

IDS : un défi technologique



Le laser Phébus du CEA/DAM. Réalisé en collaboration avec le laboratoire américain de Los Alamos, c'est le laser le plus puissant d'Europe.

Derrière l'appellation « Guerre des étoiles » se cachent des conceptions fort différentes. Nous retraçons ici l'évolution de ces conceptions, ainsi que les changements technologiques auxquels elles peuvent donner naissance. Seule la conception de Teller et LaRouche, basée sur les « principes physiques nouveaux », sera économiquement supportable, en générant des retombées dans le secteur civil.

Dominique Plantard

D'une façon générale, et que ce soit du point de vue de leurs techniques spécifiques ou des systèmes d'ensemble qui les fédèrent au service d'objectifs bien précis, les technologies militaires sont conçues exclusivement en fonction de critères d'efficacité maximale. Ainsi, un système militaire reste la plupart du temps autonome et découplé du système économique et social. Toutefois, des liens indirects apparaissent çà et là grâce à des synergies dues à des filiations technologiques. Personne ne peut nier que l'aviation civile a bénéficié des recherches militaires du fait que les deux types de recherches sont souvent conduites parallèlement chez les mêmes acteurs. Ce raisonnement peut aussi s'appliquer aux techniques radar aujourd'hui transférées au secteur spatial dans le domaine des satellites d'étude de l'environnement (ERS-1, JRS-1).

Cette osmose des secteurs de recherches militaires et civils, aboutissant à la mise au point de technolo-

gies révolutionnaires et entraînant le développement de nouvelles industries, ne date pas d'hier. Elle a été partiellement réalisée dans le passé en Russie grâce à la politique de Pierre Le Grand, conseillé par Leibniz, et plus encore en France avec le programme « tous azimuts » de l'Ecole Polytechnique des Monge, Carnot et Chaptal, pendant la Révolution, mais on peut considérer que ce transfert est essentiellement dû à quelques individus exceptionnels dotés d'une vision pluridisciplinaire.

En fait, depuis les années 30, le phénomène croissant de professionnalisation de la science n'a fait qu'accroître la séparation entre les deux secteurs. Cette tendance s'est accélérée depuis la Deuxième guerre mondiale, sauf peut-être en France où le cadre spécifique du CEA a permis plus facilement qu'ailleurs les échanges entre les deux secteurs dans le domaine nucléaire.

L'exemple du « Manhattan Project », qui a prouvé définitivement qu'il était possible de réduire considérablement les délais entre invention et innovation avec une concen-

tration exceptionnelle de moyens et de chercheurs, montre que celui-ci a eu aussi des effets indirects qui ont abouti à la création de l'AEC (Atomic Energy Commission). Toutefois cet exemple n'est pas totalement probant. En effet, ce programme a été largement conduit par des scientifiques qui ne faisaient pas partie du système de la recherche militaire : leur retour à la vie civile, dès la fin des hostilités, a permis l'émergence du programme électronucléaire américain.

Plus récemment, le développement des programmes spatiaux est un bon exemple de cette synergie réussie puisque les premiers lanceurs américains et russes ne furent que des dérivés de missiles balistiques militaires servant bien souvent de premier étage. Ce fut le cas notamment du lanceur Thor (qui plaça en octobre 1958 la sonde Pioneer sur une orbite interplanétaire), dérivé d'un IRBM (Intermediate Range Ballistic Missile), mais qui fut aussi utilisé comme second étage sur les lanceurs américains Able, Altaïr, Burner, Agena B et D et comme troisième étage sur le Thor Delta.

On sait que la rivalité spatiale entre les Etats-Unis et l'Union soviétique a été induite par le choc Spoutnik de 1957, et que le transfert des techniques des missiles militaires vers le civil a été au départ uniquement dû à des considérations de prestige et à la perception d'une « menace » allant bien au-delà de considérations stratégiques. Les fusées de la famille Saturn et Skylab, uniquement inspirées par des considérations de pure politique spatiale, peuvent être considérées comme le fruit politique de cette perception. Une grande partie des technologies qui auraient permis la mise en orbite de petits satellites scientifiques ou d'applications étaient déjà disponibles bien auparavant. Cependant, leur utilisation à ces fins n'était, hélas, perçue que par les « purs » de la conquête spatiale que furent Oberth, Von Braun, Ehricke, Dannenberg et Korolev !

On peut considérer que, en dehors des exemples que nous venons de citer, il y a toujours un cloisonnement entre technologies militaires et civi-

les, peu d'effets d'entraînement des unes sur les autres, des différences de niveaux considérables, et très rarement un apport des technologies militaires sur les gains en matière de productivité. Un examen attentif montre que les gains permis par les technologies militaires ont plutôt été induits par leur coût élevé et des efforts de standardisation et de normalisation. Le transfert des techniques des microprocesseurs et des circuits intégrés, issus essentiellement à l'origine des programmes militaires, ne s'est pas effectué vers le civil aussi automatiquement qu'il a été souvent écrit et seulement par le biais d'un long temps de gestation. Paradoxalement ce ne sont pas les grands groupes liés à la recherche militaire qui ont été les moteurs civils de ce transfert mais de petites firmes auxquelles les premiers sous-traitaient !

D'autre part, comme le montre Perez (« Microelectronics Long Waves and World Structural Change »), avec l'exemple du Japon, il a été possible de produire en chaîne des innovations technologiques de rupture avec le système ancien sans transfert à partir du domaine militaire comme cela avait été le cas aux Etats-Unis. Dans ce dernier pays l'étude « Hindsight », commandée par le DOD (Département de la Défense) et impliquant quarante spécialistes de haut niveau de l'économie de l'innovation, a tenté d'étudier les impacts civils de vingt types de recherches portant sur des technologies militaires révolutionnaires comme les missiles, les radars de guet, les mines magnétiques, la navigation par satellite, les alliages pour missiles, les liaisons radio antiparasite. Les experts identifiaient les « événements scientifiques » et les « événements technologiques » : les premiers correspondent à des études théoriques ou à l'expertise de phénomènes nouveaux ou inexplorés, tandis que les seconds correspondent à l'identification de fonctions précises utilisées dans le civil ou de matériaux, de concepts et techniques de fabrication venues du domaine militaire.

L'étude du DOD, considérée par certains experts comme « un témoignage d'autosatisfaction » et contes-

tée par d'autres, aboutissait à la conclusion que sur 566 innovations correspondant à des filiations technologiques, 39% étaient venues directement des recherches militaires tandis que l'étude concurrente, financée par la « National Science Foundation », estimait pour un éventail comparable cet apport à seulement 15%... et considérait qu'en fait 70% de ces innovations venaient de recherches non orientées sans le moindre lien avec le système militaire.

Ces conclusions négatives à l'égard de l'impact des programmes militaires restèrent longtemps dominantes et, par exemple, un économiste comme John Hicks défendait une théorie consensuellement acceptée et selon laquelle les technologies militaires étaient difficilement transférables au domaine civil à cause de l'absence d'une véritable mesure économique des investissements : une technologie militaire n'est conçue que pour gagner une guerre éventuelle et, dans ce cas, ne compte que marginalement l'option du choix entre système plus efficace et système moins coûteux.

Pourtant, en 1983, le lancement par le Président Reagan du concept « IDS », suite aux propositions de l'économiste LaRouche, allait relancer le débat sur cette question...

L'avantage à la défense

C'est le 23 mars 1983 que fut lancé officiellement le programme d'armes spatiales plus connu du grand public sous le terme inadéquat de « Guerre des Etoiles ». A l'époque, l'idée fondamentale, dans un contexte où la menace stratégique soviétique des missiles balistiques apparaissait immédiate, était d'installer en orbite un système de défense antimissiles balistiques BMD. Doté de capteurs et de systèmes sophistiqués de détection, il ferait appel à diverses techniques de destruction basées soit sur des armes à lasers, soit sur des armes à faisceaux de particules (d'autres systèmes ont été étudiés comme les armes à énergie cinétique, voir encadré

à ce sujet). Ce concept implique l'intégration de systèmes de détection et de calcul complexes et se situe à la convergence de nécessités stratégiques et de progrès technologiques qui permettent d'envisager comme « possible demain » ce qui ne l'est pas encore aujourd'hui.

Bien que déjà envisagé sur le plan théorique, le système d'Initiative de défense stratégique ne fut lancé par Reagan qu'en vue d'un seul objectif : contrer la menace des missiles soviétiques. Il ne faut pas oublier qu'à l'époque les Soviétiques possédaient au bas mot 1400 missiles balistiques intercontinentaux, pourvus de têtes nucléaires multiples (MIRV) évaluées au nombre de 6400, auxquels il fallait ajouter la menace encore plus difficile à contrer des missiles lancés par des sous-marins pouvant s'approcher des côtes européennes et américaines. Au début des années 80, les experts évaluaient à 1000 le nombre de ces SLBM (Submarine Launched Ballistic Missiles), chacun pouvant être doté de trois têtes nucléaires...

L'appel de Reagan à la communauté scientifique lui demandant de « concevoir un système capable d'intercepter et de détruire les missiles balistiques stratégiques avant qu'ils n'atteignent le sol américain » était donc parfaitement justifié !

Toujours dans le même contexte, il apparaissait évident que depuis 1977 les Soviétiques testaient dans l'espace des intercepteurs de type ASAT (Anti-Satellite Interceptor), en plusieurs versions. Parmi celles-ci, il fut parfaitement établi qu'il existait un engin de trois tonnes, placé sur orbite de 200 kilomètres par un lanceur SS-9 et capable de détruire des satellites de surveillance par impact cinétique ou par explosion à proximité de ceux-ci d'explosifs classiques. Cela contredisait totalement le Traité sur l'espace de 1967... et menaçait pratiquement le tiers du parc américain de satellites en orbite. A la même époque, les Etats-Unis ne possédaient que des systèmes ASAT terrestres basés sur les îlots Kwajalein et Johnston et utilisant soit des antimissiles Minuteman 3 soit des missiles aéroportés

guidés aux infrarouges et lancés à partir d'avions F-15 Eagle. Deux événements importants tendaient à prouver que le concept d'une défense antimissile de ce type, complétée par des armes à énergie cinétique, pouvait faire face à une attaque limitée. En juin 1984, dans le cadre du programme américain HOE (Homing Overlay Experiment) un « Reentry Vehicle », mis en orbite par un missile Minuteman était abattu par un MHOV cinétique tiré à partir d'un F-15, et en septembre 1985 un essai considéré comme « satisfaisant » se traduisait par la destruction d'un petit satellite placé en orbite basse grâce à un missile lancé à une altitude d'un peu plus de 29 kilomètres, toujours à partir d'un F-15.

Parallèlement, les Américains faisaient d'énormes progrès en matière de détection des sous-marins nucléaires porte-missiles grâce à des moyens de guerre électronique et mettaient des dérivés d'ASAT considérés comme susceptibles de pouvoir contrer les SLBM.

Pourtant toutes ces techniques restaient bien en deçà à la fois du système IDS proprement dit, mais également du défi lancé secrètement à l'Est. Divers rapports de la CIA montraient que l'avance des Soviétiques ne se situait pas seulement en matière d'armes à énergie cinétique et que, à l'abri du Traité ABM de 1972 qui limitait le développement des systèmes antimissiles à un seul site par pays, ceux-ci développaient de tout autres concepts. Non seulement ceux-ci disposaient déjà de radars de détection antimissiles Petchora, de missiles d'interception à ogive nucléaire SH-04 et SH-08 couplés à des radars de poursuite et de guidage, mais ils développaient encore des radars Pouchkino à réseau de phase implantés en plusieurs endroits du territoire de l'Union soviétique et des missiles antibalistiques SA 12 lancés soit à partir du sol, soit à partir d'avions intercepteurs. Plus inquiétant : l'avance des Soviétiques en matière d'engins basés sur des « principes nouveaux », engins dont la première génération était basée au sol. Ces recherches portaient sur des systèmes satellites employant des détecteurs

infrarouges, générateurs électromagnétiques pulsés et de haute densité, lasers de puissance pour des armes à énergie dirigée implantés sur six sites différents (dont trois pour le seul site de Sarychagan), recherches intenses sur des lasers chimiques et à électrons libres. De là à penser que les Soviétiques, tout en protestant contre l'IDS américaine, effectuaient des recherches pour déployer des systèmes du même type dans l'espace, il n'y avait qu'un pas !

Et cette constatation contribua considérablement à accélérer le programme américain dans le cadre de la SDIO (Strategic Defense Initiative Organization) dirigée à l'époque par le général Abrahamson et dont le programme initial de recherches, qui devait être en principe doté de 26 milliards de dollars, était réparti comme suit : 20% pour les armes à laser à énergie dirigée, 20% pour les armes à énergie cinétique (système qui allait déboucher sur le couple « Brilliant Eyes/Brilliant Pebbles »), beaucoup moins pour les armes à faisceaux de particules plus difficiles à réaliser dans le temps, et le reste pour les systèmes auxiliaires ou d'autres recherches comme les canons électromagnétiques, les capteurs, les senseurs, les systèmes de reconnaissance des leurs et antisaturation opposables aux charges fictives.

Du point de vue du principe, toutes ces armes offrent l'avantage de permettre pour la première fois de donner l'avantage à la défense : alors qu'une défense antimissiles conventionnelle n'offre qu'une parade limitée à une attaque nucléaire, et ne peut que protéger un nombre réduit de cibles considérées comme vitales, une défense spatiale, dotée d'armes à lasers ou des faisceaux de particules, permettrait de disposer de systèmes 100.000 fois plus rapides que les missiles offensifs et pourrait attaquer ceux-ci à des distances de plusieurs milliers de kilomètres à partir du moment où ils ont été détectés. Autre avantage : la quantité d'énergie requise pour faire fonctionner de tels systèmes, bien supérieure il est vrai à leurs homologues civils, n'est pas extraordinaire à cause de la nature monochromatique et concentrée des

Le problème des armes à énergie cinétique

La technologie des armes à énergie cinétique est déjà développée et expérimentée depuis longtemps dans l'espace par les Soviétiques contre les satellites : cette technique apparaissait potentiellement utilisable pour détruire des têtes de missiles dans leur phase terminale de propulsion au moment où ils sortent de l'atmosphère avant d'entamer leur phase de post-propulsion.

Au cours de cette phase, qui dure de une à six minutes selon le type de missile, un engin dénommé PBV (Post Boost Vehicle) se détache du corps principal du missile afin de placer sur les orbites de rentrée choisies des petits systèmes robotiques appelés « Reentry Vehicles » porteurs de têtes nucléaires. Si le missile est détecté suffisamment à temps par les senseurs orbitaux, il devient alors possible de l'endommager et de le rendre inopérant par des tirs à grande vitesse effectués au moyen de billes d'acier à partir de plates-formes KKV (Kinetics Kill Vehicles) placées sur orbite, soit par des lanceurs chimiques soit par des lanceurs électromagnétiques placés en second étage d'une plate-forme aérienne. On sait par exemple que, dans l'espace, un simple objet de 5 centimètres de diamètre percutant un satellite de plein fouet peut produire un trou de 10 centimètres et qu'un objet de plus de 10 centimètres peut faire exploser la tête d'un missile, même doté de blindages, ou réduire en morceaux n'importe quel satellite.



Le général Danny Graham. Sa conception d'armes à énergie cinétique, aujourd'hui prédominante, a été promue par la Fondation de l'Héritage. Sa technologie obsolète mènerait à une impasse économique.

Les Etats-Unis travaillaient également sur un programme similaire, appelé Project Defender, programme réalisé sous l'égide de la DARPA entre 1958 et 1964 et qui visait à intercepter des missiles intercontinentaux par des billes d'acier. Dès l'annonce de l'IDS par le Président Reagan, certains cercles conservateurs américains se sont empressés de proposer de revenir aux technologies obsolètes de Project Defender. Ce fut en particulier le cas de la Fondation de l'Héritage, un groupe d'experts de la droite américaine, qui relança en 1983 le projet « High Frontier » qui avait été publié en 1981. Ce projet se compose de centaines de satellites armés chacun de 40 petites fusées destinées chacune à détruire un ICBM par effet cinétique. Par ailleurs, le projet prévoit de défendre les silos de missiles en lançant 10.000 petits projectiles. High Frontier allait donc, à l'inverse du projet de Teller et LaRouche, dans le sens de technologies obsolètes qui n'apporteraient aucune augmentation de productivité à l'économie civile. Dans sa préface à la présentation du projet, le général Graham reconnaissait que sa proposition « **n'est certainement pas la meilleure option technique disponible aujourd'hui** » (souligné dans l'original). Se disant personnellement convaincu de la faisabilité technique et de la supériorité des armes à énergie dirigée, il a néanmoins opté contre celles-ci parce que, disait-il, « j'étais incapable de conceptualiser un système qui puisse résister à ceux qui le mettent en doute. »

Le problème de ces technologies d'armes à énergie cinétique est qu'elles peuvent être facilement saturées par l'attaque. Lyndon LaRouche insistait sur le fait qu'une défense contre les missiles nucléaires devait être basée sur les technologies de l'énergie dirigée pour que l'avantage soit rendu à la défense. Dans ce cas, en effet, un système de défense coûtant beaucoup moins cher qu'un missile, c'est l'attaque qui est « saturée », puisqu'il lui faut, pour espérer percer le rideau défensif, dépenser énormément plus. Les armes à énergie dirigée envoient leur puissance destructrice sur leur cible à la vitesse de la lumière; à partir du moment où elles « voient » leur cible, celle-ci est morte.

Par ailleurs, l'aspect crucial du programme IDS de LaRouche était fondé sur l'idée de gains de productivité pour l'ensemble de l'économie civile réalisés grâce aux technologies de l'énergie dirigée. Renoncer à celles-ci pour se tourner vers des technologies déjà existantes, « acceptables », c'était se condamner à des dépenses militaires « non productives », c'est-à-dire purement inflationniste, dans la mesure où elles ne génèrent pas en retour de gains de productivité. D'où une virulente opposition entre la conception de LaRouche et celle de Graham. Malheureusement, c'est plutôt cette dernière qui l'a emporté, les recherches sur les technologies de l'énergie dirigée étant soit cantonnées à des domaines très restreints, soit tombées dans le secteur secret.

rayons lasers. Il faut y ajouter le fait qu'une station laser, capable d'émettre plusieurs impulsions à haute puissance par seconde, pourra procéder à la destruction de plusieurs centaines de missiles ennemis en quelques minutes. Si des détecteurs et des capteurs suffisamment performants étaient un jour mis au point en même temps que des logiciels ultra-performants, des systèmes spatiaux pourrnt à l'avenir intercepter des missiles balistiques à la fois en début et en fin de propulsion, en phase de post-propulsion au moment de la mise sur des trajectoires adéquates des têtes nucléaires de rentrée, et à partir du sol pour les phases dites intermédiaires (là où les têtes nucléaires de rentrée restent environ 15 à 20 minutes avant de plonger dans l'atmosphère) et lors de la phase finale avant l'attaque de l'objectif.

Avantage supérieur des armes spatiales défensives, celles-ci ne contredisent nullement le Traité sur l'espace de 1967 dont l'article 4 précise : « Les Etats parties au Traité s'engagent à ne placer sur orbite aucun objet porteur d'armes nucléaires ou autres types de destruction massive, à ne pas installer ces armes sur les corps célestes, ni stationner d'une quelconque autre manière ces armes dans l'espace extra-atmosphérique ».

Un défi technologique

L'exemple réussi de la banalisation d'un certain nombre de techniques sophistiquées est là pour montrer qu'il est parfaitement possible, pour des armes comme les lasers, d'envisager des systèmes compacts faciles à mettre en orbite et dont le coût de production à l'unité sera de toute façon inférieur à celui des missiles balistiques qu'ils sont chargés de détruire. Comme l'a souligné Lyndon LaRouche, « Avec les armes à rayons les coûts de la défense seront toujours inférieurs aux coûts des armes offensives ». Cela sera sans doute plus vrai pour les armes à laser que pour les armes à faisceaux de particules car, dans ce dernier cas, il faudra embarquer dans l'espace des généra-

teurs encombrants et lourds et envisager des systèmes correctifs maintenant la cohérence des faisceaux. En effet, au-delà d'une certaine distance, on observe un effet de désagrégation du faisceau à cause du phénomène bien connu de répulsion magnétique qui caractérise les électrons non liés dans un atome. Ces faisceaux devront donc être extraordinairement concentrés et cohérents pour contrebalancer l'effet de piégeage dû au champ magnétique terrestre. D'autre part, il sera probablement judicieux de doter les plates-formes d'un système de motorisation important pour des attaques de proximité ou pour utiliser cette technique au moment de la fin de phase de propulsion des missiles. La quantité de réserves de carburant à embarquer n'est pas à sous-estimer et certains experts pensent qu'il vaudrait mieux utiliser cette technique au moyen de puissants générateurs basés au sol lors de la phase terminale des PBV.

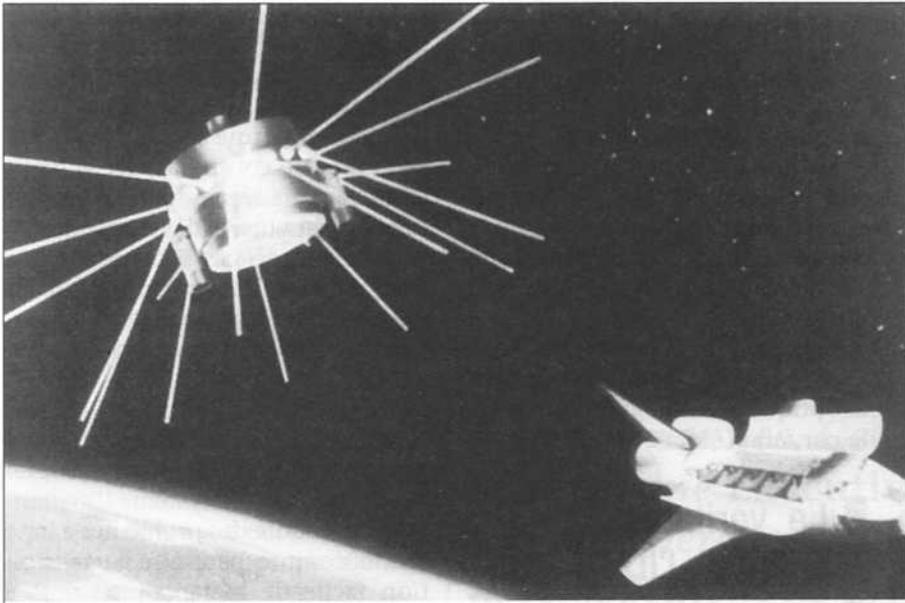
Pour ce qui concerne les techniques lasers, dont l'emploi est aujourd'hui tout à fait courant au niveau des télécommunications, de l'holographie, de la découpe des métaux, de la chirurgie par « bistouri laser », il est évident que des armes spatiales vraiment efficaces devraient

émettre sur de courtes longueurs d'onde du fait que la fréquence et l'énergie sont inversement proportionnelles à la longueur d'onde. Comme il faut également tenir compte des possibilités de « durcissement » des missiles offensifs, il devient évident qu'il est plus intéressant d'essayer de détruire ceux-ci avec des rayons X « durs » qu'avec des visibles ou même des UV.

Les lasers chimiques offrent des applications plus immédiates mais il faudra, pour les utiliser comme armes spatiales, compenser l'effet de dispersion atmosphérique et l'effet naturel de dispersion qui caractérise les grandes longueurs d'onde. Nombre des recherches IDS s'orientent depuis quelques années vers les « lasers excimères » qui sont en fait des lasers chimiques « gonflés » à la fois en raison du comportement spécifique du milieu laser et de l'utilisation dans l'instrument d'un tube générateur d'électrons. Le premier laser excimère expérimental fut conçu en 1972 par l'équipe du soviétique Bazov et son principe de fonctionnement consiste à fabriquer des « molécules combinées » liant un gaz rare à ce qu'on appelle un « halogène », c'est-à-dire un corps électronégatif (iode, brome, chlore) permettant la



Utilisation d'un laser à électrons libres dans le domaine médical. Le fait que l'on puisse « accorder » la longueur d'onde du laser ouvre de nouvelles possibilités pour les praticiens. Encore une retombée de l'IDS...



Le laser à rayons X pompé par explosion nucléaire, pouvant détruire des centaines de missiles à la fois, offre un avantage définitif à la défense.

production de sels par combinaison avec des métaux électropositifs. La molécule excimère du milieu laser n'existe pas dans la nature dans son état fondamental puisque les gaz rares et les halogènes, même mis en contact, sont incapables de se lier naturellement. Mais, si ce gaz rare est ionisé par un tube à électrons le bombardant, les atomes de celui-ci vont se combiner avec ceux de l'halogène pour produire une « molécule excimère » excitée à durée très brève créant une inversion de population correspondant à cette durée et à la création d'un faisceau laser. Dans ce cas le rendement habituel est considéré comme « moyen ou faible » mais, curieusement peut être amélioré au moyen d'une technique venue de la médecine et de la « biophysique optique » et dite « Effet Raman Cell ».

Les recherches menées aux Etats-Unis montrent qu'il est alors possible de faire « glisser » la fréquence du laser vers des ondes un peu plus courtes (et donc plus énergétiques) et d'obtenir un faisceau plus cohérent capable de détruire l'ogive d'un missile dans l'espace. Tout ceci se ferait au prix de l'embarquement d'un générateur d'énergie relativement lourd qui pourrait être mis en orbite par exemple par de nouveaux types de lanceurs américains comme le « Twi-de Body Delta » ou le « Two Barrel

Delta ». La réalisation de miroirs suffisamment réfléchissants et non dégradables pour la « cavité optique » de ce type de laser a rendu plausible le développement d'un tel système de même que l'utilisation d'une technique venue de l'astrophysique et dite « optique adaptative non linéaire ».

Plus intéressant d'un point de vue théorique, mais représentant un tout autre défi, sont les « lasers à électrons libres » et les « lasers X » dont les progrès en cours rendent crédible leur faisabilité opérationnelle dans l'espace d'ici une quinzaine d'années. Pourtant jusqu'au début des années 80, Teller lui-même doutait de la possibilité de les mettre en œuvre, ce qu'il a d'ailleurs reconnu en 1984, à Paris, lors du « Symposium sur l'IDS » organisé par la « Fondation du Futur » :

« Il y a beaucoup de scientifiques aux Etats-Unis qui ne pensaient pas que ces armes puissent marcher et c'était la conclusion à laquelle j'étais arrivé il y a trente ans (...) Il y a toute une série de développements technologiques qui expliquent que j'aie changé d'avis (...) ce qui est le plus important c'est que les armes à énergie dirigée et, en particulier des lasers à haute énergie, à forte intensité, des lasers à rayons X, sont devenues maintenant réalisables, capables de canaliser l'énergie sur des milliers de kilo-

mètres et même des dizaines de milliers de kilomètres »... ce qui rendrait opératoire une station laser X à partir d'une orbite géostationnaire !

Sacré défi à relever si l'on songe que pendant longtemps seul le programme d'expérience nucléaire souterraine « Excalibur » fut capable, aux Etats-Unis, de produire l'apport d'énergie nécessaire à un grand nombre d'atomes dans le cadre d'un milieu ambiant adéquat pour obtenir des rayonnements X suffisamment « durs » pour détruire un missile...

Toutefois, à partir de 1987, et curieusement grâce à des travaux britanniques (Irons, Peacock, G. J. Pert), et à des travaux sur la fusion thermonucléaire par confinement inertiel avec le laser X « Nova », des techniques allaient être mises au point afin d'allonger le temps d'excitation de ce type de milieu laser. Les progrès effectués dans le domaine des miroirs des cavités optiques et des méthodes de pompage tendent à rendre de plus en plus probable l'émergence à terme d'un concept qui ne soit plus seulement expérimental.

En ce qui concerne l'autre technique envisagée, le « laser à électrons libres » (LEL), il semble bien que l'obstacle principal rencontré, à savoir le faible rendement de conversion, soit lui aussi en passe d'être levé. La technique est bien connue au niveau expérimental en France (Orsay, Lure), et il ne s'agit pas ici d'un véritable laser mais d'un système d'accordage de longueurs d'onde au moyen de la modulation d'un puissant champ magnétique. On sait que chaque onde est caractérisée à la fois par un champ magnétique et un champ électrique qui oscillent et ces LEL sont en fait de petits accélérateurs de particules où un faisceau d'électrons est courbé successivement de droite et de gauche, à la manière d'une balle rebondissant successivement d'un côté et de l'autre à l'intérieur d'un tube, par un champ magnétique alterné. On obtient ainsi des faisceaux présentant des caractéristiques analogues à celles d'un laser et sur pratiquement toutes les longueurs d'onde grâce à un dispositif dénommé « klystron optique » et dans le cadre d'énergies

relativement élevées. Depuis quelques années, la barrière d'un rendement supérieur à 40% a été franchie au Laboratoire de l'US Army de White Sands où a démarré, à l'automne 1992, un programme de recherches de faisabilité de cette technique pour des armes spatiales. Comme dans le cas des lasers X, il faudra là aussi utiliser des lanceurs lourds pour embarquer en orbite le système et son imposant générateur d'énergie ou bien effectuer des progrès considérables en matière de miniaturisation de cette technique déjà utilisée au niveau de la recherche sur la fusion par confinement inertiel, de la micro-électronique, des mesures de densité de plasma, des recherches en télécommunications. Le pari de la compacité est en effet le plus difficile défi de l'IDS.

A part les armes à faisceaux de particules, dont l'état actuel des recherches ne laisse prévoir qu'une application à très long terme, nombre des concepts impliqués par l'IDS ont gagné en crédibilité quant à la possibilité de leur réalisation effective. Cependant, deux problèmes techniques majeurs restent encore imparfaitement résolus : celui de l'identification des leurres qu'un agresseur potentiel peut envoyer en même temps que les missiles pour saturer les systèmes de détection, et celui des logiciels informatiques nécessaires pour la gestion d'ensemble de l'ordre de bataille, domaine dans lequel il faudra savoir décentraliser au maximum, ce qui va quelque peu à l'encontre des doctrines militaires traditionnelles.

Pour l'identification des leurres potentiels, certaines techniques ont été étudiées (réflecteurs lasers, systèmes radiofréquences, micro-ondes, capteurs infrarouges capables d'effectuer ce qu'on appelle la « discrimination »), mais il est difficile de savoir où en sont exactement les recherches. Le problème des logiciels est encore plus ardu et dépend de notre capacité à concevoir opérationnellement des systèmes qui n'en sont qu'aux prémises du laboratoire et, ensuite, de pouvoir les rendre suffisamment compacts pour pouvoir les intégrer sur des plates-formes. Cer-

tains scientifiques américains comme H. Bethe, Richard Garwin, Parnas, et l'anglais G. Thompson, estimation quant à eux ce défi informatique quasi-impossible et l'expert français Jacques Chaumeron, moins restrictif, pense que le délai potentiel de leur mise au point reste « lointain ». D'autres critiques estiment que cette informatique embarquée sera très vulnérable mais il semble bien que l'équipe de Larry West soit en passe de réussir le pari d'un superordinateur optique invulnérable d'une attaque par radiofréquences...

Le véritable enjeu de l'IDS

Il se peut, comme le reconnaît d'ailleurs Teller, qu'un véritable système stratégique de défense spatiale complètement étanche ne puisse être mis au point que dans un avenir lointain. Toutefois il apparaît déjà possible de développer un système capable de dissuader un attaquant potentiel en créant chez lui un « haut niveau d'incertitude ».

Plus important nous apparaît le fait que la plupart des technologies de l'IDS pourraient entraîner une véritable révolution du système technique avec des conséquences majeures comme le pense LaRouche en raison des synergies directes avec les technologies civiles. Les retombées technologiques du système IDS entraîneraient à un niveau incroyablement élevé les techniques d'avant-garde déjà utilisées en mode civil. On créerait ainsi de nouvelles industries et de nouveaux modes de formation qui enrichiraient considérablement le système d'éducation.

LaRouche souligne fort bien que pour ce qui concerne l'IDS « *le volet militaire de cet effort est relativement étroit par rapport à la base industrielle et scientifique non militaire requise pour produire et entretenir le type de système d'armes défensives dont il est question* ». Toujours selon le même auteur la mise en place de l'IDS, parallèlement à une politique économique adéquate, pourrait offrir cinq avantages majeurs :

- libérer l'humanité du cauchemar nucléaire une fois les technologies totalement maîtrisées ;

- permettre une attaque technico-économique contre la crise actuelle et également répondre aux besoins des pays en voie de développement : le transfert de ces techniques aux pays les plus pauvres permettrait de passer « par-dessus » un certain nombre de blocages socio-organisationnels ;

- créer une nouvelle forme d'échanges internationaux, les technologies avancées issues du système IDS pourraient résoudre des problèmes à long terme comme peut-être la fabrication facile de métaux ultra-purs à coût réduit et la conception de nouvelles techniques médicales ;

- révolutionner considérablement la technique spatiale (canon électromagnétique, propulsion par laser de grande puissance imaginée par le professeur F. Winterberg) et rendre progressivement obsolètes les systèmes classiques de lancement grevés de coûts fixes difficilement compressibles ;

- gagner par ce biais un laps de temps appréciable sur les recherches en matière de fusion nucléaire (seraient particulièrement concernées la voie du confinement inertiel, et les « voies exotiques » venues de la physique des particules défendues par Sakharov et Lederman).

Malheureusement, le développement de l'IDS n'a pas suivi la voie préconisée par LaRouche. L'évolution vers un concept d'armes à énergie cinétique GPALS (Global Protection Against Limited Strikes), complété par un système antimissiles ATBM n'a certes pas empêché les recherches de continuer sur les lasers et autres technologies mais l'organisation même de l'IDS, centrée à 90% sur des contrats avec de grands groupes quasi-exclusivement liés au système militaire, peut être considérée comme un obstacle au transfert de ces technologies. Mieux aurait valu laisser plus de 50% des contrats à de petites entreprises innovatrices ou à des laboratoires universitaires impli-

qués également dans des recherches civiles appliquées, tout en réservant au système de la recherche militaire les études nécessitant un secret absolu.

Il n'y a malheureusement pas eu de conception économique d'ensemble du système IDS et l'on risque de ce fait d'assister à un différentiel de symbiose avec les recherches civiles. Les coûts d'investissement élevés pour les recherches sur les armes spatiales font qu'à court terme celles-ci n'auront qu'un retour trop lent vers les innovations civiles et que l'automatisme du transfert technologique à partir du militaire nécessitera plus de temps qu'avec la proposition de LaRouche.

La centralisation excessive des recherches constitue elle aussi un frein à une stratégie véritable de développement efficace et renforce le comportement de « stratégie de l'arsenal » des grands groupes qu'accaparent, grâce à un système de relations personnelles, la plupart des contrats intéressants, comme le pensent le professeur Lichtenberg et les spécialistes britanniques Mary Kaldor et Walker du « Science Policy Research Unit ». La stratégie de développement d'ensemble du système, telle qu'elle a été conçue jusqu'à aujourd'hui, ne mobilise que quelques pour cent des 100.000 scientifiques et 180.000 techniciens considérés au début des années 1984-1985 comme « à même de participer au programme ».

Bibliographie

Steven Bardwell, *Beam Weapons : The Science to Prevent Nuclear War*, EIR, Wiesbaden, juillet 1982.

Ashton Carter, « *Directed Energy Missile Defense in Space* », pour le compte de Office of Technological Assessment, 1984.

Lyndon H. LaRouche, « L'importance stratégique des armes à rayons », *Fusion*, N°4, mars 1983.

« Défendons nous contre la terreur nucléaire », *Fusion*, N°13, juin 1985.

SDI Organization, *Strategic Defense Initiative - Progress and Promise*, Department of Defense, Washington, 1985.

Où en est l'IDS ?

Ce qui reste de l'approche originale de l'IDS sur les « nouveaux principes physiques » est essentiellement le Programme de Laser Aéroporté (Airborne Laser, ABL dans la suite du texte) des forces aériennes. Cet article a été écrit pour le magazine Executive Intelligence Review par des chercheurs qui ont travaillé au développement de l'ABL.

Depuis le début de la deuxième administration Reagan, la SDIO, devenue aujourd'hui la BMDO, n'a jamais reçu les fonds nécessaires pour travailler au système de défense antimissile qu'elle désirait. Le système préféré était, et reste, un système basé sur les armes à énergie dirigée. C'est maintenant l'USAF (forces aériennes des Etats-Unis) qui reprend l'objectif ultime de la BMDO.

Peu après qu'elle fut lancée en 1983, l'IDS commença un programme vigoureux de recherche et développement dans les lasers à rayons X, les faisceaux de particules neutres, les lasers basés à terre ou dans l'espace. Ces derniers recouvraient un domaine très vaste qui englobait quasiment toute technologie que l'on imaginait nécessaire pour la mise en œuvre d'une arme à laser de puissance. Parmi les options possibles, on a retenu par exemple les lasers à gaz (fluorure d'hydrogène, fluorure de deutérium, iode d'oxygène), les lasers excimères, (fluorure de krypton, chlorure de xénon), les lasers à état solide (néodyme) et les lasers à électrons libres, dont on peut changer ou ajuster la fréquence.

De nombreuses technologies permettant à un rayon laser de haute puissance d'atteindre une cible à grande distance ont été également étu-

diées : grands miroirs légers et refroidis, systèmes de pointage et de poursuite de grande précision, et techniques permettant la propagation efficace d'un rayon laser dans une atmosphère turbulente. Dans ce dernier domaine, deux technologies très efficaces, mais différentes l'une de l'autre, sont apparues : l'optique adaptative et l'optique non-linéaire.

Mais aujourd'hui, la BMDO n'a plus de programme laser digne de ce nom. Il ne reste plus sous son contrôle qu'un petit programme d'étude sur une technologie de laser spatial et, bien que des développements importants aient été réalisés par Martin Marietta, TRW et Lockheed, ce programme risque d'être éliminé dans le budget 1994. Ceci ne signifie pas toutefois que les Etats-Unis n'aient pas de programme d'arme laser sérieux. Depuis 1992, lorsque toutes les activités de développement d'une arme laser ont été transférées de la BMDO au laboratoire Phillips de l'USAF à Albuquerque, dans le Nouveau Mexique, l'USAF s'est lancée dans le développement du laser qu'elle avait toujours désiré. Ni un laser spatial ni un laser basé à terre, mais un laser aéroporté (ABL).

La principale mission d'un ABL est de « tuer » les missiles balistiques, mais on peut en envisager de nombreuses autres. Parmi celles-ci, on

trouve la défense aérienne, la défense contre les missiles de croisières, et la surveillance du champ de bataille. Cette dernière mission tire parti de l'optique de très haute qualité inhérente à un laser de haute puissance. Les missions anti-satellites conviennent également bien à un ABL.

Il est peu probable que l'ABL ait une quelconque utilité contre des cibles terrestres. Pour les longueurs d'onde considérées (1 à 4 microns), la puissance laser transmise à travers 50 km d'atmosphère sera au maximum de 40% de la puissance nominale.

L'USAF estime pouvoir faire voler un démonstrateur de l'ABL en 2001. En se basant sur les activités de R&D de ces dix dernières années, l'USAF estime que tous les problèmes technologiques ont été résolus en principe. Néanmoins, le contrôle du rayon laser sur une plate-forme aérienne et la propagation de ce rayon dans l'atmosphère restent encore à démontrer.

Pourquoi un laser aéroporté ?

Il n'y a sans doute jamais eu un consensus si fort au sein du ministère de la Défense américain, au cours des 20 dernières années, pour soutenir des systèmes capables d'intercepter les missiles balistiques dans leur phase de propulsion, lorsqu'ils s'élèvent dans l'atmosphère ou au moment où ils sortent de ses régions supérieures. Ce consensus résulte de deux faits. Au cours des deux prochaines décennies, au moins vingt nouvelles nations entreront en possession de missiles balistiques de théâtre. Ces missiles peuvent facilement être dotés de têtes multiples pour saturer des systèmes de défense terminale comme le Patriot. Un système d'interception dans la phase de propulsion, capable d'intercepter les missiles avant qu'ils ne lancent leurs têtes séparées, est la seule solution claire à cette menace future.

La première expérience de combat des militaires se défendant contre les missiles balistiques a dissipé tous les

doutes qui restaient sur ce point. Même si les Scuds lancés par l'Irak pendant la guerre du Golfe étaient de simples missiles unitaires (ils n'avaient pas de têtes multiples), le système Patriot a eu du mal à se défendre contre eux. Si chaque Scud avait lancé 10 à 20 têtes, le Patriot aurait été sans aucune utilité.

Les missiles unitaires peuvent être convertis en missiles à têtes multiples de façon relativement simple, en remplaçant la grande munition unitaire logée dans leur cône supérieur par de nombreuses munitions déployables, plus petites. Ces sous-munitions peuvent être très simples : sphères de métal remplies d'armes explosives, chimiques ou biologiques. Les sous-munitions arriveraient alors de façon balistique à leur destination et présenteraient alors un grand nombre de cibles simultanées au système de défense. Le Patriot n'a pas toujours réussi à intercepter trois ou quatre missiles Scuds qui arrivaient simultanément. Imaginez donc combien il serait inefficace face à 50 ou 100 têtes arrivant simultanément. (Consciente de cela, l'Armée de Terre américaine a récemment proposé un système de défense terminale à laser terrestre, appelé Guardian. Elle en espère une puissance de feu supérieure d'un ordre de grandeur).

Toutefois, deux conditions doivent être remplies avant que le missile d'attaque ne puisse lancer ses sous-munitions. Il doit d'une part avoir terminé sa phase de propulsion et d'autre part atteint une altitude suffisamment élevée, en dehors de l'atmosphère, pour que la traînée n'altère pas trop le ciblage des têtes. Avant que ces deux conditions ne soient remplies, le missile, et toutes ses têtes avec lui, est extrêmement vulnérable.

Depuis les derniers jours de l'opération « Tempête du désert », la BMDO et l'ensemble de l'armée américaine ont étudié, tant en commun qu'individuellement, l'interception en phase de propulsion de missiles de théâtre (missiles à courte et moyenne portée). Ces études vont amener le BMDO à recommander le développement de deux systèmes : l'ABL et Pe-

regrine, un intercepteur à détection de chaleur, hypersonique (Mach 15), lancé par un avion. C'est le prochain débat budgétaire qui déterminera en fin de compte ce qui sera fait exactement.

Bien que la principale utilité d'un système d'interception en phase de propulsion tel que l'ABL soit sa capacité d'intercepter les missiles balistiques avant qu'ils ne déploient leurs têtes multiples, il a d'autres avantages. Lorsqu'un système de défense terminal tel que le Patriot réussit une interception, les débris qui restent peuvent contenir des agents chimiques ou biologiques, ou des explosifs. Ces débris peuvent tomber sur la zone défendue et causer des pertes et des dommages. Avec une interception en phase de propulsion, les débris tombent près du point de lancement et donc sur le territoire de l'ennemi. Devant cette possibilité, celui-ci pourrait donc être dissuadé de lancer des missiles contenant des têtes chimiques ou biologiques, étant donné que cela représenterait un risque énorme pour sa population ou pour ses troupes.

Un autre avantage significatif est l'extension considérable de la zone pouvant être défendue contre une attaque de missiles balistiques. Le Patriot peut défendre une zone de 50 km de diamètre au maximum. Un système à interception en phase de propulsion défend lui n'importe quel endroit qu'un missile est capable d'atteindre. Pour les Scuds, qui peuvent atteindre 600 km de portée, la zone défendue est un cercle de 1200 km de diamètre, centré sur le point de lancement du Scud.

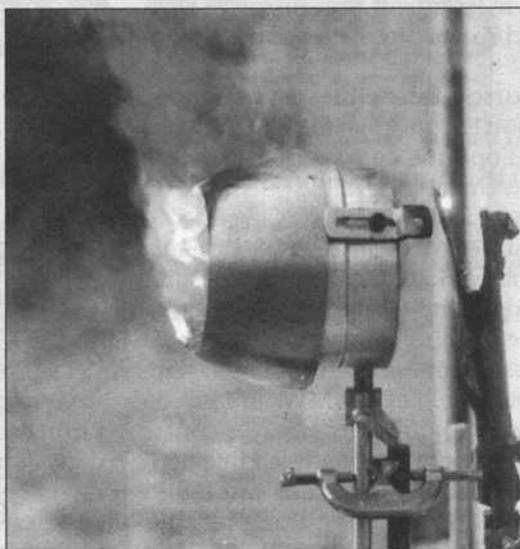
Le concept de base de l'ABL

La nécessité de l'ABL est claire. Le concept de base consiste en un gros avion, tel que le Boeing 747 ou le C-141, transportant un laser chimique à iodure d'oxygène d'une puissance de 4,5 mégawatts. Il « rôde » au-dessus des nuages et effectue des huit à environ 40.000 pieds. Une caméra infrarouge, optiquement couplée au

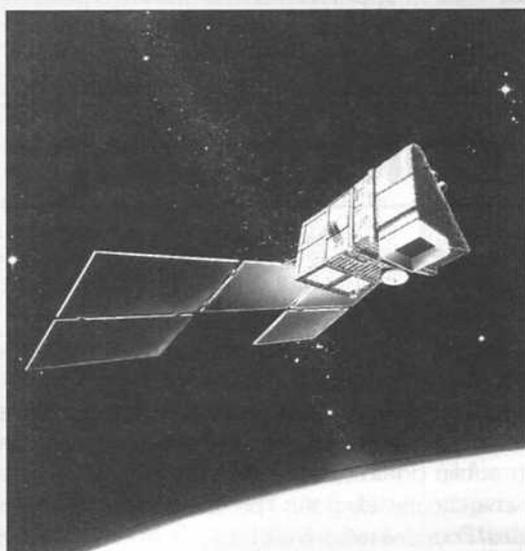
Et la France ?

La France avait, sous l'impulsion du général de Gaulle, choisi de se doter des « armes les plus modernes de l'époque ». Quelle voie choisit-elle aujourd'hui dans cette révolution stratégique ? Force est de constater que c'est celle de l'immobilisme. D'abord parce que François Mitterrand, après avoir condamné la force de frappe dans les années 60, en est devenu l'un des partisans les plus acharnés, aujourd'hui qu'elle est sur le chemin de l'obsolescence. François Mitterrand est, depuis le début, un adversaire résolu de l'IDS, aussi bien à cause de la révolution technologique que du bouleversement stratégique qu'elle implique. On n'aime pas bien que ça bouge dans les petits villages français... Dans une interview au Monde du 9 février, Mitterrand signalait d'ailleurs que l'IDS avait été l'un des points de blocage de la cohabitation en 1986 : « Au sommet de leur programme, il y avait la participation à la Guerre des Etoiles. J'étais fondamentalement contre cette idée. »

Curieusement, à la mi-décembre de l'année dernière, le débat semblait être relancé. Pierre Bérégoz s'était lancé dans une tirade inexplicable et impromptue contre l'IDS à l'Assemblée Nationale. Au même moment, le magazine Aviation Week and Space Technology rapportait que Pierre Joxe, alors ministre de la Défense, avait « interdit toute discussion par ses collaborateurs ou par l'industrie de la défense » d'un développement de technologies anti-missiles balistiques tactiques (ATBM). Puis, en avril, certains constataient avec surprise que Mitterrand avait donné son accord à la nomination de François Léotard comme ministre de la Défense du gouvernement Balladur, sachant pourtant que Léotard était connu pour être favorable à l'IDS. La force de l'engagement de Léotard pour ses idées personnelles peut néanmoins être mise en doute lorsque l'on voit son virage à 180° sur la Bosnie depuis qu'il est entré au ministère. Au-delà de ces questions byzantines, disons qu'il se passe certainement quelque chose en France. Dans le domaine couvert par la proposition Trust, par exemple, de grandes entreprises françaises travaillent et entreprennent aussi des collaborations avec les Russes, collaborations couvertes par le Secrétariat de la Défense Nationale. Le projet LATEX (Laser associé à une tourelle expérimentale), après avoir reçu une certaine publicité lors de ses premiers essais, continue dans le plus grand secret dans les Landes. Enfin, ELSA, le nouveau laser à électrons libres réalisé par l'équipe de Serge Joly au Centre d'études de Bruyères-le-Châtel (CEA-DAM), vient d'émettre ses premiers faisceaux de lumière laser. Pour l'instant, sa puissance se limite à une centaine de millijoules, mais les chercheurs espèrent parvenir à plusieurs joules en sortie de laser, ce qui placerait Elsa au tout premier rang européen. Là encore, il s'agit d'un outil de recherche extraordinaire de par le caractère accordable de son rayonnement (de 9 à 25 microns de longueur d'onde). La moitié de son temps d'utilisation sera consacré à la recherche appliquée : séparation isotopique de l'uranium, électronique, biologie, etc.



Essai de Latex sur une cible fixe ou lentement mouvante. Le laser de 20 kW s'est révélé capable de détruire en moins d'une seconde le cône de rentrée d'un missile.



Le satellite de surveillance militaire Hélios, réalisé par Matra/Marconi Space : un timide premier pas vers une défense spatiale européenne ?

Dans le domaine des systèmes de détection et de pointage, la France acquiert également des capacités qui peuvent être utiles pour l'IDS. Le problème est que tout ceci se fait essentiellement en secret, sans affirmation claire d'une doctrine, sans volonté de collaboration avec les partenaires européens. Il est bien sûr normal de travailler en secret sur des technologies aussi sensibles, pour protéger ses résultats de recherche et la sécurité du pays. Mais quel sens cela a-t-il de nier l'existence d'une technologie sous prétexte de secret militaire lorsqu'il est apparu, en première page des Izvestia, que les Russes y travaillaient ? Les « armes les plus modernes de l'époque » sont aujourd'hui les technologies à énergie dirigée de l'IDS. Les véritables fidèles à l'esprit — et non à la lettre — de la doctrine gaullienne de défense ne s'y trompent pas.

laser, recherche au sommet des nuages le panache brillant d'un missile en ascension. La caméra de surveillance peut balayer 360° autour de l'avion ; le laser peut tirer jusqu'à 140° à gauche ou à droite du nez de l'avion.

Lorsqu'une cible est détectée, l'avion se place au mieux pendant que l'optique du laser pointe vers la cible. Un laser de faible puissance (le « phare ») est dirigé vers le cône du missile et l'on utilise la réflexion instantanée de ce rayon pour mesurer rapidement la turbulence atmosphérique. Le miroir segmenté déformable s'ajuste alors pour compenser cette turbulence. Les 4,5 MW du laser de puissance sont alors envoyés contre ce miroir et illuminent la cible pendant quelques secondes jusqu'à sa destruction. L'ABL est alors prêt pour un nouveau tir.

A l'heure actuelle, le laser préféré de l'USAF est le laser à iodure d'oxygène, dont la première démonstration date de 1978. Sa longueur d'onde est de 1,315 microns, ce qui en fait le laser de haute énergie à la longueur d'onde la plus courte. L'effet laser est obtenu en injectant de la vapeur d'iode chauffée électriquement dans un flux chaud de molécules d'oxygène produites par une réaction chimique entre du chlore, du peroxyde d'hydrogène et un hydroxyde alcalin (lithium, sodium ou potassium). Ces produits sont stockés dans des réservoirs spéciaux de l'avion. Aux laboratoires Phillips d'Albuquerque, on a déjà construit un laser oxygène-iode de 25 kilowatts. On pense pouvoir construire un laser de 4,5 MW à partir du même dispositif.

Les lasers alternatifs, tels que le laser à électrons libres ou le laser à état solide, pourraient être plus intéressants à l'avenir. En effet, ces deux lasers pourraient être alimentés par des générateurs électriques entraînés par les moteurs de l'avion porteur, ce qui permettrait de se passer de réservoirs chimiques spéciaux et allègerait l'ensemble. Le but ultime reste le laser à électrons libres, parce que sa longueur d'onde « ajustable » peut être réglée à la valeur la mieux appropriée à une situation donnée.

Il faudrait environ cinq années de

développement pour amener ces deux lasers au même niveau de maturité que le laser oxygène-iode. Malheureusement, l'administration Clinton ne semble pas vouloir financer un programme très étendu, ce qui repousse le développement de ces autres types de lasers de haute puissance dans un avenir lointain.

La propagation : la question critique

Le problème le plus critique encore à résoudre dans le domaine de l'ABL est sans doute la propagation dans l'atmosphère. Pour déposer un rayon laser de haute énergie sur une cible en passant par l'atmosphère perturbée, il faut qu'un « phare » cohérent soit émis à partir de la cible et reçu par l'ABL. On peut ainsi apporter les corrections nécessaires au laser de puissance pour tenir compte des turbulences atmosphériques. Evidemment, la cible ne portera pas de phare qui aiderait à sa propre destruction. C'est donc la plate-forme ABL qui doit fournir la source du « phare ».

Le concept actuel considère donc la nécessité d'avoir deux lasers embarqués : un laser « phare » de basse puissance et un laser « tueur » de haute puissance. Le laser phare recherche le nez en cône de la cible (ou

encore un autre point de la cible bien défini).

Cependant, si ce phare peut théoriquement apporter à l'ABL des informations sur la distorsion de l'atmosphère, la distance et le temps correspondant à cette distorsion ne peut jamais coïncider avec la distance et l'instant de tir du laser tueur. Le chemin parcouru par le phare réfléchi sur la cible précédera toujours le chemin du laser tueur d'environ un millièmètre de seconde. Le concept de compensation ne pourra donc fonctionner que si les distorsions atmosphériques restent relativement constantes dans l'espace et le temps entre le chemin suivi par le phare et celui du rayon tueur. Le programme ABL conduit actuellement une série de tests en vol pour vérifier si le système de compensation atmosphérique décrit ci-dessus fonctionne. Les tests en vol vont également déterminer la puissance nécessaire pour le laser phare. Etant donné que le nez du missile ne renvoie vers l'ABL qu'une très petite partie de la puissance incidente du laser phare, il faut que celle-ci soit suffisante pour produire une réflexion détectable et mesurable. Par ailleurs, moins l'on a besoin de puissance sur le phare et plus l'on a de réserve de puissance pour détruire les missiles. Le programme de tests devra donc apporter des informations pour trouver une puissance de compromis. ■

Appel à contributions

Parce qu'ils touchent à des sujets « délicats » ou qu'ils remettent en question des notions bien établies, certains chercheurs ont du mal à publier dans les revues « classiques » telles que *Nature*, *Science* ou *La Recherche*.

Fusion a décidé de généraliser la publication d'articles venant de l'extérieur de sa rédaction. L'exemple caractéristique de ce processus est celui de Grote Reber, scientifique de renommée mondiale, fondateur de la radioastronomie, et qui n'a pourtant pas réussi à faire publier un article critiquant le Big Bang dans les revues « classiques ». **Fusion** l'a publié dans son numéro 31.

Nous vous appelons donc, chercheurs, étudiants, professionnels, à ne pas hésiter à nous proposer vos articles. Pour des raisons de pagination — limitée par des questions financières — et de périodicité de parution, nous ne pourrions leur assurer qu'une place restreinte. Envoyez-nous donc des articles n'excédant pas deux à quatre pages de **Fusion**.

Adressez vos articles à **Fusion**, Emmanuel Grenier, 19 rue Nolle, 75017 Paris