troisième étage (estimé être composé de deux moteurs verniers de R-27) et sur la tête. La modification de l'ensemble tête – troisième étage (supposé) laisse accroire que ce dernier serait plus important, augmentant substantiellement la portée potentielle

³⁵ SID 62-19, 18 septembre 1962.

³⁶ Jeffrey Lewis, « [New DPRK ICBM Engine](#) », Arms Control Wonk, 9 avril 2016.

du missile et/ou la capacité d'emport³⁷. L'idée a été émise qu'une propulsion solide (dérivée des KN-02) aurait aussi pu être associée à cet étage, idée qu'il faut peut-être considérer sous un angle nouveau (voir *infra*).

Or, et peut être surtout, la tête est radicalement différente, puisque qu'au modèle tri-conique exhibé en 2012 et 2013 c'est substitué un modèle à coiffe arrondie qui semble nettement plus adapté à l'emport d'un modèle d'arme nucléaire de première génération et éventuellement moins vulnérable à l'échauffement lié à la rentrée dans l'atmosphère. Bien qu'il faille souvent se garder des analogies, le modèle (étage-tête) ressemble d'ailleurs quelque peu à celui du DF-5.



³⁷ « The KN-08 Mod 1 was a three-stage missile, with a third stage of substantially smaller diameter than the first and second, substantially similar to (but shorter than) the upper stage used successfully on Iranian and North Korean satellite launch vehicles (SLVs). The first and second stages of the Mod 1 were of the same diameter, with a clear interstage region or engine bay between them. For the KN -08 Mod 2, the third stage appears to have been either eliminated or replaced by something that maintains the same diameter over most of the missile's length. What isn't clear is what may have replaced it. One possibility is simply that the third stage has been reshaped to fit inside the new forebody. Conveniently for this interpretation, the cylindrical section of the KN-08 Mod 2 is just long enough for the unmodified first and second stages of the Mod 1 with a reasonable interstage section beneath the third stage. In this hypothesis, the third-stage fuel and oxidizer tanks would fit neatly in the conical section, almost to the base of the RV, holding almost as much propellant as the original. Conical tanks are slightly harder to manufacture than cylindrical tanks, but they would be more compact and efficient in this geometry. However, it seems more likely that the third stage has been removed entirely, with the first two stages lengthened to compensate. Two-stage missiles will generally offer inferior performance to three-stage designs, especially with light warheads, but two stages mean fewer chances for things to go wrong. Stage separation is one of the more common failure points for large rockets, and North Korea's track record in three-stage rocketry is only one success out of four attempts. To turn the KN-08 into a two-stage missile, the first-stage propellant tanks would have to be stretched by three to four meters, with the second stage being similarly stretched and pushed forward until its oxidizer tank fills the conical region. This also would be a very good match for the observed mock-up. It probably would not deliver the same performance as the Mod 1, but if it can still reach targets in the contiguous United States, the improved reliability might be seen as a worthwhile trade », John Schilling, Jeffrey Lewis et David Schmerler, *A New ICBM for North Korea*, 38th North, décembre 2015.

Coïncidence ou non, le nouveau KN-08 est apparu alors que la Corée du Nord montrait deux images particulièrement intéressantes, la première donnant une idée de ce que pourrait être



l'arme nucléaire vectorisable que la Corée du Nord développerait alors que la seconde montre le banc d'essai permettant de vérifier la résistance à l'échauffement des têtes du second modèle de KN-08 (la tête de l'ogive est placée sous un moteur de Scud). Cette combinaison d'images vient confirmer, probablement à dessein, l'affirmation des différentes autorités militaires américaines selon lesquelles le KN-08 pourrait effectivement être considéré comme un ICBM nucléaire.



Pour rajouter du piment à une situation déjà préoccupante, Kim Jung Un vient de terminer la visite d'un banc d'essai de moteur à propulsion solide de gros diamètre. Selon Micheal Elleman, « The engine was short, but wide in diameter, which suggests it's not a first-stage motor. The long burning time as indicated by the control room panel and the low-pressure burn would suggest that this might be designed for the upper stage of a multi-stage rocket system »³⁸.



³⁸ « [N. Korea's solid-fuel engine appears to be for upper-stage rocket: US expert](#) », *The Korean Times*, 25 mars 2016.

Si les images indiquent que la technologie du moteur reste peu évoluée, le guidage de la phase propulsée étant obtenu par déviation de flux (technologie directement dérivée de celle des Scud), elle pourrait permettre à la Corée du Nord de palier aux difficultés de développement des moteurs 4DI0 des SS-N-6. Toutefois, si le développement d'un moteur à propulsion de large diamètre permet de surmonter certaines des difficultés liées aux propulsions liquides³⁹, elle en génère d'autres, notamment au niveau de la qualité du propergol et, pour les premiers étages, dans la coulée de celui-ci. La maîtrise des liants est également très problématique, les liants permettant une combustion homogène étant complexes à fabriquer et particulièrement difficiles à acquérir par les circuits proliférants. La transposition de la technologie à un premier étage pourrait donc prendre plus de temps, d'autant que les logiques de déviation de flux par ailettes requièrent des matériaux composites que la Corée du Nord ne fabrique probablement pas (mais qui pourraient être obtenus auprès de l'Iran, les ailettes apparaissant en bon état sur le moteur testé). Dans l'ensemble, cet essai moteur tend à démontrer une lente maturation technologique susceptible de renforcer ponctuellement le potentiel de l'arsenal nord-coréen en offrant des solutions alternatives sur la base des missiles existants.

1.3. Vers une rupture dans la capacité de frappe tactique ?

Parallèlement, quelques précisions sont désormais disponibles sur les systèmes de KN-09 de 300 mm apparus relativement récemment dans l'arsenal⁴⁰. Au-delà de l'accroissement de portée observée (160 km, les M-1991 de 240 mm dont disposait la Corée du Nord étant donnés à une quarantaine de kilomètres), il n'est pas impossible que ces roquettes soient associées à un système de guidage, des photographies récentes montrant l'existence d'ailettes directionnelles sur la tête des engins. Selon la Corée du Nord, il s'agit de « systèmes de munition contrô-

lés »⁴¹, ce qui peut laisser supposer un mode de guidage actif (GPS ?).

Quoique le système de guidage soit de fait inconnu, cette évolution devrait *a minima* permettre de limiter la dérive des munitions sur les longues portées (l'ECP d'une roquette non guidée d'une centaine de kilomètres de portée excédant très largement



le kilomètre). L'entrée en service de munitions de plus longue portée et d'une précision minimale est, pour la Corée du Nord, extrêmement importante, puisqu'elle permet de mieux exploiter la profondeur stratégique du territoire mais surtout d'accroître la pression sur Séoul. Plus les systèmes de frappe en profondeur seront résilients, plus ils permettront à Pyongyang d'exercer une dissuasion conventionnelle crédible et d'optimiser ses options avant d'entamer une escalade plus difficilement contrôlable par le recours à des frappes non conventionnelles. L'un des plus importants exercices d'artillerie a d'ailleurs récemment eut lieu en Corée du Nord, confirmant, si besoin en était, que le couplage entre frappes conventionnelles massives et menaces de frappes non conventionnelles contre Séoul représente probablement l'un des meilleurs atouts de Pyongyang en cas de conflit armé.

Dans l'hypothèse où les roquettes seraient couplées à un GPS, ramenant possiblement l'ECP autour d'une centaine de mètres, les implications seraient par ailleurs nettement plus dramatiques, un tel système permettant des frappes de saturation relativement précises et des stratégies de frappe de décapitation des infrastructures politiques ou de neutralisation des infrastructures militaires. Il est par ailleurs à souligner que l'interception sur des roquettes relativement précises serait économiquement non viable pour la Corée du Sud, le stock de roquettes capables de toucher Séoul étant probablement bien trop élevé pour anticiper une interception systématique. Ponctuellement cependant, le déploiement d'un système

³⁹ Pour rappel, l'un des points durs est lié à la fabrication des turbopompes, problème qu'aucun des États proliférants ne semble avoir pu résoudre jusqu'à nos jours.

⁴⁰ Systèmes qui semblent dérivés des PHL-03 chinois.

⁴¹ Ankit Pant, « [Meet North Korea's New Multiple Launch Rocket System](#) », *The Diplomat*, 7 mars 2016.

d'interception C-RAM destiné à protéger les infrastructures critiques ferait sens. Il n'est d'ailleurs pas impossible que l'entrée en opération de ce nouveau système d'arme contraigne la Corée du Sud à reconsidérer l'acquisition du système Iron Dome, souvent évoquée, mais jamais traduite dans les faits, ou à se positionner sur les systèmes lasers.

Assez paradoxalement, l'exemple nord-coréen montre probablement les limites de la défense antimissile comme élément de neutralisation du potentiel d'une nation armée de systèmes d'armes certes périmés, mais importants en volume ; mais également les limites des options alternatives. Dans l'optique d'une frappe de saturation contre de grands centres urbains, les défenses sud-coréennes, composées de PAC-2 et de PAC-3, seraient rapidement saturées alors qu'aucune parade n'est déployée pour intercepter les roquettes moyennes de 240 et 300 mm. Appliquer le « *left of launch* » à un arsenal de ce type risque de n'apporter que des résultats décevants et la seule solution crédible semble consister dans la combinaison d'une capacité offensive puissante, tant au niveau terrestre qu'aérien, d'une capacité défensive sur les infrastructures les plus critiques, renforcée par une défense passive efficace – notamment pour les populations – et soutenue par une garantie nucléaire crédible. En substance, ce que le Pentagone applique sur la zone depuis des décennies, loin des questions existentielles des administrateurs civils du DoD.

Parallèlement, si les ICMB potentiels dont disposerait Pyongyang pourraient être vulnérables à des opérations autres que cinétiques, en dernier lieu seuls des systèmes de type GBI peuvent garantir l'existence d'une dernière ligne de défense. Là encore, le risque posé par ces systèmes sera probablement atténué par leur bombardement systématique et la neutralisation des tunnels. Bien que l'évolution prévisible des technologies des têtes posera évidemment un problème, il faut également considérer que les progrès dans la propulsion pourraient permettre à la Corée du Nord de disposer de systèmes plus légers (l'ensemble KN-08 TEL est estimé largement au-dessus de 120 tonnes) et donc plus faciles à utiliser à partir de tunnels. S'il n'est pas surprenant qu'aucune option ne soit véritablement satisfaisante, il est cependant à craindre que les options d'interception cinétiques restent au centre de la mission antimissile

défensive alors que la dimension nucléaire de la mission offensive ne doit pas être négligée. Compte tenu de la topographie de la Corée du Nord, l'utilisation de pénétrateurs terrestres associés à des armes nucléaires pourrait en effet être une option impérative face aux armes stockées dans les tunnels.

Autant pour le *left of launch*.

QUESTIONS TECHNIQUES, TECHNOLOGIQUES ET INDUSTRIELLES

I. Rapport FY 2015 du DOT&E, bilan des essais et évaluation 2015

Le rapport d'activité du directeur du bureau des essais opérationnels et des évaluations (*Office of the Director of Operational Tests & Evaluation, DOT&E*)⁴² vient d'être publié, faisant un point sur les différents essais des systèmes et architectures antimissiles américains pour 2016. Le lecteur se souviendra peut être que le premier numéro du bulletin était revenu sur le rapport 2015 (bilan des activités 2014), la présentation des activités 2015 sera donc allégée. Le bilan dressé dans ce numéro reprend cependant un cadre strictement identique afin de favoriser la comparaison. Un renvoi systématique est fait sur chaque équipement afin de permettre au lecteur de se remettre en mémoire les évaluations de l'année dernière, une description plus précise des équipements ayant alors été donnée.

Un aperçu plus détaillé est donné sur le GCCS-J, car il permet de mettre en relief un point qui est très rarement abordé dans ces observatoires, celui de la vulnérabilité informatique des C2. Les évaluations du DOT&E mettent en effet en évidence la nature cruciale de ce problème, plus particulièrement si l'on rapporte ces commentaires à ceux du rapport 2015 du DOT&E. Le tableau de la double page met en évidence la complexité de la transformation de l'architecture (plus lisible en version imprimée).

A. Global Command and Control System – Joint (GCCS-J)⁴³

Le *Global Command and Control System* (GCCS) est le successeur du *Worldwide Military Command and Control System* (WWMCCS), abandonné en 1997. Rassemblant initialement une série d'architectures dédiées aux différentes forces (Armée, Marine, etc.) pour permettre un commandement commun, le GCCS est fusionné (GCCS-J) en une famille de systèmes visant à intégrer l'ensemble des informations et données, transférées par les différents éléments des forces, pour permettre aux autorités militaires de disposer de l'image la plus complète et presque en temps réel de leurs conditions opérationnelles et de leur environnement, puis de planifier les opérations en conséquence. Le GCCS-J se décompose en deux pans : le GCCS-J Global et le JOPES (*Joint Operation Planning and Execution System*), le premier étant destiné à l'intégration de l'information, le second à la planification des opérations. L'évolution actuelle du GCCS-J vise à permettre d'intégrer les opérations de défense antimissile de théâtre au sein de l'architecture.

Le système est développé par Northrop Grumman, Leidos et Pragmatics, sous la direction de la *Defense Information Systems Agency* (DISA).

Le GCCS-J Global connaît plusieurs versions, chacune venant se superposer à la précédente. En 2013, la v4.3 est développée en vue d'assouplir l'architecture et d'élargir les types et le volume d'informations intégrées dans le système. Des essais

⁴² [Director, Operational Test and Evaluation FY 2015 Annual Report](#), janvier 2016.

⁴³ L'auteur tient à remercier Felix Guillaume, stagiaire à la FRS, pour cet article.

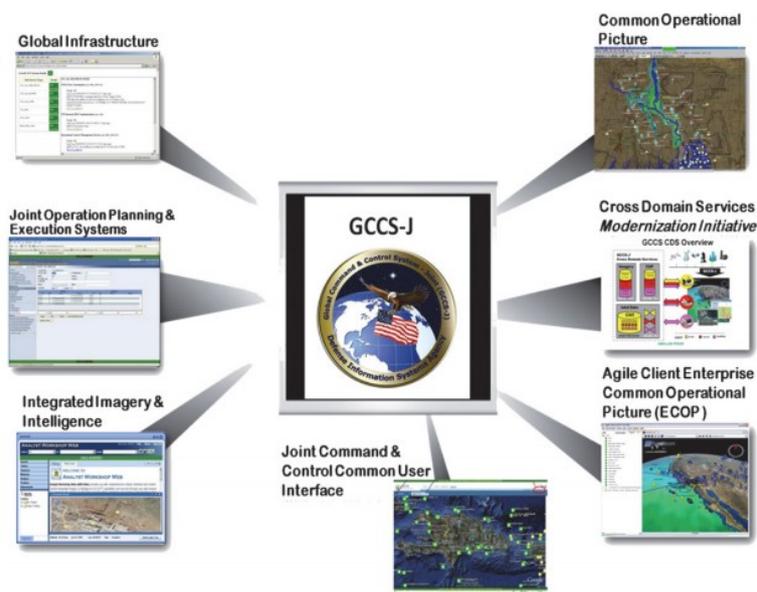
en juin et août 2013 ont néanmoins identifié un certain nombre de failles.

Celles-ci ont poussé la DISA à développer la v4.3 Update I, qui doit régler ces défauts, tout en y apportant des améliorations, en y intégrant notamment les missions de défense antimissile de théâtre. Un essai d'août 2014 a conduit à conclure que la v4.3 Update I était apte à l'utilisation pour les échelons supérieurs (c'est-à-dire les autorités nationales, des essais ultérieurs doivent encore porter sur son utilisation aux niveaux inférieurs, c'est-à-dire au niveau des commandements) et que la v4.3 était opérationnelle.

En avril 2014, la NSA a découvert neuf vulnérabilités majeures de cybersécurité dans la ligne de base de la v4.3, ceci affectant la v4.3 Update I : bien que la v4.3 Update I soit opérationnelle, elle ne sera pas estimée *survivable* tant que ces failles existent. En septembre 2014, la DISA a approuvé la mise en œuvre de la v4.3 Update I, sans que toutes les failles *cyber* aient été réparées.

Huit des neuf vulnérabilités *cyber* de la v4.3 ont toutefois été réparées, rapidement après la mise en œuvre de la v4.3 Update I. Celle-ci reste néanmoins non-*survivable*. Des essais de développement doivent avoir eu lieu en octobre 2015, et des essais opérationnels en janvier 2016.

La v5.0 a été développée pour introduire des mises à jour et de nouvelles fonctionnalités à la structure. Après un essai en janvier 2015, qui a été un échec, la v5.0 a été annulée, afin de réduire les risques que le système présentait en termes de vulnérabilités informatiques. La DISA a ainsi été contrainte de développer une *v4.3 Update I Emergency Release I* pour résoudre les déficiences de la v4.3 Update I. Cette version inclut également certaines fonctionnalités, initialement prévues pour la v5.0 annulée.



Un essai d'avril 2015 a mené aux conclusions suivantes : la v4.3 Update I Emergency Release I est apte à l'utilisation pour les échelons supérieurs

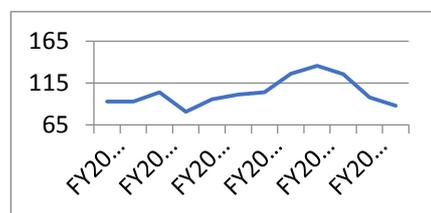
(des essais ultérieurs en FY16 doivent porter sur les échelons inférieurs) ; la v4.3 Update I n'est pas *survivable* (du fait des vulnérabilités *cyber* restantes) ; et la v4.3 est opérationnelle.

La v4.3 Update I Emergency Release I est la version actuellement déployée.

Pour l'année fiscale 2016, le DOT&E recommande à la DISA de corriger les failles *cyber* présentes dans la v4.3, ainsi que de conduire des essais de cybersécurité sur la v4.3 Update I Emergency Release I, dans des environnements opérationnels, de réparer toute faille détectée et de procéder à des tests de régression.

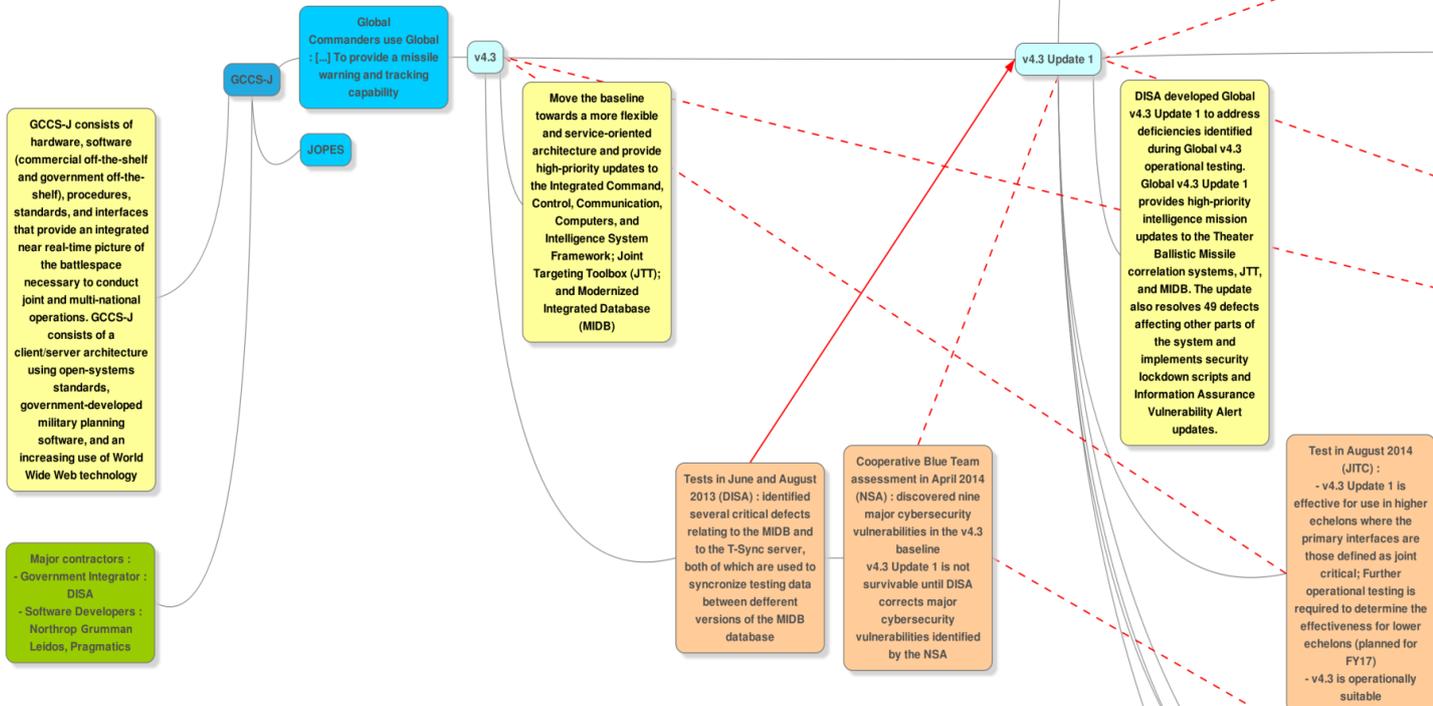
En termes de budget, il est intéressant de constater la baisse des dépenses pour le système depuis 2013, passant progressivement de 135 millions à 87 millions de 2013 à 2016, le budget étant censé refléter la maturité du système.

Budget accordé par la DISA au système GCCS-J (en millions de dollars) :



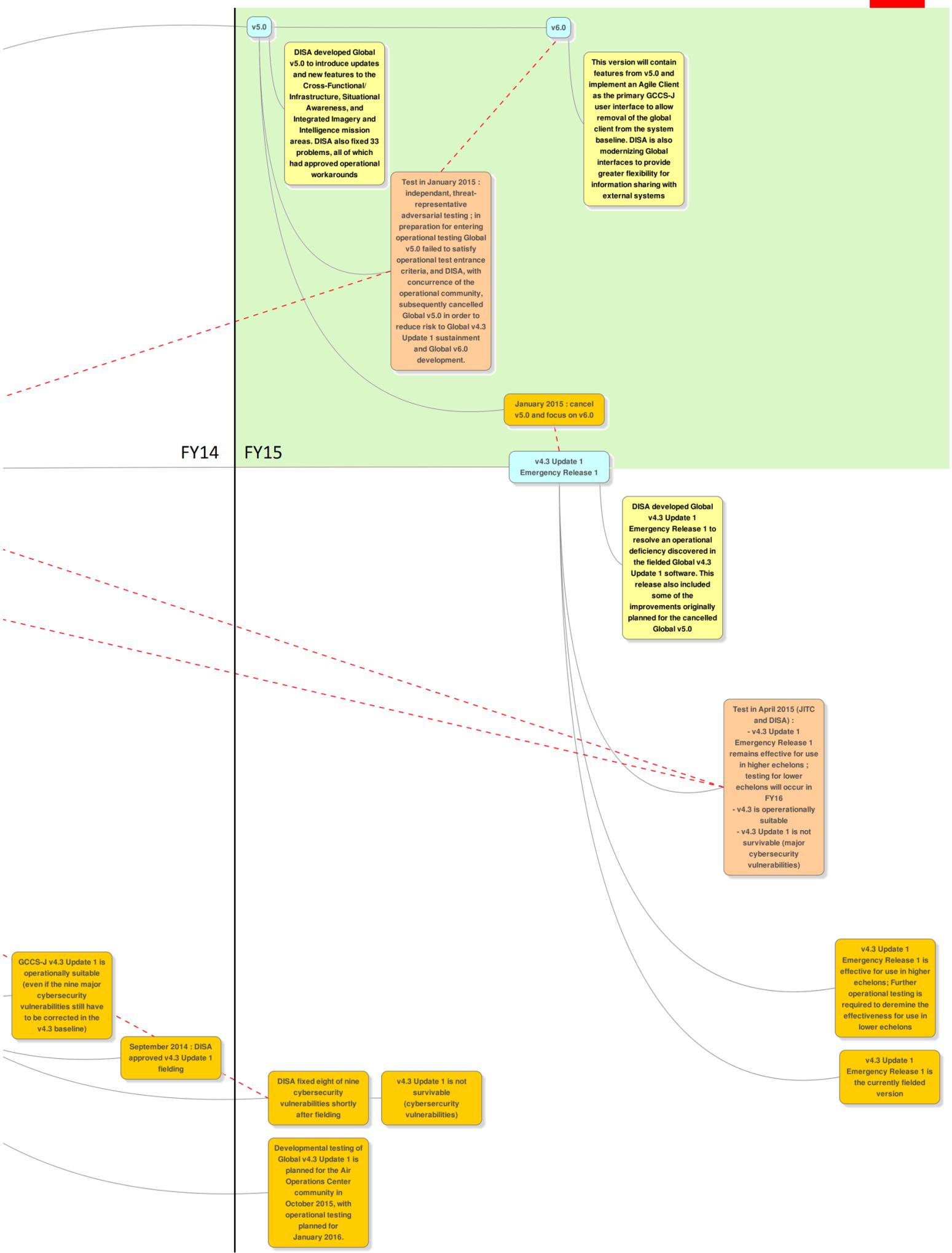
Le tableau ci-dessous explique plus précisément ces différentes évolutions.

GCCS-J : avancement et état (FY14 et FY15)



Légende :

- Systèmes et versions
- Versions avortées ou en développement
- Acteurs
- Fonctionnalités
- Essais
- Etat des versions
- Connexions
- Incidences directes



B. Patriot PAC-3 MSE

Les observations du DOT&E reprennent celles de 2015, traduisant l'absence d'évolution sur la question de la complexité de mise en œuvre du système d'arme ou l'interopérabilité avec le THAAD. À noter cependant les premiers essais sur le MSE Lethality Enhancer, c'est-à-dire sur une tête directionnelle projetant des fragments de métal sur la cible pour accroître la probabilité d'interception et des essais d'interception de sous-munitions, malheureusement non détaillés.

C. THAAD

Des tests de fiabilité démontrent une très forte amélioration du système d'arme dans sa version Configuration 2, grâce à la mise à jour des logiciels et matériels. Deux interceptions réussies lors des exercices [FTO-02 e2 e2a](#) (septembre et octobre 2015), sur un SRBM complexe et un MRBM. L'engagement permet de valider le fonctionnement du lot 4 et la version 2.7 de la Configuration 2. Des évolutions importantes ont également eu lieu en termes d'intégration des AN/TPY-2 dans le BMDS (voir infra). Toutefois, sur les 39 problèmes identifiés sur les deux premières batteries de THAAD, 19 restent non résolus. Le système n'est donc toujours pas qualifié de pleinement opérationnel dans sa version initiale.

D. TPQ-53 (radar de contre-batterie, futur système C-RAM)

Les essais 2015 confirment les problèmes du TPQ-3, qui sait désormais distinguer les tirs salve d'artillerie (en mode de surveillance à 90° mais pas en mode 360°) mais pas de mortier, identifie des munitions ou des tirs de munitions inexistantes, se trompe dans le positionnement du radar du fait d'une mauvaise interprétation des calques de terrains, dysfonctionne lorsqu'il est déployé près d'une base aérienne. Aucun essai sur les tirs de roquettes n'ayant été réalisé, le système n'a encore qu'une utilité marginale. Les vulnérabilités informatiques sont par contre considérées comme réglées, ainsi que les questions de fiabilité, le système étant désormais remarquablement stable.

E. Aegis Weapon System Modernisation-SM-6

L'année 2015 a permis, par divers essais du SM-6, de commencer à valider l'AWS (*Aegis Weapons Systems*) Baseline 9 opérant l'ABMD 5.0 CU, qui permet véritablement la mise en œuvre d'une capacité IAMD, notamment pas l'engagement des SM-6. Une série d'exercices multiples (*Multi-Mission Warfare*) tenus en juin 2015 sur la base d'un DDG-51 ABMD 5.0 et des systèmes d'arme SM-2 / SM-6 a permis de démontrer que cette évolution pouvait réaliser les missions de défense aérienne des séries précédentes (interceptions par SM-2 block IV, lequel doit entrer en dotation sur les ABMD 3.6). Deux essais d'interception de SRBM à tête non séparable ont été réalisés respectivement par un SM-2 Block IV et un SM-6, démontrant la capacité d'interception terminale des deux types de missiles. Un essai d'interception de missile anti-navire subsonique (cible BQM-74E) a également été réalisé par un SM-6 ainsi qu'une interception antiaérienne classique (cible AQM-37C). Par contre une série de dysfonctionnements techniques ont mis en évidence le manque de fiabilité de l'AMBM 5.0, dysfonctionnements qui semblent cependant circonstanciels. De surcroît, sur un plan général, le DOT&E estime que la configuration Baseline 9 n'a pas été suffisamment testée pour permettre d'affirmer que la configuration IAMD est pleinement fonctionnelle. La question de la défense terminale des destroyers continue à se poser, sans qu'aucune solution ne soit envisageable (problème de règlement des simulations d'interception terminale). La capacité à appliquer les missions NIFC-CA reste théorique, du fait du caractère encore peu réaliste des essais, alors que la capacité de résistance des systèmes aux attaques cyber est ouvertement questionnée.

Parallèlement, la modernisation des logiciels permettant la mise en œuvre de la CEC (engagement coopératif), à savoir l'USG-2B (qui doit remplacer l'USG-2A actuellement déployée) et l'USG-3 (devenant être déployée sur les [E-2D](#)), est loin d'être achevée. Les propos quelque peu cryptiques du DOT&E laissent supposer que les deux systèmes donnent des résultats satisfaisants mais encore limités. Les performances du E-2D en matière de CEC restent manifestement problématiques (le correctif final ne devant être apporté qu'à partir de 2019) alors que sa capacité à appliquer les missions

NIFC-CA reste en définition. Une évaluation opérationnelle est néanmoins réalisée par la Navy depuis 2015, suite au déploiement des premiers E-2D.

Le SM-6 lui-même est en phase d'essai sur une version améliorée, dite SM-6 block I et IA, qui vise à corriger des problèmes identifiés (notamment sur les liaisons missile/capteur, sachant qu'une série de problèmes supplémentaires, apparemment critiques mais non révélés, demeure encore non résolue) sur les SM-6. Deux essais réussis ont été menés contre des cibles réalisant des attaques électroniques contre le missile lui-même et contre le SPY-I. Un essai d'interception sur une cible aérienne (F-4) a également été réalisé en configuration NIFC-CA, mais dans des conditions encore éloignées des conditions opérationnelles. En dépit des bonnes performances apparentes du missile, un certain nombre de failles subsistent, y compris sur les versions Block I et IA.

F. [DDG-51 Flight III/AMDR](#)

Assez étonnamment, le DOT&E ne rapporte aucune évolution particulière sur la question de l'AMDR, le radar lui-même ne pouvant toujours pas être testé et les problèmes d'évaluation sur l'intégration avec les ESSM Block 2, qui doivent permettre d'assurer la protection terminale des DDG-51, semblant au point mort.

G. [SM-3 – Aegis Ballistic Missile Defense \(ABMD\)](#)

Les essais de l'année 2015 sont essentiellement marqués par le manque de fiabilité continue du SM-3 Block IB (échec dans l'essai FTO-02 e1) et l'incapacité de la MDA à proposer des solutions. Les problèmes relevés sur le 3^{ème} étage du missile après l'essai FTM-16 de 2011 ont poussé la MDA à adopter des solutions non testées, conduisant à des échecs et anomalies multiples qui posent très clairement la question des capacités opérationnelles du système.

Si le DOT&E note une tendance à l'allègement des essais (dans un but d'économie budgétaire manifestement), d'intéressantes évolutions sont quand même à souligner. La première est la tentative d'évaluation de la capacité discrimination des débris des SM-3 Block IB et du SPY-I, réalisée par l'interception d'un premier missile par un THAAD

(interception qui produit des débris) avant l'engagement d'un second missile par un SM-3. Tenté lors de FTO-02 e1, l'essai se solde par un échec du fait de la défaillance du SM-3 mais dénote toutefois d'une évolution du programme vers des opérations qui dépassent désormais le simple cadre des interceptions de têtes pour des logiques plus complexes, intégrant, sous une forme ou une autre, les leurres.

Autre évolution notable, réalisée lors de l'exercice de simulation sans interception FTX-19 (février 2015), l'engagement de deux DDG-51 AMDS 4.0.2 en mode DWES (*Distributed Weighted Engagement Scheme*), qui permet de sélectionner l'intercepteur le plus optimisé pour l'interception. Ces évolutions préfigurent une capacité d'engagement multiple face à des tirs de saturation, l'exercice ayant visé à l'interception simulée d'un raid de trois têtes séparables, et trouvera très probablement des applications directes pour les interceptions d'antnavires.

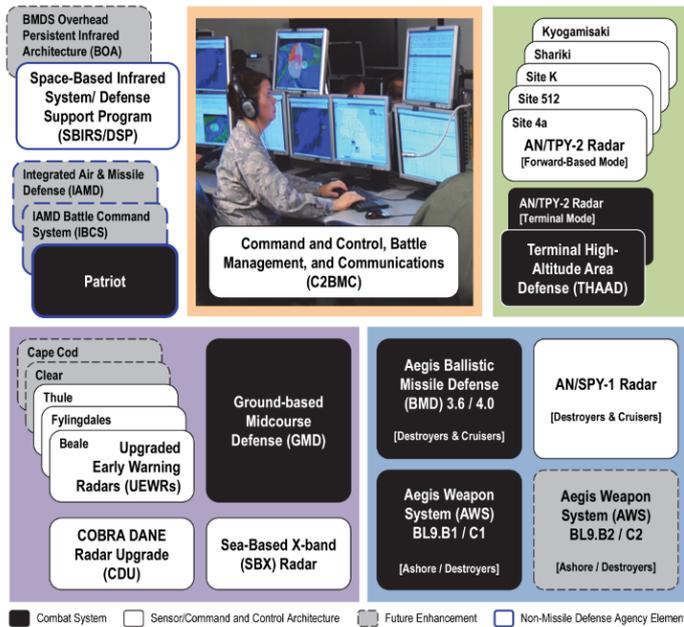
Enfin, il est à souligner que l'utilisation des SPY-I en soutien (détection et trajectographie) des missions de la GMD, testée notamment lors de l'exercice d'interception GTI-06, a montré l'utilité des systèmes, le DOT&E laissant entendre de réels progrès depuis les essais FTG-07 de 2013, où un certain nombre de limitations dans le transfert de données vers les architectures utilisées pour les GBI avait été souligné. Parallèlement, l'Aegis Ashore a démontré sa capacité à s'intégrer dans le BMDS et à bénéficier de son architecture pour engager les opérations, tout en disposant d'une capacité d'activation autonome.

Sur un plan plus général, la campagne d'essais a permis de corriger les problèmes et limites mis en évidence depuis 2013, la plupart d'entre eux étant correctement pris en compte par la MDA, à défaut d'être totalement surmontés. Très clairement, en dépit des doutes soulevés par la fiabilité du SM-3 lui-même, l'année 2015 marque une évolution vers des exercices plus complexes et plus opérationnels pour les systèmes AMDS 4.0 et le SM-3 Block IB.

H. [Ballistic Missile Defense System \(BMDS\)](#)

Le DOT&E conforme l'intégration croissante des composantes de théâtre de la défense antimissile autour de la BMDS, donnant progressivement une dimension véritablement globale à celle-ci. Le schéma ci-dessous, qui n'apporte rien de neuf en

tant que tel, traduit assez bien cette évolution en illustrant le caractère désormais global de l'architecture.



Au-delà du symbole, la globalisation est tangible : par l'intégration de l'Aegis Ashore, mais aussi par un certain nombre d'exercices (GTD-04 et GTI-06) portant sur les AN/TPY-2 déployés au Japon et directement opérés par le C2BMC du BMDS, par l'utilisation modélisée de plusieurs TPY-2 ainsi que par des exercices de détection et cuing à partir de ces radar sur des missiles en phase propulsée. GTD-04 et GTD-06 ont également été l'occasion de tester des nouveaux logiciels du système de contrôle de tir des GBI (GFC Build 6B2.2), lequel a notamment testé l'intégration de données en provenance des AN/TPY-2 japonais et l'interopérabilité entre les architectures de la GMD et celle des Aegis (intégration de données entre un ABMD 4.0.3, un Aegis BL9.C1 (AMBD 5.0), le radar de Beale UEWR et le GFC du GBI).

Les exercices ont également visé à développer les transferts et échanges de données entre commandements (EUCOM/CENTCOM), approfondissant les travaux engagés l'année dernière.

Seul point manquant, l'intégration des Patriot, le signalement de ce point par la DOT&E venant rappeler le caractère intégré que prend la BMDS qui, à terme, traitera l'ensemble de la mission antimissile défensive au sein d'architectures totalement interconnectées.

I. Command and Control, Battle Management and Communication System (C2BMC)

La version Spiral 6.4-2 0.2 (dite 6.4 GEM – *Global Engagement Manager*, version plus automatisée que la 6.4 utilisée jusqu'à l'année dernière) est la version utilisée lors des exercices intégrant le BMDS, notamment lors des exercices GTD-04 et GTI-06 permettant la prise en main des AN/TPY-2 déployés sur les théâtres, et les exercices FTO-02 (intégration des Aegis dans le BMDS). Le DOT&E rappelle par ailleurs que la gestion des capteurs déployés sur le théâtre a été expérimentée lors d'opérations réelles, très probablement nord-coréennes⁴⁴. Parallèlement, l'interopérabilité entre le C2BMC et les architectures OTAN et israélienne a été démontrée à l'occasion d'événements réels (tirs de missiles iraniens ?).

Cette version du C2BMC bénéficie d'une version de backup dite Spiral 6.2 Combatant Command (Cocom), version dégradée qui permet l'utilisation d'un seul AN/TPY-2.

⁴⁴ « Throughout FY15, the MDA exercised C2BMC sensor management, track processing, and track reporting during real-world targets of opportunity. The system demonstrated dual radar management and track processing/reporting utilizing operational C2BMC suites and communications. These events also demonstrated USEUCOM-USCENTCOM cross-AOR data flows, and track correlation and reporting for AN/TPY-2 (FBM) and other elements (e.g., Aegis BMD, Arrow, and Patriot) ».

2. Laser et mission antimissile : au-delà du C-RAM ?

2.1. HELLADS

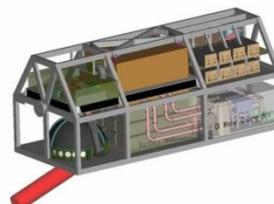
Le laser est décrit, depuis les premiers essais de laser aéroporté, comme un des vecteurs d'avenir pour la mission antimissile. S'il devient progressivement une réalité pour les missions C-RAM, son utilisation pour des missions offensives, et plus particulièrement pour les interceptions en phase propulsée ou ascendante (BPI), est restée théorique, du fait des contraintes de puissance, de masse et de volume, qui ont interdit jusqu'à nos jours une utilisation opérationnelle sur une plate-forme aéroportée.

La question de l'interception par plate-forme aéroportée est une vieille antienne de la MDA, qui n'a jamais trouvé de solution satisfaisante. La possibilité pratique d'interception, démontrée par l'ABL, n'a jamais été concrétisée du fait des difficultés rencontrées dans la mise en œuvre des lasers chimiques, qui, jusqu'à la fin des années 2000, restent la principale option pour opérer des lasers de forte puissance. Parallèlement, la question de la détection par plate-forme aéroportée, prometteuse en théorie, se heurte à la concurrence du SBIRS, qui, devant être financé pour relever le DSP, offre une capacité suffisante ne justifiant pas l'investissement de ressources supplémentaires dans une plate-forme secondaire encore peu mature en termes technologiques. Le programme ABIR (*Airborne Infra Red*), visant à donner une capacité de détection de tir à un drone de type MQ-9 lancé en 2009, est annulé en 2013. Bien que le DOT&E eût rapporté que la participation de la plate-forme aux exercices FTM-16 (Aegis, 2010) et FTT-12 (THAAD, 2010) avait été satisfaisante en termes de détection, trajectographie et cuing⁴⁵, un rapport du *Defense Science Board* sur les options offertes pour la BPI apporte des conclusions bien différentes, soulignant la précision insuffisante de l'ABIR, tant du fait des limites de la plate-forme que du détecteur multi spectral utilisé⁴⁶. Le programme est annulé en 2012.

Comme cela avait été souligné en août 2014 dans le bulletin, l'utilisation du drone pour la détection balistique demeure un sujet d'intérêt pour les États-Unis. L'idée que les drones puissent être associés à des intercepteurs cinétiques n'est pas invraisemblable, mais il est cependant probable que la conjonction des progrès réalisés dans le domaine des capteurs multi spectraux et des lasers offre un nouveau champ d'application à la BPI, au moins face aux menaces de théâtre.

Initié par la DARPA à partir de 2003, le programme de laser solide à refroidissement liquide HELLADS développé par General Atomic pourrait ainsi permettre de relancer concrètement l'idée de BPI, notamment face aux roquettes lourdes et BSRBM. Il apparaît en effet douteux que des portées suffisantes puissent être obtenues pour traiter les cibles autrement qu'à très courte distance, des systèmes plus lourds tels que le système Excalibur (organisé autour du couplage de 21 lasers) n'affichant encore que des portées réduites (7 km).

L'HELLADS repose sur le principe du laser à solide pompé par diodes et refroidi par liquide avec accord d'indice de réfraction



(le dessin ci-contre est censé donner une idée du système). Le faisceau du laser passant à travers des couches de céramique baignées dans un liquide, le refroidissement du système est fortement amélioré, permettant une réduction de masse et de volume, mais aussi la génération d'un faisceau continu. Le système fonctionne par une combinaison de lasers, General Atomic annonce des performances de l'ordre de 150 Mw pour un poids total d'environ 750 kg sur un volume de 3 m³. Actuellement, le modèle fonctionne autour de module de 20 Kw ou de deux modules rendant une puissance de 34 kw⁴⁷. L'objectif du constructeur est de déployer l'HELLADS sur des systèmes de type MQ-9 évolués (modèle Avenger, prototype de MQ-9 furtif).

⁴⁵ Rapport du directeur du DOT&E pour l'année fiscal 2010, janvier 2011.

⁴⁶ *Task Force Report on Science and Technology Issues of Early Intercept Ballistic Missile Defense Feasibility*, Defense Science Board, septembre 2011

⁴⁷ Bernard Fontaine, [Les Armes Laser](#), Direction Générale de l'Armement Bagneux, 9 janvier 2015 ; Valerie C. Coffey, « [High-Energy Lasers: New Advances in Defense Applications](#) », *Optic and Photonic News*, octobre 2004.

Le système, qui doit être testé à White Sand à partir de cette année⁴⁸, pourrait être déployé sur un drone dès 2018 et pourrait également équiper les appareils de l'US Air force, pour des missions d'autoprotection, mais aussi pour des missions offensives (sur AC-130). Bien que l'échec du programme ABIR souligne que les questions liées au ciblage des armes à énergie dirigée à partir d'une plate-forme aéroportée n'est pas un problème à négliger, l'augmentation continue de la puissance des lasers et la diminution de leur masse ne peuvent que relancer le développement de programme BPI, mais aussi et peut être surtout d'architectures d'interception terminale de missiles de croisière. La fin des essais à White Sand et les évaluations du DOT&E permettront assez probablement d'en savoir un peu plus d'ici un an, sachant qu'entre les premières informations diffusées sur l'HELLADS au début des années 2010 et aujourd'hui, l'essentiel de l'information disponible est demeuré identique.

Sur le fond cependant, la mission d'interception BPI par laser doit être considérée avec précaution. Un récent séminaire sur les armes à énergie dirigée, dans lequel intervenaient un certain nombre de hauts responsables américains, montre que les applications immédiates s'orientent d'abord vers l'élimination des drones et des embarcations légères. Keith Englander, responsable de l'ingénierie à la MDA, a bien entendu rappelé l'intérêt de l'Agence pour le laser mais également précisé que, de son point de vue, le niveau de maturité technologique (*Technology Readiness Levels – TRL*) actuel des lasers pour ces missions était de l'ordre de 3 à 4, le niveau 6 étant jugé minimal pour envisager les premières applications. L'horizon considéré est 2020+, et le type de cible n'a pas été spécifié⁴⁹.

2.2. D'autres solutions

Dans ce contexte, il n'est pas inutile de rappeler que les constructeurs traditionnels, ignorants de la révolution qui s'annonce, continuent à développer des capacités intéressantes. Au niveau du C-RAM, le

⁴⁸ Richard Whittle, « [General Atomics Plans 150kW Laser Tests: Eye On AC-130, Avenger](#) », *Breaking Defense*, 21 décembre 2015.

⁴⁹ [Directed Energy Summit Summary Report](#), CSBA, 28 juillet 2015, p. 6.

programme *Indirect Fire Protection Capability* (IFPC) cherche à mettre en commun autour de mêmes systèmes de lancement (*Multi Mission Launcher – MML*, ci-contre), de petits intercepteurs dérivés de missiles existants pour des missions relativement simples de C-RAM, et d'interception de drones ou de missiles de croisière. Le programme est divisé en trois *Increments*, qui visent d'abord à vérifier le concept puis à en allonger la portée.



Assez logiquement, le système utilise des radars Sentinel et l'IBCS pour accomplir la mission de détection et de trajectographie. Mais l'intérêt ici est surtout dans l'intercepteur, la mission anti drone étant réalisée par des missiles AGM-114L (Longbow Hellfire), le système restant compatible avec des missiles Stinger (FIM-92) traditionnels. Des essais réalisés en mars ont démontré la possibilité d'adapter le missile à l'architecture IBCS, laissant envisager d'adapter des munitions relativement peu onéreuses (25 000 dollars pour les versions AGM-114 B) pour des missions contre des cibles lentes (la vitesse maximale du missile étant de mach 1,3, soit 0,4 km/s). Cette adaptation offre par ailleurs des possibilités d'utilisation d'AGM-114 à partir de drone pour des missions d'interception de missiles de croisière subsoniques.

Parallèlement, rappelons que des recherches constantes sont effectuées au niveau des propergols afin d'améliorer les performances des missiles. L'une des voies retenues s'oriente vers l'utilisation de mono-propergols liquides, notamment les nitrates d'hydroxylammonium (HAN), que les États-Unis ont tenté d'exploiter dans le programme NCADE (*Net-Centric Airborne Defense Element*). Visant à valoriser les AIM-120 pour les interceptions balistiques en phase ascendante et propulsée, le programme consistait (entre autres) à remplacer le booster solide du missile par un étage à propulsion liquide, sachant que l'impulsion spécifique de ceux-ci reste très supérieure (les HAN ont une impulsion spécifique approximativement équivalente à l'hydrazine). Ce type de propergol, stockable, peu toxique et visqueux, permet par ailleurs d'envisager des solutions pour les missiles devant

être stockés sur des zones exposées, tels que les SM-3, la solution ayant été envisagée pour le SM-3 Block IIB. Parallèlement, des technologies alternatives, autour de propergols gélifiés ou mixtes (solide-liquide) laissent présager des évolutions importantes tant en termes de performances que de facilité d'utilisation⁵⁰.

Bien que ces évolutions n'apparaissent pas directement dans les programmes actuels, elles annoncent une amélioration non négligeable des performances cinétiques des missiles. Bien évidemment, les coûts d'utilisation resteront très supérieurs aux armes à énergie dirigée, mais l'accroissement des vitesses, des portées et de la manœuvrabilité permettra d'offrir une gamme de solutions sur l'ensemble du spectre des interceptions balistiques et aérobies.

2.3. Laser C-RAM en Europe

Profitons par ailleurs de ce point pour rappeler que les Européens sont, une fois n'est pas coutume, dans la course pour le développement des lasers C-RAM. Si MBDA développe un programme (AD-HELW), Rheinmetall est l'industriel qui semble vouloir le plus investir pour commercialiser la technologie du laser à solide, développé de façon modulaire autour de modèles à 5, 10 et 20 Mw⁵¹. Les lasers s'intègrent au sein du système antiaérien Skyshield, système SHORAD léger basé sur une combinaison de canons et de missiles antiaériens (dont une version automatisée (MANTIS) vient d'être acquise par la Bundeswehr) asservi à un radar de conduite Oerlikon X-TAR3D. La portée instrumentée de celui-ci est donnée à 25, 35 et 55 km⁵².



Le choix de l'industriel a été de tenter de trouver des solutions pratiques autour de systèmes dont la puissance individuelle peut s'avérer suffisante pour

des missions spécifiques, mais insuffisante pour d'autres. Se fondant sur le principe que la mission C-RAM vise le plus souvent à défendre des infrastructures fixes, un ensemble de lasers est déployé et combiné pour détruire les cibles. Une série d'essais a ainsi permis de démontrer la capacité du système à détruire des munitions de mortier mais aussi des missiles de croisière simulés par des drones à réaction. Les portées d'interception sont de l'ordre de 1 000 mètres, bien que le constructeur vise plutôt les 3 000 autour de lasers plus puissants (de l'ordre de 100 Mw).

Les essais réalisés en 2013 sont assez illustratifs des potentialités du système, qui s'intègre dans une architecture Skyshield classique, les lasers pouvant être déployés en mode fixe mais également à partir de plates-formes mobiles, certes encore volumineuses (camion léger).



La démonstration opérée par Rheinmetall, qui s'inscrit dans le contexte du retour d'expérience des opérations urbaines, met en évidence un des intérêts immédiats des lasers par rapport aux systèmes cinétiques à tir rapide auxquels ils sont couplés : l'absence de retombée des munitions lors de l'interception. Si le problème ne se pose par forcément sur le théâtre d'opération, il est néanmoins très concret dans le cas de la protection des infrastructures implantées en zone urbaine. Très typiquement, un tel système semble devoir idéalement répondre aux risques posés par les fusées de mortier tirées au sein de complexes urbains, qu'aucun autre système d'arme ne permet de prendre en compte correctement, mais devrait aussi permettre de compléter des systèmes de type Iron Dome en défense terminale. La portée très faible ne permet cependant que de les envisager en défense de point.

⁵⁰ Voir, pour un aperçu de ces questions, le rapport du FOI, un peu ancien mais très utile, Magnus Berglund, Jon Tegnér et Niklas Wingborg, *A contemporary Study of Research on Tactical Missile Propulsion*, FOI-R-1706-SE, 2005.

⁵¹ [HEL on wheels](#), Rheinmetall Defense.

⁵² [Stationary Air Defence](#), Rheinmetall Defense.

I. Vers le successeur du Green Pine

Alors que les essais antimissiles, auxquels Israël participe avec les



États-Unis, mettent en œuvre le Super Greenpine, IAI ELTA développe actuellement une nouvelle génération de systèmes déclinant un radar modulaire UHF (ELM-2090U C-22⁵³, dénommé Ultra, à gauche sur le graphique) couplé au radar en bande S (ELM-2090S Spectra⁵⁴, à droite sur le graphique) récemment proposé sur le marché, permettant de combiner une plus grande portée et une bonne capacité de trajectographie et de discrimination. L'ensemble forme le système de détection Terra⁵⁵.

Les deux radars exploitent les technologies de la formation de faisceau digitale (*beamforming*), le radar UHF assurant la veille et la détection longue portée puis combinant ses données avec le radar en bande S, qui assure la caractérisation du missile et la trajectographie. Les deux radars sont redéployables et la bande S peut être exploitée à partir de systèmes mobiles (terrestres ou navals). Le radar Ultra est quant à lui un concept modulable, combinant des unités pour accroître la puissance du système. L'Ultra C1 est ainsi un petit système visant à la surveillance du théâtre, le Terra utilisant un Ultra C22, qui rassemble 22 modules⁵⁶. Aucune donnée n'est disponible sur les portées (l'Ultra C1 est donné à

500 km par Elta⁵⁷) ou sur la distance maximale à laquelle les deux radars peuvent opérer l'un par rapport à l'autre. On peut néanmoins supposer que ce système apporte une amélioration considérable au Greenpine, dont la portée était relativement limitée, alors qu'il offre une souplesse d'emploi supérieure, étant annoncé comme servant autant à la détection balistique qu'à la détection spatiale ou à celle des missiles de croisière.

Bien qu'aucune donnée technique ne soit disponible, le Terra marque plusieurs avancées pour l'industrie israélienne, qui recourt au nitrure de galium pour les modules transmetteurs-émetteurs et qui dispose à son tour d'un radar UHF modulable et redéployable. Contrairement au TLP, avec lequel la comparaison pourrait être faite, il n'a pas été nécessaire à Elta d'attendre une énième loi de programmation pour développer le système et trouver son premier client, qui, s'il n'est pas officiellement révélé, est probablement le gouvernement israélien lui-même. Compte tenu de la forte présence d'Elta sur les marchés indiens mais aussi européens, Thales risque d'être rapidement confronté à un concurrent de taille sur ces technologies particulières.

2. Fin de parcours pour le JLENS ?

La fin semble proche pour le JLENS, qui peine à surmonter le ridicule épisode de la rupture de câble d'octobre 2015, qui, après avoir causé une multitude de ruptures d'alimentation électrique en Pennsylvanie⁵⁸, a été l'occasion de mettre en relief des problèmes dans la gestion des sous-traitants et la formation des personnels.

Soumis à une critique dévastatrice lors de l'incident, le JLENS a néanmoins retrouvé quelques couleurs dans la proposition budgétaire 2017, l'administration proposant un financement à hauteur de 45,5 millions

⁵³ [ELM-2090U Ultra Early Warning UHF Digital Radar Family](#), IAI/ELTA

⁵⁴ [ELM-2090S - Spectra Early Warning and Defense S-Band Digital Radar](#), IAI/ELTA.

⁵⁵ Barbara Opall-Rome « [Israel Aerospace Industries Unveils Dual-Band Radar System](#) », *Defense News*, 11 novembre 2015.

⁵⁶ Yaakov Lappin, « [IAI unveils UHF early warning radar family](#) », *Jane's 360*, 10 juin 2015.

⁵⁷ [ELM-2090U ULTRA-C1](#), IAI/ELTA.

⁵⁸ David Willman, « Tests find that the Pentagon's radar blimps can't track 'some high priority targets' », *LA Times*, 26 février 2016.

de dollars, contre une dizaine pour 2016, le Congrès ayant impitoyablement réduit le budget après l'incident d'octobre. Ces 45,5 millions ne doivent cependant pas cacher qu'il s'agit essentiellement de maintenir le programme en conditions opérationnelles jusqu'en 2018, date à laquelle le budget sera ramené à 6 millions de dollars. Pour mémoire, alors qu'il était en phase de R&D, le JLENS était financé très largement au-delà des 300 millions de dollars.

Très clairement, le JLENS est devenu un problème technico-opérationnel, financier et politique. Technico-opérationnel parce qu'une bonne partie de la communauté de défense s'est mobilisée en sa faveur, les États-Unis souffrant d'un déficit évident en matière d'alerte contre les missiles de croisière. Raytheon fournit désormais des chiffres plus précis sur la capacité du système, donnant une portée de détection supérieure à 500 km (à 10 000 pieds). Toutefois, le DOT&E se montre désormais ouvertement critique envers ce programme tant en termes de fiabilité qu'en termes de performances :

« System-level reliability, both software and hardware, is not meeting the program's goals for reliability growth.

Electronic interference has limited the surveillance radar system to certain frequencies.

The JLENS surveillance radar, as initially configured, had certain features incorporated into its software system intended to deal with the very high target densities that exist. However, the design approach chosen to deal with this problem resulted in certain target sets being excluded by the software algorithms associated with the surveillance radar. This could result in some high priority radar targets not being processed and tracked.

Early testing has revealed problems related to the timely passing of unambiguous radar target track information from the JLENS system into the North American Aerospace Defense Command »⁵⁹

Ces critiques tranchent assez nettement avec le rapport d'acquisition final du projet (*Selected Acquisition Report – SAR*), publié en avril 2014, qui ne relève aucun problème de software et dresse un bilan plu-

tôt flatteur du système⁶⁰. Les deux années d'activité du système au-dessus de Washington n'ont donc pas donné les résultats escomptés, ce qui en soit n'est pas surprenant. Le DOT&E met en évidence des problèmes liés à l'utilisation en infrastructure urbaine (fréquences, multiplicité des cibles, etc.), sans commune mesure avec la mission initiale du système, dédiée à l'identification de cibles aériennes sur le théâtre des opérations. De surcroît, du fait de la réorientation de la mission vers des tâches plus civiles, il est probable qu'un important travail reste à faire pour qualifier le JLENS pour les opérations d'alerte et de trajectographie, le SAR rappelant que le système ne dispose encore que de « modèles de comportement » pour ce type de menaces. Sachant que le coût unitaire du système est estimé à 1,1 milliard de dollars, il est assez probable que la question du coût final d'acquisition risque d'influencer très négativement les parlementaires dès lors qu'il s'agira de décider s'il faut relancer effectivement le programme ou en tirer les enseignements avant de s'orienter vers une autre solution. L'administration américaine devrait être fixée dès le moins de juin, lors du premier vote de la Chambre des représentants.

3. Hypersonique : la solution russe

La presse russe affirme que des essais ont été réalisés sur un modèle de munition hypersonique navale dénommé 3M22 Zircon (la dénomination 3K22 apparaît également). La nature du système, qui pourrait atteindre Mach 6 (2 km/s), n'est pas connue, des spéculations ayant été faites sur la possibilité que le Zircon soit une version nationale du BrahMos 2 (photo ci-dessus) développé avec l'Inde. Selon *Russia Today*⁶¹, le Zircon serait



⁶⁰ [Joint Land Attack Cruise Missile Defense Elevated Netted Sensor](#), Selected Acquisition Report, RCS: DD-A&T(Q&A)823-372 System (JLENS), DAMIR, 16 avril 2014.

⁶¹ « [Russia testing 6-Mach Zircon hypersonic missile for 5G subs](#) », *RT*, 17 mars 2016.

⁵⁹ DOT&E, 2016

adaptable aux systèmes de lancement verticaux (VLS) de type 3S-14 utilisés pour les P-800 /3M55 (SS-N-26) et les 3M14 Kaliber. Les missiles seront donc disponibles sur les croiseurs lourds de classe Kirov/Pierre le Grand, mais également sur les futurs SNA de classe Husky, censés remplacer les Yasen. Le mode de stationnement du missile, à partir de VSL, accrédite l'idée d'un petit missile de croisière très vélocé, dérivé d'un système existant. La date de finalisation annoncée des essais, à l'horizon 2020, va également dans ce sens.

Les dimensions du VLS laissent anticiper un missile d'une taille inférieure à 9 mètres et d'environ 70 cm de diamètre par cellule (diamètre du SS-N-26 pris en référence), taille approchant d'un X-51. S'agit-il cependant d'un missile hypersonique utilisant un superstatoréacteur ou d'un missile haut supersonique, exploitant un statoréacteur, dont la vitesse serait très inférieure à mach 6 ?



Il est évidemment difficile d'être affirmatif, mais on rappellera que le vol de mai 2013 du X-51, qui a permis d'atteindre une vitesse de pointe de mach 5,1, n'a été réalisé que sur une portée de 500 km et, selon toute probabilité, suivant un profil de vol nettement moins complexe que celui attendu d'un missile de croisière opérationnel. Se pose également la question de l'altitude, le X-51 ayant été testé à des altitudes de 18 km. Le 3M22 opère-t-il à de telles altitudes, alors qu'il est lancé au niveau de la mer et dans cette hypothèse, quel serait le profil de vol du missile ? Peut-être faut-il considérer que la partie hypersonique du vol n'est que terminale, et opérée à partir d'un booster, à l'instar de certaines versions du 3M54 (SS-N-27). Rappelons également que la Russie est familière des missiles hautement supersoniques (Kh-15 notamment, dont la vitesse est donnée à mach 5), les engins étant cependant nettement plus volumineux que ce que serait le Zircon.

Si l'on admet que la Russie dispose de la technologie pour atteindre des vitesses avoisinantes et de systèmes suffisamment fiables pour être considérés comme opérationnels, on peut penser que le pic de vitesse ne peut porter que sur des trajectoires relativement simples. La phase terminale de vol serait alors non propulsée afin de permettre au corps de rentrée de manœuvrer pour atteindre sa cible. Si cette théorie est exacte, elle permettrait de considérer l'utilisation des propulsions hypersoniques pour des missions tactiques ou des opérations sur le théâtre, permettant d'envisager une logique d'emploi nettement plus rationnelle que celles longtemps théorisées dans le cadre du CPGS, tant en termes technologiques que strictement opérationnels.

I. **Missile Defense: Assessment of DOD's Reports on Status of Efforts and Options for Improving Homeland Missile Defense, GAO, 17 février 2016**

Le 17 février 2016, le *Government Accountability Office* (GAO) a rendu un rapport destiné aux Comités de défense du Congrès⁶², afin d'évaluer les rapports dus par le DoD au Congrès pour rendre compte des évolutions de la défense antimissile. Il tient ce mandat des *National Defense Authorization Acts* (NDAA) FY2014 et FY2015. L'audit des performances antimissiles a été mené d'août 2015 à février 2016.

Le rapport rendu est très critique, tant à l'égard du DoD que de la *Missile Defense Agency* (MDA). Il met également en exergue les critiques du DOT&E, certes anciennes mais qui tendent à prendre un relief plus important à un moment où les coûts de la défense antimissile sont très critiqués : « *According to DOD's Office of the Director, Operational Test and Evaluation, GMD has demonstrated a partial capability to defend the U.S. homeland against a simple ballistic missile attack from North Korea or Iran. According to MDA, the current GMD kill vehicle design and concept of operations represent a performance plateau that cannot be overcome without augmenting and replacing the kill vehicles in the current fleet of fielded interceptors. Doing so would likely require a multibillion dollar investment by MDA* »⁶³.

⁶² U.S. Government Accountability Office, « [Missile Defense: Assessment of DOD's Reports on Status of Efforts and Options for Improving Homeland Missile Defense](#) », GAO-16-254R, 17 février 2016.

⁶³ Le GAO précise également : « *According to a March 2015 assessment by DOD's Office of the Director, Operational Test and Evaluation (DOT&E), GMD has demonstrated a partial capability against small numbers of simple ballistic missile threats launched from North Korea and Iran; GMD flight testing, to date, was insufficient to demonstrate that an operationally useful defense capability exists; and a*

En ce qui concerne le DoD, bien que ses rapports aient généralement rempli la plupart des éléments requis par les NDAA FY2014 et FY2015⁶⁴, des lacunes persistent, les rapports étant rendus au-delà des délais requis (avec trois à treize mois de retard) et n'incluant pas l'évaluation des options destinées à l'amélioration de la défense antimissile⁶⁵. Ainsi, plutôt que d'inclure l'évaluation des options dans ses rapports, le DoD a renvoyé les Comités de défense à

quantitative assessment of GMD's operational effectiveness is currently not possible. DOT&E stated in a January 2016 report that its assessment of GMD remained unchanged. In February 2010, we recommended that MDA should ensure that development changes to operational assets do not disrupt assessments needed to allow the warfighter and testers to fully understand and verify fielded BMDS capabilities.8 DOD concurred with our recommendation but stated that it remained committed to fielding new assets while performing testing and assessment activities in parallel despite the lower level of confidence associated with this approach. We continue to believe that our recommendation has merit and should be fully implemented because fielding unproven assets extends risk to the warfighter and forces them to operate a system for which they may not have a full understanding of its capabilities and limitations. »

⁶⁴ « The Department of Defense's (DOD) August 2015 and September 2015 homeland missile defense reports generally met most of the required reporting elements from section 238 of the National Defense Authorization Act for Fiscal Year 2014 (FY14 NDAA) and section 1665 of the National Defense Authorization Act for Fiscal Year 2015 (FY15 NDAA), such as including descriptions of: the current and future ballistic missile threat assessment; current homeland ballistic missile defense capabilities; and planned improvements to current homeland ballistic missile defense. », [GAO's Assessment Summary](#).

⁶⁵ « DOD's reports generally did not meet the requirements to include an evaluation of potential options for improving homeland ballistic missile defense. For example, the FY14 NDAA identified the Aegis Ballistic Missile Defense Standard Missile-3 Block IIA interceptor as an option DOD was to assess for improving homeland ballistic missile defense. In its August 2015 report, DOD described MDA's current plans for deploying the Block IIA interceptor in Romania, Poland, and at sea in 2018 for the defense of Europe, not the United States. Rather than performing the required evaluation of options, DOD referred the congressional defense committees to the ongoing AOA for homeland ballistic missile defense and committed to providing them with the AOA when completed. »

une étude séparée en cours, effectuée par le Département, en s'engageant à leur fournir des résultats lors de l'aboutissement de l'étude. À l'évidence, le reporting n'est pas encore entré dans la culture du DoD, au moins en matière antimissile, constat qui n'est pas surprenant.

En ce qui concerne la MDA, la critique fondamentale adressée par le GAO est, une fois de plus, son manque de prudence dans la conduite des programmes de défense antimissile. Alors que les rapports du DoD énoncent les résultats positifs des efforts de la MDA en vue de l'amélioration de la défense antimissile – notamment la planification d'essais des *Redesigned Kill Vehicle* (RKV) avant leur déploiement⁶⁶, ou encore le fonctionnement en *open system*⁶⁷ –, le GAO constate que l'Agence persiste à opter pour des solutions non testées et donc potentiellement immatures, mais aussi à cumuler différents développements suivant des logiques de programmes hasardeuses. L'information la plus substantielle du rapport est ainsi liée à la passation du contrat du RKV avec Boeing et à l'évolution de ce contrat entre Boeing, Raytheon et Lockheed, qui laisse supposer à la fois une forte opposition entre industriels, mais aussi une relative incapacité de la MDA à imposer ses choix, la contraignant à privilégier le primo-contractant historique, au détriment de concurrents éventuellement plus efficaces :

⁶⁶ « DOD's reports included a description of the RKV's acquisition approach that highlighted milestones, goals, and potential advantages. For example, MDA plans to conduct a nonintercept RKV flight test in fiscal year 2018 to establish the basis for ordering long lead items for producing eight initial RKVs. MDA plans to then conduct an RKV intercept flight test in fiscal year 2019 to establish the basis for ordering long lead items for producing an additional 37 RKVs. MDA also plans to conduct its second RKV intercept test in fiscal year 2020, which should allow MDA to begin delivering RKVs and emplacing them in the fielded interceptor fleet. In March 2006, we recommended that MDA implement a knowledge-based acquisition strategy that ensures that a high level of knowledge is obtained at key junctures in development—junctures we refer to as knowledge points. Aligning the RKV's production decisions with flight testing represents a major departure from the CE-II Block I's high risk approach and is a positive indication of MDA's intent to improve its acquisition outcomes. Once MDA establishes baselines for the RKV program, we will assess MDA's implementation of aligning production decisions with knowledge points that are informed by design stability and flight testing. »

⁶⁷ « Some of the fundamental elements of an open system include: (1) designing a system with modular components—components that isolate their functionality so that they can be changed without significantly impacting the remainder of the system; (2) developing and using open, publicly available standards for the key interfaces between components that specify the physical, power, data, and/or other connections between components; and (3) government ownership of design drawings, specifications, and standards necessary for enabling competition for the modification and sustainment of a weapon system. »

« MDA has efforts ongoing to address concerns with the current generation GMD kill vehicle, called the *Capability Enhancement-II* (CE-II), and increase protection to the U.S. homeland. In March 2013, the Secretary of Defense directed MDA to increase the number of fielded GMD interceptors from 30 to 44 by the end of 2017. To achieve this fielding goal, MDA has performed a limited redesign of the CE-II, called the CE-II Block I, to fix known issues, address obsolescence, and improve producibility and cost. MDA also performed an extensive upgrade to the boost vehicle to improve reliability and address obsolescence issues. MDA plans to produce 11 new CE-II Block I interceptors with deliveries beginning in fiscal year 2017. DOD, in its September 2015 report, stated that MDA will execute an intercept flight test with the full CE-II Block I configuration before starting CE-II Block I deliveries. Although the CE-II Block I will address some concerns with the CE-II design, MDA determined a more complete redesign of the CE-II was needed. Section 225 of the National Defense Authorization Act for Fiscal Year 2013 required MDA to develop a long-term plan for the EKV, including options for the competitive development of a next generation EKV. MDA received requirements for the redesign effort — an effort MDA calls the *Redesigned Kill Vehicle* (RKV) — from the U.S. Strategic Command and developed an RKV acquisition strategy that was approved by the Under Secretary of Defense for Acquisition, Technology, and Logistics (USD AT&L). MDA initially considered conducting a full and open competition and, according to GMD's fiscal year 2016 budget request, planned to award a contract for the RKV development. However, MDA adjusted its plans to perform the RKV development under the GMD Development and Sustainment Contract (DSC) which was competitively awarded to Boeing in December 2011. Although MDA notes that the DSC was not structured or competed to include the RKV effort, the agency plans to add the new RKV scope to the DSC under an exception to federal acquisition laws that authorizes, under certain conditions, contracting without full and open competition. MDA justified this approach based on a determination that only one responsible source — Boeing — will satisfy the requirements to begin delivering RKVs in 2020 to defeat the estimated emerging threat and that awarding the RKV development effort to any other source would result in unacceptable delays in fulfilling these requirements. To that end, MDA will have to negotiate a modification to the DSC with Boeing. According to MDA, the RKV will be designed to be more reliable, producible, testable, and cost-effective, in part, by incorporating a modular open

architecture concept with common interfaces and standards for its subsystems, called modules. Under the DSC, MDA plans to form a cross industry team consisting of Boeing, Raytheon, and Lockheed Martin, which will develop the RKV. Raytheon is to be the RKV integrator and Boeing is to continue as the prime contractor under the DSC and GMD interceptor integrator. MDA plans to initially produce eight RKVs with the development team under the DSC to prove out the design and production readiness. At the direction of the USD AT&L and with the Director, MDA's concurrence, the agency plans to conduct a full and open competition for the RKV full rate production contract to produce an additional 37 RKVs. »

La MDA a justifié cette approche par la résolution qu'une seule source responsable, à savoir Boeing, pourrait satisfaire les exigences de début des livraisons des RKV en 2020 et que l'attribution du développement des RKV à toute autre source engendrerait des retards inacceptables dans la réalisation de ces exigences. À cette fin, la MDA aurait dès lors dû négocier une modification du DSC avec Boeing. Cependant, le GAO remarque que l'Agence n'a pas procédé à de telles négociations avec l'industriel et que, en soi, les termes exacts du contrat restent inconnus. Par exemple, la MDA envisage de modifier la terminologie du DSC pour permettre une meilleure accession à la propriété des droits sur les données techniques pour le gouvernement, mais les détails n'ont pas été négociés ou finalisés. Ceci peut engendrer des blocages, le GAO ayant recensé des exemples dans lesquels le DoD avait essayé d'obtenir les droits sur les données techniques nécessaires, mais en avait été incapable, soit parce que Boeing avait refusé de les accorder, soit parce que l'acquisition des droits aurait été trop coûteuse. Deuxièmement, la MDA prévoit de favoriser un environnement de production ouvert, qui faciliterait la collaboration entre les partenaires industriels pour la fabrication des RKV. En effet, toujours sous DSC, la MDA compte fonctionner sous un système modulaire, en attribuant le développement de chaque sous-système à un industriel particulier, à savoir Boeing, Raytheon et Lockheed Martin⁶⁸. Le GAO met cependant

⁶⁸ « Under the DSC, MDA plans to form a cross industry team consisting of Boeing, Raytheon, and Lockheed Martin, which will develop the RKV. Raytheon is to be the RKV integrator and Boeing is to continue as the prime contractor under the DSC and GMD interceptor integrator. MDA plans to initially produce eight RKVs with the development team under the DSC to prove out the design and production readiness. At the direction of the USD AT&L and with the Director, MDA's concurrence,

l'Agence en garde, en précisant que cela peut présenter certaines difficultés et nécessite la mise en place de dialogues et de relations entre les partenaires. Notons que la question de la modification du DSC se pose également à cette étape, étant donné que le blocage au niveau de l'acquisition des droits sur les données techniques pourrait freiner la coopération entre les différents partenaires industriels.

Enfin, le GAO estime que le calendrier visant à une production du RKV vers 2020 est probablement trop optimiste. Ainsi, la MDA brûlerait certaines étapes, notamment en utilisant des technologies moins matures, ayant été validées uniquement en laboratoire ou en environnement simulé, et non conçues pour opérer dans l'environnement complexe auquel le RKV est destiné. Une telle conduite du programme « overlaps development and testing with production activities, compromises reliability, extends risk to the warfighter, and risks the efficacy of flight testing ».

Le GAO émet également certains doutes sur la fiabilité des propulseurs directionnels d'appoint (*alternate divert thrusters*) des intercepteurs. Ainsi, bien que la MDA poursuive des essais fonctionnels sur chaque propulseur, elle ne conduit pas – contrairement aux recommandations d'un panel d'experts mandaté par la MDA⁶⁹ – d'essais « hot-fire » (essais vérifiant la bonne exécution et la bonne maîtrise du matériel) avant leur intégration, ceci ayant pour résultat que le premier tir des propulseurs aura lieu en cours de vol⁷⁰. Ce type d'approche est évidemment jugé peu sûr.

the agency plans to conduct a full and open competition for the RKV full rate production contract to produce an additional 37 RKVs. »

⁶⁹ « To that end, in March 2014, an independent expert panel tasked by MDA to assess the GMD interceptor fleet recommended that the program should consider implementing a plan to either hot-fire each ADT produced or hot-fire a sample of the ADTs produced in order to increase confidence in the ADT's performance and workmanship. »

⁷⁰ « Although each ADT produced is to undergo some functional and environmental testing, MDA does not intend to "hot-fire" each ADT before integration—a test that verifies proper performance and workmanship. As a result, the first time the ADT will be fired is in flight. »

Calendrier

Essais - MDA

| Date | Événement |
|-----------|---|
| 2016 ; Q1 | GM CTV-02+ (GM Flight Test – essai de manoeuvrabilité du GBI) |
| 2016 ; Q3 | SFTM-01 E2 (AEGIS 5.1 Intercept Flight Test) |
| 2016 ; Q3 | GTI-ISR (BMDS Ground Test) |
| 2016 ; Q4 | GTD-06 Part 2 (BMDS Ground Test) |
| 2016 ; Q4 | FTG-15 (GM Intercept Flight Test) “First intercept flight test for the CE-II Block 1 GBI and the first intercept of an ICBM range target. Following a successful intercept, the plan is to deliver 10 CE-II Block 1 GBIs over the next year to achieve our goal of 44 GBIs by the end of 2017” (HSDL). |
| 2017 ; Q1 | FTM-27 (AEGIS SBT Intercept Flight Test) |
| 2017 ; Q1 | SFTM-02 (AEGIS 5.1 Intercept Flight Test) “First flight test of the new medium range target named MRBM T1/T2 during an Aegis BMD test” (gao.gov). |
| 2017 ; Q1 | Israeli Cooperative Intercept Flight Test - FY 2017 |
| 2017 ; Q2 | GTI-07a (BMDS Ground Test) |
| 2017 ; Q2 | FTT-15 (TH Intercept Flight Test) “Debris mitigation capability” (gao.gov) ; “Endo-atmospheric intercept of a medium-range target using Aegis cuing” (mostlymissiledefense) ; “endo-atmospheric engagement of a medium-range target with an Aegis BMD cue” (armedservice). |
| 2017 ; Q3 | FTX-22 (SN Target Only Flight Test) |
| 2017 ; Q3 | GTD-07a Part 1 (BMDS Ground Test) |
| 2017 ; Q3 | GTD-07a Part 2 (BMDS Ground Test) |
| 2017 ; Q4 | FTG-11 (GM Salvo Intercept Flight Test). Essai GBI repoussé depuis FTG-07. “This is to be the first salvo (multiple interceptors fired at a single target) test of the GMD system. In it, both a CE-I and CE-II equipped ground-Based Interceptors (GBIs) will be fired at a single ICBM-range target. In its 2014 annual report, DOT&E noted that this test would be the first opportunity to implement its recommendation that the CE-I EKV be re-intercept tested following the failure of FTG-07 in July 2013” (mostlymissiledefense , se référant au DOT&E Annual Report 2014 , p. 312). “This is planned to be the first intercept test against an ICBM-range target. It is to be a salvo test – two interceptors against one target. According to the MDA (see table at end of post), this test is expected to cost about \$206 million” (mostlymissiledefense). “According to DOT&E J. Michael Gilmore, this test, in late FY 2015, “will be a salvo shot, two GBIs and an incoming ICBM target.” Subcommittee on Strategic Forces, House Armed Services Committee, March 6, 2012, p. 14” (mostlymissiledefense). “The Missile Defense Agency plans to conduct the first Ground-based Midcourse Defense flight test that will use an Intercontinental Ballistic Missile (ICBM)-class target during the 4th quarter of Fiscal Year 2015. In the just signed Integrated Master Test Plan, Version 12.1, this test is designated as FTG–11.” (Dr. GILMORE) |
| 2018 ; Q1 | FTM-29 (AEGIS 5.1 Intercept Flight Test) “First intercept based on tracking by remote sensor” (gao.gov). |
| 2018 ; Q1 | GTX-07b (BMDS Ground Test) |
| 2018 ; Q2 | FTM-31 (AEGIS SBT Intercept Flight Test) |

| | |
|-----------|--|
| 2018 ; Q2 | FTM-33 (AEGIS SBT Intercept Flight Test) |
| 2018 ; Q3 | FTO-03 E1 (OTA Intercept Flight Test) |
| 2018 ; Q3 | GTI-07b (BMDS Ground Test) |
| 2018 ; Q4 | FTM-32 (AEGIS SBT Intercept Flight Test) |
| 2018 ; Q4 | GTD-07b Part 2 (BMDS Ground Test) |
| 2018 ; Q4 | FTO-03 E2 (OTA Intercept Flight Test) |
| 2019 ; Q1 | GTD-07b Part 1 (BMDS Ground Test) |
| 2019 ; Q3 | FTG-17 (GM Intercept Flight Test) |
| 2019 ; Q3 | GTX-08 Part 1 (BMDS Ground Test) |
| 2019 ; Q4 | FTM-35 (AEGIS 5.1 Intercept Flight Test) |
| 2019 ; Q4 | FTT-19 (TH Intercept Flight Test) |
| 2019 ; Q4 | FTX-23 (AEGIS 5.1 Target Only Flight Test) |
| 2019 ; Q4 | GTX-08 Part 2 (BMDS Ground Test) |
| 2020 ; Q3 | FTO-04 (OTA Intercept Flight Test) |
| 2020 ; Q3 | FTX-26 (SN Target Only Flight Test) |
| 2020 ; Q4 | FTM-30 (AEGIS 5.1 Intercept Flight Test) |
| 2020 ; Q4 | FTT-16 (TH Intercept Flight Test) |
| 2020 ; Q4 | GTD-08 Part 1 (BMDS Ground Test) |

| Date | Événement |
|-----------|--|
| 2017 ; Q4 | Spiral 8.2-1 NORTHCOM/PACOM Capability Declaration |
| 2019 ; Q1 | Spiral 8.2-1/Spiral 8.2-3 CENTCOM Capability Declaration |
| 2019 ; Q1 | Spiral 8.2-1/Spiral 8.2-3 EUCOM Capability Declaration |
| 2019 ; Q3 | Spiral 8.2-3 NORTHCOM/PACOM Installation |

Exercices

| Date | Événement |
|-----------|--|
| 2016 ; Q1 | VIGILANT SHIELD 16 Exercise Event - 2016 |
| 2016 ; Q1 | AIR and MISSILE DEFENSE Exercise Series - 2016 |
| 2016 ; Q1 | GLOBAL THUNDER 16 Exercise Event - 2016 |
| 2016 ; Q1 | EPOCH PLANEX Exercise - 17 |
| 2016 ; Q1 | ARABIAN GULF SHIELD 16 Exercise Event 1 - 2016 |
| 2016 ; Q2 | KEY RESOLVE 16 Exercise - 2016 |
| 2016 ; Q2 | FLEET SYNTHETIC TRAINING Exercise - 2016 |
| 2016 ; Q2 | ARABIAN GULF SHIELD 16 Exercise Event 2 - 2016 |
| 2016 ; Q2 | GLOBAL LIGHTNING 16 Exercise Event - 2016 |
| 2016 ; Q2 | JUNIPER COBRA 16 Exercise - 2016 |
| 2016 ; Q2 | TERMINAL FURY 16 Exercise - 2016 |
| 2016 ; Q3 | EUROPEAN AIR and MISSILE DEFENSE Exercise Alliance 16 - 2016 |
| 2016 ; Q4 | JOINT AIR DEFENSE Exercise Series - 2016 |
| 2016 ; Q4 | EAGLE RESOLVE 16 Exercise Event - 2016 |
| 2016 ; Q4 | ARABIAN GULF SHIELD 16 Exercise Event 3 - 2016 |
| 2016 ; Q4 | RAMSTEIN ALLIANCE Exercise - 2016 |

Document source : Department of Defense, *Fiscal Year (FY) 2016 President's Budget Submission*, February 2015
 Missile Defense Agency, *Defense Wide Justification Book Volume 2a of 2, Research, Development, Test & Evaluation, Defense-Wide*, pp.551-558 ([lien](#)).

Glossaire

AAD : Advanced Air Defense, intercepteur bas endoatmosphérique indien, en développement.

ABL : Airborne Laser, laser aéroporté.

ABMD : Aegis Ballistic Missile Defense, système d'arme antimissile Aegis, terme utilisé en association avec les évolutions du logiciel du système d'arme (3.0, 4.0, 5.0).

ACB : Advanced Capability Build, évolution du hardware de l'AMBD, utilisé en association avec les évolutions de l'Aegis Weapon System (AWS). ACB-8 correspond essentiellement à l'intégration de composants commerciaux (COTS), ACB-12 à l'intégration du hardware permettant la mise en œuvre des architectures CEC. Les ACB sont intégrés aux différentes baselines des AWS durant le processus de modernisation.

AESA : Active Electronically Scanned Array, antenne à balayage électronique active, c'est-à-dire une antenne réseau commandée électroniquement. L'application de ces technologies sur les antennes de grand diamètre reste complexe.

ALCM : Air Launched Cruise Missile, missile de croisière aéroporté.

ALTBMD : Active Layered Theatre Ballistic Missile Defence, architecture de défense antimissile de l'OTAN mise en place depuis 2005.

AMDR : Air and Missile Defense Radar, futur radar des DDG-51 qui se distingue par ses composants au nitrure de gallium.

AoA : Analysis of Alternatives, analyse des alternatives, étude préparatoire au choix d'un système d'arme, évaluant les autres types de systèmes/les variations possibles de ce système pouvant être envisagées.

ASBM : Anti-Ship Ballistic Missile, missile balistique antinavire.

AWS : Aegis Weapon System, système d'arme Aegis dans son ensemble, utilisé en association avec les évolutions du système lui-même (AWS Baseline 7, 9 etc.).

BMDs : Ballistic Missile Defense System, architecture antimissile américaine prise dans son ensemble (C2, capteurs, intercepteurs).

C2 – C3 : Command and Control, Command Control and Communication, architectures de commandement, généralement utilisées pour les commandements stratégiques.

C4ISR : Computerized Command Control and Communication, Intelligence, Surveillance and Reconnaissance, architectures de commandement et d'information, généralement utilisées sur le théâtre.

CEC : Cooperative Engagement Capability, capacité d'engagement coopérative visant à faire interagir plusieurs capteurs, afin de permettre des solutions de tir à partir de différents types d'intercepteur.

CKV : Common Kill Vehicle, programme de véhicule intercepteur commun aux systèmes d'interception exoatmosphérique américains. Ce programme sert également à financer des programmes connexes (mise à niveau EKV, MOKV).

COTS : Commercial off-the shelf, hardware/software d'origine commerciale.

C-RAM : Counter-Rocket and Mortar, système de défense contre les roquettes, obus (de mortier) et, par extension, contre les missiles très courte portée.

EKV : Exoatmospheric Kill Vehicle, véhicule intercepteur d'un missile antimissile.

EOIR : Engagement on Remote, capacité d'un système d'arme à engager la cible en utilisant les données de capteurs externes sur la plus grande partie de sa trajectoire.

GLCM : Ground Launched Cruise Missile, missile de croisière lancé du sol.

IBCS : Army Integrated Air and Missile Defense Battle Command System, BMC2 distribué et mis en œuvre par l'US Army, visant à permettre la fusion des capteurs à disposition des unités de défense antiaérienne et de défense antimissile.

IFCN : Integrated Fire Control Network, réseau de contrôle de tir intégré, réseau permettant de mettre en œuvre l'IBCS et de connecter différents capteurs et moyens de feu autour de la même architecture.

IFPC : Indirect Fire Protection Capability, programme de développement de systèmes antiaériens, antidrones et antimissiles de croisière autour de lanceurs communs et de missiles à bas coût (AGM-114L et FIM-92), intégrés dans l'IBCS.

IMDO : Israeli Missile Defense Organisation, également désignée par le terme Homa.

IOC : Initial Operational Capability, capacité opérationnelle initiale.

LACM : Land Attack Cruise Missile, terme désignant tout missile de croisière destiné à l'attaque au sol, indépendamment du mode de stationnement ou de lancement.

Link-11, Link-16 : protocole de communication utilisé notamment dans les architectures antiaériennes et antimissiles.

LoR : Launch on Remote, capacité d'un système d'arme à tirer à partir de données fournies par des capteurs externes, l'intercepteur dépendant ensuite de son système de guidage pour engager la cible.

LRDR : Long Range Discrimination Radar, radar en bande S devant être déployé en Alaska.

MaRV : Maneuverable Re-Entry Vehicle, corps de rentrée manœuvrant.

MDA : Missile Defense Agency.

MFCR : Multifunction Fire Control Radar, radar en bande X du MEADS.

MIRV : Multiple Independently targetable Re-entry Vehicle, corps de rentrée multiple, guidés individuellement.

MOKV : Multi Object Kill Vehicle, véhicule intercepteur capable de détruire plusieurs corps de rentrée.

MRV : Multiple Re-entry Vehicle, corps de rentrée multiple non guidés.

NIFC-CA : Naval Integrated Fire Control–Counter Air, système de contrôle de tir, intégré au sein des architectures d'engagement coopératif (CEC), permettant l'engagement à distance (Engagement on Remote) et transhorizon des menaces aériennes et missiles.

PAD : Prithvi Air Defence, haut endoatmosphérique indien, en développement.

Phase 6.2 : Phase de sélection d'un système d'arme.

PK : Probability of Kill, probabilité de destruction de la cible.

PVO : forces antiaériennes russes, intégrées à la VKS

RCS : Radar Cross Section, surface équivalente radar.

RKV : Reliable Kill Vehicle, évolution des EKV-CE 1 et CE-2.

RV : Reentry Vehicle, corps de rentrée, tête.

SBX : Sea-Based X-Band Radar, radar en bande X déployé sur barge.

SER : Surface équivalente radar.

SHORAD : Short Range Air Defense, défense anti-aérienne courte portée.

SLBM : Sea Launched Ballistic Missile, missile stratégique lancé de la mer (MSBM).

SLCM : Sea Launched Cruise Missile, missile de croisière lancé de la mer (de surface ou sous-marin).

SPRN : Système de Prévention d'Attaque de Missiles, commandement des systèmes d'alerte avancée russes, intégré à la VKS

SSGN : Ship Submersible Guided missile Nuclear, sous-marin nucléaire lanceur de missiles de croisière.

T-LORAMIDS : Turkish Long Range Air and Missile Defence System, programme de défense antimissile turc.

TLVS : Taktischen Luftverteidigungssystem, système de défense antiaérien tactique, désignation du MEADS pour la Luftwaffe.

VKS : forces aérospatiales russes, fusion de la VVS (aviation) et de la VKO (forces spatiales)

VSHORAD : Very Short Range Air Defense, défense anti-aérienne très courte portée.

Annexes

I. **Rappel du rapport du DOT&E de février 2015 (campagne d'essai 2014)**

A. **Patriot PAC-3 MSE/MEADS**

Le rapport revient sur les essais du MEADS réalisés en novembre 2013 et confirme la bonne tenue du système et l'absence d'anomalie dans les deux interceptions réalisées (interception balistique et aérienne). Concernant le PAC-3, le rapport met en relief, comme les années précédentes, la fiabilité insuffisante du radar (AN/MPQ-65, en cours de remplacement par Raytheon) et le déficit de formation des équipages, confrontés à un système d'arme trop complexe pour eux, plus particulièrement si le système doit être exploité dans un environnement complexe (coalitions notamment). Le DOT&E appelle également à poursuivre des essais combinés avec les THAAD afin de déterminer la capacité du PAC-3 à intercepter une cible non interceptée par le THAAD.

B. **THAAD**

Faute d'essais en 2014, le DOT&E confirme que les mesures ponctuelles de mise à niveau des THAAD se poursuivent. Les prochains essais permettront de déterminer si la fiabilité relativement erratique du système d'arme a pu être améliorée. De ce point de vue, l'essai FTO-02 (voir *infra*) semble donner des résultats encourageants.

C. **TPQ-53**

Le radar de contre-batterie TPQ-53 est le système de remplacement des AN/PQ-36 et TPQ-37, et doit être associé au LPWS (Phalanx terrestre) et aux futurs systèmes C-RAM. Les essais de l'année 2014 confirment la continuation des problèmes rencontrés lors des précédentes évaluations⁷¹, le radar étant jugé « *operationally suitable, not operationally effective, and not survivable* ». Outre les fréquences trop élevées de crash du logiciel, le radar continue à souffrir d'imprécision dans la détection des tirs, du fait d'un nombre très élevé de fausses identifications (de 7 à 32 fois plus que prévu par les spécifications). Le radar est également vulnérable aux attaques informatiques. Le DOT&E révèle d'ailleurs que la fiche de définition technique du radar ne prévoit pas la détection de tir en salve, le rendant pour l'instant inapte à traiter ce type de menace. Il semble désormais douteux que le radar puisse être rapidement exporté, comme cela était prévu l'année dernière. Des évaluations supplémentaires se poursuivent en 2015.

D. **Aegis Weapon System Modernisation**

Évaluation de la mise à niveau des Aegis Weapon System (AWS)⁷² Baseline 3 des DDG-51 Flight I et des CG-47 à la version Baseline 9A (CG-47) et 9C (DDG-51 flt I) qui doit permettre à ces deux classes de navires de mettre en œuvre une capacité IAMD (interception balistique et aérienne simultanée), d'opérer le NIFC-CA

⁷¹ Voir pour un rappel le [bulletin de janvier 2014](#).

⁷² La dénomination ABMD est également utilisée comme équivalent à AWS.

(*Naval Integrated Fire Control-Counter Air*)⁷³ et d'opérer les SM-6. Durant les essais 2014, l'une des craintes récurrentes du DOT&E sur l'inadaptation des modes de simulation des frappes contre les navires opérant l'IAMD s'est matérialisée, un CG-47 étant percuté par un missile cible BQM-74E⁷⁴. En l'absence de procédures de simulation adaptées (qui ne devraient être disponibles qu'en 2020), le DOT&E estime impossible de valider pleinement la capacité IAMD des navires. Une capacité intérimaire sera définie en 2015, suite à une série d'essais d'interception avec des SM-2 et des SM-3.

Parallèlement, des essais d'engagement coopératif mettant en œuvre le NIFC-CA ont été réalisés tout au long de l'année 2014. Il s'agit pour l'instant d'essais non opérationnels, visant au développement de la capacité.

Les essais du SM-6 avec l'AWS Baseline 9 n'ont révélé aucun problème d'intégration.

E. E-2D

Parallèlement, les essais portant sur le E-2D, qui est amené à jouer un rôle prépondérant dans le déploiement de la capacité NIFC-CA, ne porteront sur celle-ci qu'en 2016, les essais sur la capacité d'engagement coopératif (CEC) étant prévus pour 2017. Les premiers lots d'appareils, déployés depuis mars 2015, seront mis à niveau par la suite (amélioration DSSC Build 2).

F. DDG-51 Flight III/AMDR

Faute de financement par la Navy, la campagne d'essai du premier prototype de l'AMDR (*Air and Missile Defense Radar*) n'a pu être réalisée. Selon le DOT&E, le développement du prototype qui devait être mis à disposition (prototype d'antenne et suite radar simplifiée, ne permettant que des simulations informatiques) est en tout état de cause insuffisant pour offrir des résultats significatifs.

Parallèlement, les essais d'interception terminaux réalisés sur d'autres plates-formes avec les ESSM (RIM-162), qui doivent équiper les DDG-51, ne donnent pas une idée précise de la capacité de l'intercepteur, du fait des contraintes d'essais. Le couplage ESSM AMDR n'a pas encore été réalisé.

G. SM-3 – Aegis Ballistic Missile Defense (ABMD)

L'année 2014 marque la fin de la phase d'essais et d'évaluation initiale du couple ABMD 4.0/4.0.2 – SM-3 Block IB, conclue par une interception partiellement réussie⁷⁵ d'une cible répliquant un SRBM (ARAV-A, lors de l'exercice FTM-21), puis totalement réussie sur un MRBM (ARAV-C) à tête séparable (FTM22), les deux exercices étant réalisés à l'automne 2013. FTX-18, réalisé en janvier 2014, a clos la cession de validation par l'interception simulée de trois cibles réelles ARAV-A (SRBM). L'exercice FTM-21, qui avait mis en évidence un défaut de conception sur les SM-3 Block IB et provoqué une suspension de production, a fait l'objet d'une analyse approfondie du DOT&E et de la remise d'un rapport allant dans le sens du lancement normal de la production (*Full-Rate Production*) en 2015. Décision qui n'a toujours été prise par la MDA et que l'échec partiel de l'exercice FTO-02 risque de repousser durablement (voir *infra*).

Selon le DOT&E, la campagne d'essais 2013-2014 démontre que le couple ABMD 4.0 – SM-3 Block IB offre une fiabilité et une disponibilité suffisantes mais perfectibles, notamment sur le hardware. Le défaut structurel

⁷³ C'est-à-dire l'architecture permettant d'utiliser différents systèmes d'armes à partir de capteurs extérieurs pour engager une cible aérienne ou missile.

⁷⁴ L'incident pose un problème grave, les règles de la Navy interdisant le ciblage direct d'un navire sur lequel est déployé un équipage, les tirs devant se faire entre 1,5 et 5 miles du navire, suivant que le missile est subsonique ou supersonique. Ces distances de sécurité ne permettent pas de reproduire un engagement défensif très courte portée, assuré soit par les ESSM soit par les CIWS (Phalanx).

⁷⁵ Un problème sur le SM-3 était apparu, problème qui n'avait pas conduit à l'échec de l'interception.

du 3^{ème} étage du SM-3 Block IB, identifié au niveau de la tuyère du propulseur du troisième étage, demandera le développement d'une nouvelle tuyère et devrait permettre d'améliorer la fiabilité de l'intercepteur. Le lancement de la production de série aurait dû être réalisé sans essais de validation de la nouvelle tuyère⁷⁶, perspective qui à nouveau n'est plus aussi sûre.

Parallèlement, les exercices ont démontré une bonne capacité de l'ABMD 4.0 aux missions de détection et de trajectographie, mais uniquement face à une cible unique. La transmission de données vers le BMDS s'est avérée encore insuffisante en 2013, mais ces questions font l'objet d'une priorité au niveau de la MDA. Des résultats satisfaisants ont également été obtenus par l'Aegis Ashore dans ce domaine. Le DOT&E signale la nécessité d'établir des exercices plus opérationnels permettant de vérifier la coordination Aegis –THAAD – Patriot.

Le DOT&E donne une description des exercices portant sur les ABMD 5.0, mais ne fournit aucune analyse.

H. [Ballistic Missile Defense System \(BMDS\)](#)

Le DOT&E rapporte d'importants progrès dans le développement de l'architecture globale intégrant les défenses de théâtre aux défenses régionales, plus particulièrement dans la liaison entre les commandements (PACOM/ NORTHCOM/ STRATCOM par exemple), liaison qui permet d'assurer la globalité de la mission. L'exercice FTO-01 (septembre 2013⁷⁷), premier exercice opérationnel répliquant un engagement de capacités réparties sur plusieurs commandements, a de ce point de vue été une réussite, mais a également mis en évidence un certain nombre de limitations dans les échanges entre les systèmes et les commandements⁷⁸. Quatre simulations d'interceptions inter-régionales ont été réalisées en 2014 pour améliorer la coordination. La capacité de simulation au niveau du BMDS reste cependant limitée.

I. [Command and Control, Battle Management and Communication System \(C2BMC\)](#)

La version Spiral 6.4MR2 du C2BMC (évolution de la version 6.4 actuellement en service) est actuellement en évaluation et a été exploitée lors des exercices GTI-04 (gestion des données des AN/TPY-2 engagés en mode FMB) et FTG-06b (gestion des AN/TPY-2, y compris celui déployé au Japon, en mode détection, et interopérabilité avec les SPY-1 engagés, réception des données du SBX). Bien que le SBX ait fonctionné nominale, le C2BMC n'a pas reçu les données du SBX après l'interception. Des exercices d'interopérabilité ont également été réalisés avec le SBIRS, les AN/TPY-2 et les SPY-1, entre différents commandements régionaux. Les transmissions de données entre ces différents éléments ont été réalisées en Lien 16.

2. [L'exercice FTO-02 event 1 et event 2](#)

Le premier novembre 2015 s'est tenu l'exercice FTO-02 event 2a, simulant l'engagement de SM-3 et de THAAD dans un scénario complexe. Pour rappel, les exercices de type FTO (*Flight Test Operational*) sont des essais visant à démontrer une capacité opérationnelle en termes d'engagement. Dans ce sens, les FTO peuvent être apparemment moins complexes que les exercices intégrés (*Flight Test Integrated*), mais intègrent des paramètres plus proches des conditions réelles, au niveau du scénario, mais également au niveau du C2 et des

⁷⁶ Voir [Missile Defense, Opportunities Exist to Reduce Acquisition Risk and Improve Reporting on System Capabilities](#), GAO15-345, Government Accountability Office, mai 2015.

⁷⁷ Voir le compte rendu dans le [bulletin du 20 août-20 septembre 2013](#).

⁷⁸ « *Although a layered defense was demonstrated in FTO-01, true system integration was not demonstrated due to system network configuration errors, interoperability limitations, and component failures* ». DOT&E.

systèmes d'arme impliqués. Cette description peut cependant être théorique, comme le démontre FTO-02, qui recoupe deux exercices distincts, FTO-02 event 1 et event 2, le premier réalisé le 26 juin et devant simuler l'engagement d'un Aegis Ashore (finalement annulé suite à la défaillance de la cible balistique), le second simulant l'engagement combiné d'un SM-3 Block IB, de deux THAAD et d'un SM-2 Block IIIA. Or, s'il est probable que l'event 2 a représenté un exercice reproduisant au plus près les conditions opérationnelles (dans la mesure du possible), des doutes peuvent être exprimés sur la qualification de l'event 1 en tant qu'essai opérationnel. Est-il en effet possible de qualifier de tel un essai sur un système d'arme qui n'a pas encore été testé autrement que par un unique essai de manœuvrabilité alors que les plans initiaux prévoyaient de valider l'arme après 5 essais d'interception (plan 2010) puis au moins 2 essais (plan 2011). A l'évidence la MDA a conclu, au cours des essais du SM-3 Block IB, que la dénavalisation du système n'aurait pas de conséquence notable, conclusion qui peut être juste puisque l'échec de FTO-02 event 1 est lié au dysfonctionnement du missile et non, que l'on sache, l'Aegis Ashore en tant que tel. Assez étrangement cependant, les mesures adoptées pour permettre l'IOC de l'Aegis Ashore ressemblent à s'y méprendre à celles adoptées pour les GBI à l'orée des années 2000, avec les résultats que l'on sait.

Ces remarques mises à part, le déroulé des deux exercices met en lumière des avancées certaines mais soulève des questions qui deviennent réellement problématiques sur l'état réel du programme SM-3 Block IB (et probablement Block IA) à participer à la mission de défense antimissile.

Au chapitre des points positifs, FTO-02 event 2a a permis des avancées substantielles en montrant la capacité de la MDA à tenir une partie de son calendrier⁷⁹ et à prendre en compte les demandes du DTO&E sur l'évolution des exercices. Dans son analyse du programme Aegis, ce dernier avait en effet souligné l'importance des essais intégrés, combinant l'emploi simultané de plusieurs systèmes (y compris au niveau du C2) pour valider les modèles développés, demande remplie par l'event 2a.

L'event 2a implique en effet la *Ballistic Missile Defense System (BMDS) Operational Test Agency*, le *Joint Functional Component Command for Integrated Missile Defense* (commandement fonctionnel du STRATCOM), l'EUCOM et le PACOM, permettant d'intégrer différents commandements régionaux (BMDS, EUCOM et PACOM) et leurs différents éléments C2BMC. L'exercice lui-même reproduit un engagement relativement réaliste, un premier SRBM cible (SRALT) étant lancé et intercepté par un THAAD, puis un second missile, de type MRBM (eMRBM), lancé au moment de l'interception du premier SRBM, suivi peu après par le lancement d'une cible aérienne BQM-74E. Le MRBM devait être intercepté par un SM-3 Block IB TU⁸⁰ tiré du DDG-53 (John Paul Jones, ABMD 5.0), un THAAD étant déployé en soutien. Un dysfonctionnement du SM-3 conduit donc à l'engagement réel du THAAD, qui procède à une seconde interception réussie. La cible aérienne est abattue par le DDG-53 par l'intermédiaire d'un SM-2 Block IIIA, qui procède à l'engagement balistique et antiaérien en mode IAMD.

Le déploiement des capteurs a été organisé autour de deux radars AN/TPY-2, l'un en mode déploiement avancé (FB), transmettant les données de détection vers l'Aegis, le second en mode terminal, La MDA laisse entendre que la détection du second tir a été permise par différents capteurs, dont le A/TPY-2 (FB) et le SPY-1 du DDG-1. Sachant que le démonstrateur STSS (STSS-D, deux satellites) et les éléments du C2BMC étaient impliqués dans l'essai, il pourrait être possible d'en déduire que ces autres capteurs ont identifié le tir avant les deux radars. A l'inverse, on peut également supposer que les systèmes spatiaux n'ont pas participé à la détection préalable du SRBM.

⁷⁹ L'Integrated Master Test Plan du 1^{er} mars 2012 fixe la date de l'essai FTO-02 à fin 2015. Celui de 2010 à fin 2014, traduisant l'un dans l'autre la bonne tenue du programme d'essai Aegis.

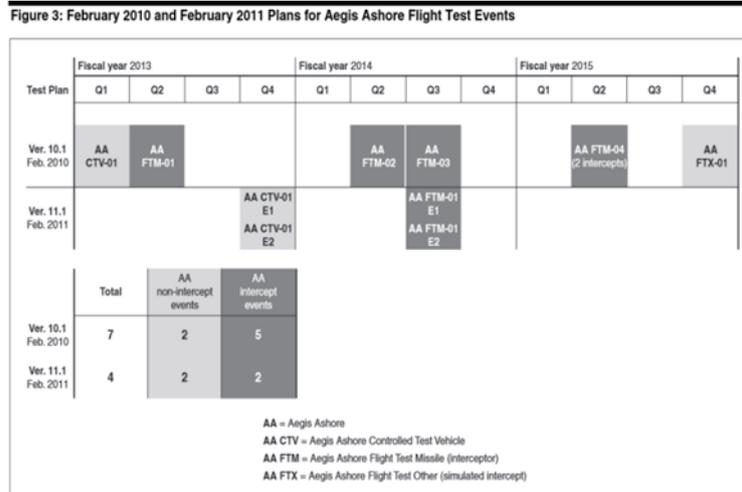
⁸⁰ Le Block IB TU (Threat Upgrade) est une version du SM-3 dont le logiciel a été amélioré. Ce tir était le premier essai utilisant cette version. Les améliorations permises par le patch TU sont inconnues.

De ce que l'on sait de l'essai, celui-ci met en évidence la capacité de la MDA à inter opérer plusieurs systèmes de détection simultanément et à gérer un engagement multiple mais simultanément à partir d'architectures différentes. Le rôle des commandements impliqués est impossible à décrire, mais l'on peut supposer que l'exercice a validé des transferts de données des différentes zones de théâtre vers le BMDS, comme demandé par le DOT&E.

C'est toutefois l'échec du SM-3 qui soulève le plus de questions, échec qui pourrait être lié à une défaillance du premier étage (et non du troisième) comme le suggère la déclaration de la MDA qui parle d'une anomalie en début de vol. L'essai n'a donc pas permis de valider que le changement de tuyère du troisième étage pouvait être une solution au problème de fiabilité du missile et rajoute un élément de faiblesse supplémentaire au niveau (probable) du premier étage.

Combiné à l'échec de l'événement I, dû à un dysfonctionnement de la cible balistique, mais aussi aux divergences observées dans le guidage de la version navale et de la version terrestre observées lors du premier essai de validation de 2014 (CTV-01), cet échec conduira mécaniquement à un report de l'entrée en service du système déployé en Roumanie, dont les capacités effectives apparaissent, quoique l'on en dise, moins immédiatement nécessaires qu'elles ont pu l'être. Dans un contexte budgétaire restreint, et compte tenu de l'accord avec l'Iran, la base est devenue avant tout un enjeu politique, largement déconnecté de sa capacité opérationnelle. Le désintérêt des États-Unis pour les déploiements d'une capacité fonctionnelle et le caractère avant tout "politique" de la base de Deveselu étaient de toute façon manifestes, le respect de la date annoncée de déploiement l'ayant très largement emporté sur la mise en œuvre du nombre d'essais nécessaires permettant le déploiement d'une capacité opérationnelle vérifiée. Le tableau ci-contre montre le programme d'essai initial prévu entre 2013 (CTV-01) et 2014, dans les versions 2010 puis 2011 de l'Integrated Test Master Plan (plan de déroulement global de chaque programme antimissile), ces essais étant tous de type FTX (simulation au sol), CTV (qualification du système) ou FTM (essai missile en conditions non opérationnelles).

Essais prévus de l'Aegis Ashore dans la programmation 2010 et 2011



Le bilan 2015 est tout autre, trois essais ayant finalement été prévus suivant la logique apparemment imparable selon laquelle le bon fonctionnement du système naval implique nécessairement le bon fonctionnement du système terrestre. Logique qui n'est pas absolument vraie, comme en témoigne l'anomalie de CTV-01, et qui présuppose en tout état de cause que le système naval est fiable, ce qui n'est pas le cas. Plus surprenant encore,

aucun essai supplémentaire n'a été budgété pour suivre FTO-02 event I⁸¹. La mise en place prévisible d'un essai supplémentaire entraînera donc, sauf échec, la validation définitive du système.

Dans ce contexte, et compte tenu des remarques qui ont été faites sur les coûts, le volume de production et la disponibilité du SM-3 block IB dans les pages précédentes, la question de la pleine dotation de la base Roumaine se pose, plus particulièrement si, pour une raison ou pour une autre, la dotation de la base de Redzikowo devait être jugée plus prioritaire. De surcroît, les problèmes de fiabilité qui touchent de Block IB pourraient imposer aux Etats-Unis de maintenir un format de déploiement relativement contraignant, plusieurs plates-formes de lancement (Aegis/DDG-51 et Aegis Ashore) pouvant être jugées nécessaires pour optimiser les chances d'interception. A ces contraintes pourraient s'ajouter celle de l'obsolescence, notamment si les budgets et/ou le respect du calendrier ne permettent pas de déployer les futurs SM-3 Block IIA en nombres suffisants et que des arbitrages doivent être faits entre le théâtre européen et le théâtre Pacifique. L'Europe pourrait être ainsi à très court terme défendue par des systèmes de moins en moins adaptés, de moins en moins modernisés et de moins en moins fiables.

Ces différentes problématiques, qui relèvent plus des logiques financières, industrielles et logistiques doivent rappeler aux Européens que leur dépendance aux Etats-Unis n'est pas uniquement un enjeu politique ou technologique et que leur incapacité à investir ce domaine peut leur être préjudiciable, quand bien même Washington mettrait la meilleure volonté du monde à les assister. Savoir concevoir des architectures de détection ou participer à l'élaboration des systèmes de commandement de l'OTAN est une étape importante, mais sans effecteurs, cet effort ne sert à rien.

⁸¹ Voir Department of Defense Fiscal Year (FY) 2016 President's Budget Submission, Missile Defense Agency, Defense Wide Justification Book Volume 2a of 2, Research, Development, Test & Evaluation, Defense-Wide, février 2015. Le calendrier des essais proposé en page 437-438 n'identifie pas de participation de la version Ashore dans les rares essais à venir, notamment dans le FTO-03 prévu pour 2018.