

Armes laser et défense antimissile : anatomie d'un débat

Bruno Gruselle, Chargé de recherche

(15 novembre 2006)

L'utilisation massive de roquettes par le Hezbollah contre les cités israéliennes en juillet 2006 a renouvelé le débat sur l'utilisation à des fins politiques de l'arme balistique, 15 ans après l'utilisation de SCUD par l'Irak lors de l'opération « Tempête du Désert ». Elle pose en tout état de cause la question de l'utilisation de lasers de puissance dans des missions de défense antimissile.

Les études exploratoires sur l'utilisation de lasers de puissance pour la destruction de missiles ont débuté aux États-Unis dans les années 1970. A cette époque, l'US Air Force avait engagé le développement d'un laboratoire volant destiné à démontrer la faisabilité d'un tel concept, par la suite abandonné après avoir permis l'interception de missiles air-air¹. Toutefois, dans ce domaine, 59 MC-130 & AC-130 de l'USSOCOM ainsi que 130 plates-formes britanniques se dotent du DIRCM, un système de contre-mesure par laser contre les missiles air-air à guidage infrarouge depuis 1999. D'ici quelques années, la plupart des gros appareils (transport stratégique et tactique et dérivés SOF voire ISR) américains et britanniques devraient mettre en œuvre ce type de systèmes².

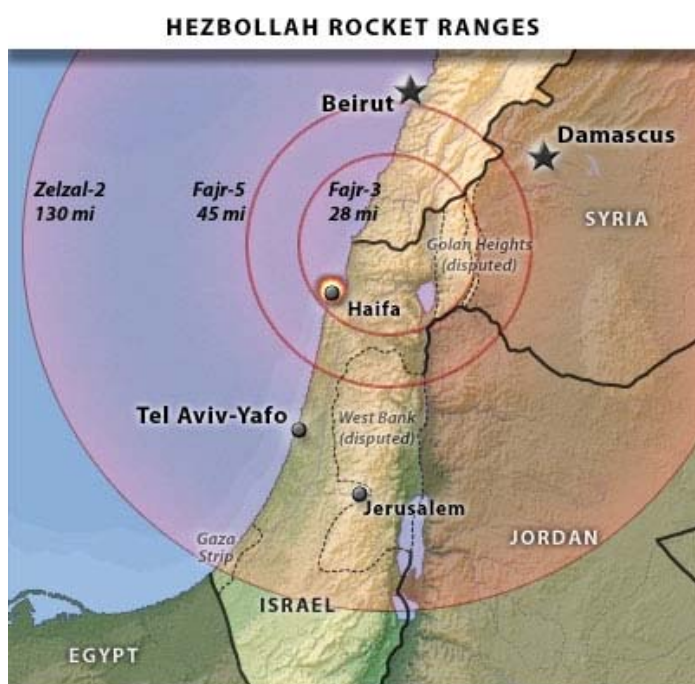
Malgré les progrès enregistrés dans le domaine des lasers de puissance depuis le début des années 1980, de nombreuses questions d'ordre technique comme opérationnel continuent d'alimenter le débat sur l'intérêt même de ce type de système vis-à-vis de solutions alternatives. Ce d'autant que le manque de maturité technologique génère des coûts de développement élevés ainsi que des incertitudes sur le financement de la maintenance des systèmes déployés.

¹ Congressional Research Service, « Airborne Laser: Issues for Congress », Report to Congress, August 18, 2005, p. 2.

² <http://www.special-operations-technology.com/article.cfm?DocID=1501> voir également <http://www.globalsecurity.org/military/systems/aircraft/systems/an-aaq-24.htm>

Pour autant, même si les armes laser ne constituent pas la panacée en matière de défense antimissile, elles sont susceptibles de compléter efficacement le spectre des outils disponibles pour accroître l'efficacité d'ensemble d'un tel système. Il paraît donc intéressant de détailler les éléments permettant d'éclairer les débats actuels sur la recherche d'options permettant de répondre à ces évolutions.

Quelles leçons tirer de la guerre des roquettes (Été 2006) ?



The rockets that impacted Haifa in the early evening of July 13 were probably Fajr-3 (Arabic for Dawn), which Hezbollah reportedly acquired from Iran. Some of these same reports indicate that the longer range Fajr-5 also traded hands. Israeli intelligence estimates that Hezbollah could also have up to 30 Zelzal-2s. Such assets, if they exist, are probably concealed in the Bekaa Valley in southern Lebanon.

Source www.stratfor.com

stratégiques de ce conflit, aggravée par l'incapacité des services de renseignement à évaluer les capacités réelles de la milice chiite et l'impossibilité de détruire les moyens de lancement des roquettes de courte portée du Hezbollah⁵. Pour autant, les forces israéliennes ont su mener des actions aériennes et terrestres pour détruire les lanceurs des

En lançant plus de 3 900 roquettes rustiques contre des agglomérations israéliennes, avec une moyenne de 100 engins par jour, le Hezbollah a démontré les effets qui pouvaient être obtenus par un emploi massif contre des populations non défendues.

Quelques 160 villes, villages et kibboutz ont ainsi été atteints par la milice islamique, créant un mouvement de panique sans précédent parmi les civils³. Selon les chiffres du ministère des Affaires étrangères israéliens : 300 000 personnes auraient fuit le nord du pays et 2 millions, soit un tiers de la population du pays, ont dû se réfugier dans des abris souterrains pendant le mois qu'a duré le conflit⁴.

La guerre psychologique et économique menée avec succès par le Hezbollah représente sans doute une des véritables surprises

³ David Makovsky and Jeffrey White, « Lessons and Implications of the Israel-Hizballah War: A preliminary assessment », The Washington Institute for Near East Policy, Policy Focus, n° 60, October 2006, p. 1.

⁴ Ibid, p. 5.

⁵ Andrew Mc Gregor, « Hezbollah's Rocket Strategy », Terrorism Monitor, Volume IV, Issue 16, August 10, 2006, p. 2.

roquettes de longue portée, avec semble-t-il un certain succès⁶. Dans une certaine mesure, on peut aujourd'hui conclure que l'introduction dans l'arsenal du Hezbollah de la roquette d'origine iranienne, Fajr-5 dont la portée – 70 kilomètres – permet au mouvement chiite de frapper une grande partie d'Israël, a été contrée par l'efficacité des opérations aériennes israéliennes. En tout état de cause, si l'on compare les opérations anti-lance-roquettes de l'été 2006 à celles menées contre les SCUDs irakiens en 1991, force est de constater l'amélioration substantielle de ce type d'opération⁷, sans doute grâce à plusieurs améliorations opérationnelles et techniques : accélération du cycle « détection-décision-engagement », mise en place de ciblage d'opportunité, mais également du fait de l'exiguïté de la zone d'opération). Par ailleurs, les opérations terrestres israéliennes ont vraisemblablement contribué à rendre plus difficile l'emploi et le réapprovisionnement en roquettes de la milice chiite, permettant de réduire le niveau général de menace contre la population israélienne. Il convient finalement de souligner que l'amélioration substantielle des opérations de contre-force doit également beaucoup à la taille réduite du théâtre d'opération, facilitant la recherche des lanceurs adverses par les forces israéliennes puis leur destruction par les appareils de l'armée de l'Air.

Mais confrontés à des salves quotidiennes de plusieurs centaines d'engins de courte portée de type Katyusha mais également Fajr-3⁸, que leurs conditions de mise en œuvre rendaient invulnérable aux actions de contre-force israéliennes, les moyens antimissiles que possèdent les Israéliens se sont montrés tout à fait incapables de fournir un quelconque niveau de protection. Ce d'autant que le simple coût financier de l'utilisation systématique d'intercepteur aurait été astronomique⁹. Quand bien même le nombre de roquettes utilisées aurait été moindre, leur profil et leur temps de vol sont tels que les systèmes antimissiles s'avèreraient inefficaces contre elles. On notera toutefois que les moyens de détection des systèmes *Patriot Advanced Capability-3* (PAC-3) déployés sur le territoire israélien ont facilité la conduite des opérations de protection des populations.

Dans de telles conditions, seuls des moyens spécifiques, comme le THEL (*Tactical High Energy Laser*), auraient été en mesure d'apporter un semblant de protection à la population du nord du pays et éventuellement de réduire l'impact du bombardement. Pour autant, malgré leur attrait opérationnel, le développement d'armes laser pour des missions de

⁶ David Makovsky and Jeffrey White, « Lessons and Implications of the Israel-Hizballah War: A preliminary assessment », op. cit., pp. 49-50.

⁷ La chasse aux SCUD engagée en 1991 pour neutraliser la chaîne de lancement des missiles irakiens avait occupée 20 à 30 % des sorties aériennes de la coalition pour un effet quasiment nul. Jeffrey McCausland, « The Gulf conflict: A military analysis », *Adelphi Paper* n° 282, 1993.

⁸ D'une portée comprise entre 29 et 43 kilomètres.

⁹ Pour intercepter ne serait-ce que 50 % des roquettes au moyen de missiles Patriot, le coût aurait atteint 4,5 milliards de dollars.

défense antimissile continue de poser des défis techniques qui affectent leur potentiel opérationnel.

Des lasers pour des missions de défense antimissile spécifiques

Théorisés par Albert Einstein au début du xx^{ème} siècle, les lasers sont des sources lumineuses émettant de façon cohérente dans une fréquence donnée. Ainsi, la quantité d'énergie transportée s'avère supérieure à celle d'une source de lumière ordinaire¹⁰. Appliqué sur une cible, ce rayon de lumière en augmente ponctuellement la température et cause, si sa puissance est suffisante et la durée d'application assez longue¹¹, la fusion de la zone touchée. Dans le cas d'un missile ou d'une roquette, la fusion d'une surface même faible de la partie propulsive est susceptible d'entraîner la faillite. La puissance nécessaire pour obtenir un tel effet se situe entre quelques dizaines de kilowatts et un mégawatt.

Deux des caractéristiques intrinsèques des lasers en font des outils particulièrement intéressants en matière de défense antimissile :

- Voyageant à la vitesse de la lumière les lasers permettent de réagir très rapidement après la détection de la cible¹². Cette rapidité de réaction prédispose les lasers à deux types de missions : l'interception de roquettes ou d'obus de portée inférieure à 100 km et la destruction de missiles balistiques en phase propulsée. La mise au point de moyens aéroportés permettrait en particulier d'effectuer des interceptions en phase propulsée dans des zones géographiques inaccessibles pour des systèmes déployés sur plates-formes navales en disposant d'une mobilité et d'une portée suffisante pour couvrir une zone étendue.
- La quantité d'interceptions qui peut être réalisée grâce à un laser ne dépend que de sa source d'énergie. Certains lasers, par exemple basés à terre, peuvent donc **théoriquement** procéder à un nombre infini d'interceptions. Ainsi, face à d'importantes salves d'engins, les lasers apparaissent à première vue plus efficaces que des moyens conventionnels d'interception. Qui plus est, une fois l'investissement initial consenti, le coût par interception pour un laser serait bien plus faible que le coût d'une interception par missile. Pour prendre un exemple, le coût unitaire d'un intercepteur

¹⁰ Alane Kochems et Andrew Cudgel, « The viability of Directed-Energy Weapons », The Heritage Foundation, April 8, 2006.

¹¹ Se pose pour les engins animés d'un mouvement de roulis des difficultés particulières de pointage.

¹² Ibid.

PAC-3 s'élève à environ 3 millions de dollars¹³ contre quelques milliers de dollars pour chaque tir d'un laser¹⁴.

Les deux programmes qui sont le plus proches d'un déploiement opérationnel illustrent la particularité des missions de défense antimissile qui peuvent être dévolues à des lasers :



Image 1 : Vue simulée d'un prototype YAL-1A en vol

➤ L'*Airborne Laser* (ABL) : lancé en 1996, à la suite de recherches de l'US Air Force dans le domaine des armes à énergie dirigée aéroportées, le programme ABL vise à emporter dans un Boeing 747-400F un laser chimique délivrant une puissance de l'ordre d'un mégawatt. Le système a effectué un premier essai en vol en juillet 2002¹⁵. Le laser de type COIL - *Chemical Oxygen Iodine Laser* - a quant à lui subi des essais de

vérification au sol en décembre 2005¹⁶ et devrait effectuer sa première interception en vol en 2008. L'ABL devrait, sein du système antimissile américain, être chargé de l'interception de missiles balistiques au cours de leur phase propulsée.

➤ Le *Tactical High Energy Laser* (THEL) a fait l'objet à partir de 1996 d'un développement commun entre les États-Unis et Israël. Il s'agissait de mettre au point un système capable de détruire en vol des roquettes ou obus. En 2004, un essai a permis de démontrer la capacité du système à intercepter plusieurs obus¹⁷. Mais les difficultés techniques associées au projet ont conduit à son abandon en septembre 2005, après que les États-Unis aient dépensé environ 300 millions de dollars¹⁸. Les nombreux problèmes associés au développement du THEL ont montré les limites qui existent encore au déploiement opérationnel réel de laser dans des configurations antimissiles. Pour autant, elles ne remettent pas profondément en cause leur utilité face à des engins de courte portée.

¹³ <http://www.globalsecurity.org/space/systems/patriot-ac-3.htm>

¹⁴ Suzann Chapman, "The Airborne Laser", Air Force Magazine, Vol. 79, No. 1, January 1996.

¹⁵ Congressional Research Service, « Airborne Laser: Issues for Congress », op. cit., p. 4.

¹⁶ Northrop Grumman.

¹⁷ Alane Kochems et Andrew Cudgel, « The viability of Directed-Energy Weapons », op. cit.

¹⁸ William J. Broad, « U.S. and Israel Shelved Laser as a Defense », *The New York Times*, July 30, 2006.

Surcharge, mobilité et limitations techniques

Comme le montre les programmes THEL et ABL, le plus grand défi porte sur l'intégration du système, en particulier sur la masse des cellules. En clair, pour délivrer la puissance désirée à une distance importante – dans le cas de l'ABL plusieurs centaines de kilomètres – des équipements encombrants, lourds et présentant des risques environnementaux doivent être employés.

Ainsi, le prototype du THEL occupait un espace équivalent à 6 bus et pesait plusieurs tonnes, le rendant immobile et vulnérable à des actions ennemies¹⁹. La protection du nord d'Israël contre les roquettes du Hezbollah – sans compter celle du centre du pays contre les Kassams du Hamas – aurait de plus requis le déploiement de quelques dizaines de systèmes de ce type²⁰. Enfin, les risques liés à l'utilisation de plusieurs tonnes de produits chimiques s'avéraient importants pour les servants du système comme pour les populations alentour en cas de fuite ou d'explosion des réservoirs²¹.

Quant à l'ABL, la masse et le volume des 14 cellules lasers prévues pour le système excèdent largement la capacité d'emport de l'appareil retenu²². Or, la réduction de la masse et de l'encombrement se traduirait à l'heure actuelle par une diminution de la puissance de l'arme et par conséquent de sa portée effective. Une telle diminution conduirait l'ABL à opérer plus près de ses cibles potentielles et donc augmenterait sa vulnérabilité. L'une des solutions envisagées est de réduire la quantité de kérosène emportée par chaque ABL, ce qui conduirait à augmenter le besoin de ravitaillement en vol²³.

D'autres limitations affectent également l'intérêt potentiel des lasers :

- La limitation de portée due à la courbure de la Terre : de fait, s'agissant d'un système optique, son action directe se limite à des objets qui se trouvent en ligne de vue. Le développement de miroirs relais embarqués sur des aérostats pourrait permettre de résoudre en partie ce problème moyennant des coûts opérationnels et budgétaires supplémentaires²⁴.

¹⁹ William J. Broad, « U.S. and Israel Shelved Laser as a Defense », *The New York Times*, July 30, 2006.

²⁰ En première analyse, il faudrait un THEL par agglomération à protéger

²¹ William J. Broad, « U.S. and Israel Shelved Laser as a Defense », *The New York Times*, July 30, 2006.

²² Congressional Research Service, « Airborne Laser : Issues for Congress », op. cited, 2005, p. 7.

²³ Dans le cas d'un conflit face à un pays proliférant, ce besoin viendrait s'ajouter à ceux déjà existants.

²⁴ Alane Kochems et Andrew Cudgel, « The viability of Directed-Energy Weapons », op. cit.

- L'influence des conditions météorologiques : la présence d'une couverture nuageuse et l'humidité de l'air réduisent potentiellement la zone d'action et la portée effective des lasers. Ainsi, dans le cas du THEL, les performances étaient limitées par la présence fréquente d'une couverture nuageuse au-dessus du nord d'Israël²⁵.

Il faut souligner que ces deux programmes ont été bâtis autour d'un certain type de source laser (COIL) dont la mise au point date maintenant de dix ans. Les recherches en cours sur les lasers à diodes pourraient permettre de diminuer certains des aspects les plus négatifs liés à leur développement et à leur utilisation²⁶. En particulier, les travaux entrepris sur la miniaturisation des sources énergétiques et les lasers à état solide devraient permettre de fortement diminuer leur masse et leur encombrement en conservant des niveaux de puissance compatibles avec des utilisations militaires²⁷. Ainsi, il paraît possible d'obtenir un rendement énergétique de 30 à 40 % supérieur à ceux de la technologie chimique, amenant à une réduction de masse sensible des systèmes finaux²⁸. Du reste, les améliorations obtenues en termes de conditionnement du faisceau laser, de focalisation et de pointage ont permis de résoudre la plupart des difficultés rencontrées lors des développements d'applications militaires. Tout porte à croire que le déploiement d'armes lasers pour des missions de défense antimissile ou anti-roquettes pourrait intervenir rapidement dès lors que les questions de coût comparatif avec des systèmes cinétiques auront été étudiées et résolues.

*
* *

Alors que le conflit de 2006 au Liban a démontré la nécessité de poursuivre le développement de systèmes de défense contre les roquettes de courte portée, le développement de lasers de puissance capables de remplir ce type de missions est encore marqué de nombreuses interrogations d'ordre technique et opérationnel.

Toutefois, les progrès obtenus dans le domaine tout comme l'intérêt spécifique de ces systèmes dans certaines configurations de menace, justifie la poursuite de travaux de recherche et de développement dont la finalité doit être de réduire leurs limitations fonctionnelles. Le déploiement d'une arme laser utilisant les nouvelles technologies du domaine pourrait ainsi intervenir à court ou à moyen terme.

²⁵ William J. Broad, « U.S. and Israel Shelved Laser as a Defense », op. cit.

²⁶ Richard J. Dunn, « Operational Implications of Laser Weapons », Northrop Grumman, September 2005.

²⁷ « Northrop Grumman Surpasses Power, Run-Time Requirements of Joint High Power Solid-State Laser Program for Military Use », Northrop Grumman, November 2005.

²⁸ De quelques dizaines de mètres cubes à quelques mètres cubes. Entretien de l'auteur.

Le premier essai d'interception de l'*airborne laser*, prévu en 2008, constituera sans doute une étape fondamentale dans le déploiement de solutions antimissiles complétant celles fondées sur des intercepteurs cinétiques conventionnels. Toutefois, l'avenir d'un éventuel déploiement de ce système reste encore suspendu à l'évolution de ses coûts de développement, d'intégration et de maintenance. En effet, dans l'hypothèse d'une réduction des budgets de la *missile defense agency*, un scénario d'abandon du programme ne peut pas être écarté.

Les opinions exprimées ici n'engagent que la responsabilité de leur auteur.

b.gruselle@frstrategie.org