

STRATÉGIE AÉRIENNE : EMPLOI D'UNE ARME « PROPRE » DE DESTRUCTION MASSIVE.

La civilisation technicienne, à laquelle nous appartenons, a toujours fait preuve d'une grande imagination concernant l'élaboration de nouveaux moyens de destruction toujours plus efficaces. Il semble qu'elle ait cette fois mis au point une arme qui devrait mettre en danger son existence dans un avenir probablement proche. Cette nouvelle arme est inconnue du grand public, souvent négligée par les industries de défense et rarement évoquée par les experts militaires. Pourtant, son existence est réelle et son pouvoir de nuisance colossal, au point de remettre en cause le dogme de la toute puissance de l'arme nucléaire et de la dissuasion associée sur laquelle reposent nos espoirs de paix. Cette arme, enfant chéri du vecteur aérien, porte un nom en accord avec la modernité de la société à laquelle elle s'attaque. Cette arme, c'est la e-bombe.

La e-bombe.

La e-bombe (« electronic bomb ») est une arme conventionnelle générant une impulsion électromagnétique (IEM) de forte puissance.

L'impulsion électromagnétique est un phénomène qui a été mis en évidence au cours des essais atmosphériques d'armements nucléaires. L'IEM nucléaire est provoquée par l'action des rayonnements gamma libérés lors de l'explosion qui ionisent les molécules de l'air. Il s'ensuit une « onde de choc » électromagnétique qui se propage sur de grandes distances en suivant la courbure de l'ionosphère. Un courant électrique et un champ magnétique intenses sont ressentis au niveau du sol durant quelques microsecondes, libérant une puissance de plusieurs gigawatts sur un spectre de fréquence large, allant des basses fréquences à 100 MHz. Des courants induits énormes sont générés au niveau des antennes, des câbles électriques et de tous les objets métalliques, détruisant tous les appareillages électriques et électroniques non protégés. Une explosion de 100 kT à 110 km d'altitude peut générer une IEM destructrice sur une surface équivalente à la moitié des États-Unis. On peut imaginer les

effets d'une explosion mégatonnique à deux fois cette hauteur.

Les effets de l'IEM nucléaire ont fait l'objet d'études afin d'envisager des dispositifs de protection pour nos installations et nos équipements militaires. Mais d'une part ces dispositifs sont très contraignants, d'autre part l'IEM n'est que la résultante d'une explosion nucléaire, explosion dont nous pouvons légitimement craindre davantage les autres effets, et finalement le spectre de la guerre nucléaire a eu plutôt tendance à s'éloigner de nos esprits accaparés par la gestion des crises régionales de basse intensité. Tout ceci a concouru à laisser l'IEM passer au second plan de nos préoccupations. Notre course à la sophistication nous a orientés vers des équipements reposant toujours plus sur l'électronique et l'informatique.

Nos choix stratégiques pourraient être remis en question avec l'arrivée « sur le marché » d'armements dont l'objet principal est de générer une IEM de façon conventionnelle, c'est à dire avec des explosifs classiques.

Il ne s'agit ni d'un fantasme, ni d'une affabulation, mais d'une technologie d'ores et déjà opérationnelle, en service dans les forces armées américaines et russes, et peut-être aussi dans d'autres pays ou organisations. On indique d'ailleurs au ministère de la défense russe que les Américains auraient expérimenté sur le théâtre du Kosovo, en complément de leurs bombes au graphite, des e-bombes afin d'en évaluer l'efficacité.

Examinons les principes de fonctionnement d'une telle arme.

Une e-bombe est un armement regroupant un dispositif électromagnétique spécifique, un convertisseur d'énergie électrique, un dispositif de stockage d'énergie électrique pour maintenir la charge électromagnétique présente jusqu'à l'explosion et un explosif rapide pour déclencher l'ensemble.

Plusieurs technologies permettent d'obtenir une IEM conventionnelle, mais deux d'entre elles sont mûres et adaptées à la

réalisation d'armements opérationnels. Il s'agit d'une part du générateur à compression de flux (Flux Compression Generator ou FCG) et d'autre part de l'oscillateur à cathode virtuelle (Virtual Cathode-Ray Oscillator ou vircator).

Le générateur à compression de flux.

L'idée de départ du FCG est d'utiliser un explosif rapide pour comprimer un champ magnétique, transférant à celui-ci l'essentiel de la puissance de l'explosion. Le champ magnétique initial est produit par une source électrique extérieure initialisant le processus. Le générateur possède une structure et une géométrie particulières : un cylindre de cuivre rempli d'explosif, entouré d'un stator filaire et recouvert d'une protection isolante. Cette structure va se déformer de manière spécifique au cours de l'explosion. La compression du flux magnétique ainsi obtenue génère un courant de rampe qui produit un pic de puissance juste avant la destruction totale de l'arme. Ce phénomène dure moins d'une microseconde, mais le pic de puissance généré est énorme. Pour donner un ordre de grandeur, le courant produit par un FCG est entre dix et mille fois plus puissant que celui produit par un éclair de foudre.

L'oscillateur à cathode virtuelle.

Le vircator produit une impulsion de forte puissance travaillant dans la bande de fréquence des micro-ondes (longueurs d'onde décimétriques à millimétriques). Pour ce faire, on accélère un puissant faisceau d'électrons contre une anode en feuille ou en filet. Beaucoup d'électrons vont passer au travers de l'anode, formant derrière celle-ci une bulle de particules chargées. Si cette bulle se trouve entourée d'une cavité appropriée, elle va osciller à une fréquence de micro-ondes et générer un pic de puissance très important, entre 150 kilowatts et 40 gigawatts en fonction de l'arme.

Les avantages du vircator sont que l'effet de l'arme est directionnel et que la fréquence des radiations peut-être déterminée lors de la conception de l'arme, afin de l'adapter au mieux à l'objectif visé en optimisant le phénomène de couplage.

Les principes de fonctionnement sont présentés ici de manière très évasive et ce à dessein, car si la conception théorique de

telles armes est une tâche ardue, la réalisation pratique n'est pas si difficile. Des personnes mal intentionnées pourraient fabriquer de telles armes, rudimentaires mais efficaces, avec des composants disponibles dans le commerce et pour un coût modique. De telles armes présenteraient de nombreux avantages pour les groupes terroristes. Ceux-ci pourraient paralyser des centres informatiques, pénétrer dans des enceintes protégées par des systèmes électroniques ou agir sur le trafic aérien civil par exemple. Il est donc bon de savoir que ces armes existent mais il convient de ne pas trop rentrer dans les détails de leur fabrication.

Mais quels sont les effets attendus lors de l'emploi d'une e-bombe ?

Nous poursuivrons notre étude en nous intéressant à l'action d'une e-bombe à vircator, technologie qui semble la plus prometteuse dans ce domaine.

Considérons la vulnérabilité de nos systèmes. Les transistors utilisés dans l'électronique courante supportent des tensions de 15 à 65 volts. Les circuits logiques à base de semi-conducteurs travaillent entre 7 et 15 volts. Les microprocesseurs des ordinateurs ne supportent guère des tensions supérieures à 10 volts, et la finesse de leur gravure nécessite des tensions de travail toujours plus faibles, couramment 3,3 volts.

Étant donné l'intensité du champ électrique produit par la e-bombe, des courants induits de plusieurs centaines de volts vont traverser ces équipements, soit causant leur destruction par survoltage ou par effet thermique, soit affectant leur fiabilité au point de nécessiter leur remplacement. Étant donné sa fréquence de travail, la e-bombe va toucher nos radars, nos équipements GE, nos équipements radio (HF, VHF, UHF), la télévision et bon nombre d'appareillages électroniques.

Sur le plan pratique, une e-bombe a une zone d'efficacité qui dépend de sa puissance, de l'altitude d'explosion et du niveau de protection des équipements. Les armes aéroportées actuelles semblent être prévues pour des rayons d'efficacité au sol de l'ordre de 300 mètres.

Quant à ceux qui penseraient être en présence d'une arme non-létale, il convient de préciser qu'étant donné les niveaux de puissance générés, tout être vivant surpris à

découvert dans la zone d'efficacité d'une e-bombe risque de subir exactement le même sort que le grain de maïs placé dans le micro-onde de la cuisine et qui se métamorphose alors en « pop-corn » !

Alors comment peut-on s'en protéger ?

Force est de constater que la tâche est difficile.

La protection classique envisagée contre une IEM repose sur le principe de la cage de Faraday : l'appareil à protéger est disposé à l'intérieur d'une enceinte métallique qui empêche le champ électromagnétique extérieur de pénétrer. Cependant, l'appareil considéré dépend presque toujours de l'extérieur pour fonctionner et communiquer. Le câble d'alimentation, l'antenne, ..., sont autant de défauts à sa cuirasse. De plus, la e-bombe, contrairement à l'IEM nucléaire, travaille dans les fréquences très élevées, donc dans les petites longueurs d'onde. Une faille d'un millimètre dans la protection blindée sera suffisante pour laisser passer l'impulsion dévastatrice. Les dispositifs électroniques de protection et de filtrage, conçus à l'origine pour contrer l'IEM nucléaire, ne sont en général pas suffisamment rapides pour réagir à la vitesse et à la puissance d'une HPM (High Power Microwave).

La solution peut venir de la généralisation des liaisons optiques, qui sont par nature immunisées contre l'IEM.

La protection contre l'HPM d'un nouvel équipement reste certes possible, mais sera certainement difficile et coûteuse. Il est en tout cas illusoire d'imaginer protéger de la sorte les équipements déjà existants, au regard des difficultés techniques et des coûts engendrés. L'avantage va actuellement à l'épée par rapport à la cuirasse.

Stratégie militaire d'emploi.

Il revient aux hommes politiques et aux philosophes le soin de tirer toutes les conclusions et les réflexions qu'amène l'existence d'une telle arme. Nous nous bornerons à envisager les modalités de son emploi à des fins militaires dans le cadre de nos modes d'action.

Tout d'abord, pourquoi associer l'arme « e-bombe » à l'action du vecteur aérien ? L'efficacité optimale de l'IEM est obtenue lors d'une explosion dirigée vers le sol, à une

altitude plus ou moins élevée, qui permet en fonction des conditions locales de définir précisément et uniformément la zone touchée. Partant de ce principe et considérant l'encombrement de l'arme, cette dernière peut être réalisée sous la forme d'un missile balistique, d'un missile de croisière ou d'un armement aéroporté. Le choix est dicté par les contraintes technologiques. Le fonctionnement de la e-bombe nécessite la présence initiale d'une grande énergie électrique interne d'amorçage. Ceci implique la présence d'une source d'énergie électrique embarquée de forte puissance. Le poids et l'encombrement de cette source limitent d'autant le volume utile de l'arme si celle-ci est intégrée à un missile. L'avantage de l'avion porteur est de pouvoir « alimenter » l'arme au cours du vol avant le tir, limitant d'autant l'importance des dispositifs d'amorçage et optimisant le rapport charge utile sur charge totale. La technologie actuelle permet ainsi de loger une e-bombe à viracator dans un corps de bombe de 900 kg type MK.84.

Le mode de tir présente une grande importance car l'avion tireur doit se trouver en dehors de la sphère d'efficacité de l'arme au moment de l'explosion s'il ne veut pas subir lui-même de sérieux dommages. Les modes de tir « stand off » avec des trajectoires balistiques et des bombes planantes guidées par inertie ou GPS donnent à l'avion tireur les quelques dizaines de secondes nécessaires à son éloignement de la zone létale.

Envisageons à présent une doctrine d'emploi pour la e-bombe.

Pour imaginer une stratégie aérienne incluant l'emploi de la e-bombe, il semble utile de reprendre la théorie énoncée par le Colonel John A. Warden, de l'US Air Force. Cette théorie souvent mise en avant n'est bien sûr pas inattaquable et présente des lacunes lorsqu'elle s'applique à des adversaires pouvant difficilement faire l'objet d'une analyse systémique (guérillas, nébuleuse Al-Qaida,...). Elle est en revanche particulièrement adaptée pour les conflits impliquant un ennemi structuré, technologiquement développé, doté d'une société civile organisée, c'est-à-dire une cible de prédilection pour la e-bombe.

Le modèle de Warden repose sur cinq cercles concentriques représentant les différents constituants d'un État. On trouve

par ordre décroissant d'importance les structures de commandement, les organes essentiels, le réseau d'infrastructure, la population et les forces armées. La théorie précise que des centres de gravité existent à l'intérieur de ces cercles et que leur atteinte permet de toucher directement le cœur du système, entraînant sa paralysie et sa défaite.

La e-bombe permet d'attaquer efficacement un grand nombre de constituants de ces cinq cercles.

Considérons le premier cercle, à savoir les structures gouvernementales et les moyens C3 civils et militaires. Les bureaucraties modernes fonctionnent grâce à des réseaux denses de micro-ordinateurs et de banques de données. Les ordres transmis le sont souvent sous forme numérique, via les média utilisant cette technologie (téléphone, télévision, liaisons de données,...). Les outils d'analyse et d'aide à la décision reposent également sur des outils informatiques. Une HPM détruira toute la structure de commandement d'un seul coup, et les câbles du réseau seront autant de vecteurs qui propageront l'impulsion mortelle à l'ensemble du système (sauf bien sûr s'il s'agit de liaisons en fibres optiques). La destruction des données mémorisées interdira tout retour à l'état initial, même après remplacement du matériel endommagé. Ainsi, l'utilisation d'une arme HPM contre les structures du premier cercle apporte une plus-value considérable.

De la même manière, les organes essentiels du deuxième cercle sont vulnérables face à la e-bombe. Les industries pétrolières, chimiques, manufacturières, les centrales à énergie, l'essentiel des moyens de production modernes reposent sur l'utilisation d'automates. Ces machines robotisées sont sensibles aux pics de tension destructeurs générés par une HPM. L'attaque des structures du deuxième cercle au début d'une campagne aérienne stratégique permet de stopper les activités de production de l'adversaire, le privant de toute capacité à durer.

Le réseau d'infrastructure du troisième cercle présente également quelques opportunités pour la e-bombe. En particulier, les réseaux de transport peuvent être facilement désorganisés, voire stoppés dans le cas du transport aérien très dépendant des infrastructures au sol. On peut également

supposer que les allumages électroniques des véhicules, les postes d'aiguillage automatiques, les instruments de bord des avions seront mis hors d'usage. Une attaque HPM sur le troisième cercle va paralyser l'adversaire.

La population constitue le quatrième cercle de Warden. Sans s'appesantir sur les effets biologiques directs d'une arme HPM, c'est surtout dans les effets indirects que réside l'intérêt d'une telle arme. En effet, c'est essentiellement la volonté de combattre de la population que l'on cherche à atteindre. Le roman *Ravages* de Barjavel illustre bien les conditions de vie d'une population technicienne soudain privée du confort de l'électricité, des moyens de communication, des moyens de transport, isolée des instances dirigeantes, etc. Si l'efficacité d'une e-bombe sur le moral des habitants de régions très rurales n'est pas assurée, on peut être assez confiant quant au résultat produit à Manhattan.

Le cinquième cercle est constitué des forces armées de notre adversaire. Là encore, la connaissance de nos propres faiblesses nous permet d'imaginer l'efficacité d'une e-bombe dans un cadre d'emploi anti-forces. Au-delà de nos réseaux C3I, de nos capteurs, de nos moyens de communication, c'est la survie même de nos systèmes d'armes qui peut être compromise.

Un « Spitfire » touché par une impulsion HPM ne devrait pas être particulièrement incommodé, un Mirage III ou un Mig 21 devrait pouvoir rentrer à sa base, mais un Mirage 2000 ou un F-16, les commandes de vol électriques foudroyées, devrait rapidement rejoindre le sol.

Au niveau français, certains manques capacitaires, tel l'absence de moyens SEAD (*Suppression of Enemy Air Defense*), trouveraient une solution adaptée dans la e-bombe. Cette munition permettrait de neutraliser sur une large zone les systèmes de défense antiaériens, en s'affranchissant du repérage précis des batteries adverses et des radars associés. De plus, en cas d'arrêt des conduites de tir afin d'éviter les missiles antiradar, l'efficacité de la e-bombe restera très bonne.

Concernant les forces maritimes, que dire d'une escadre à la mer touchée par une IEM telle que tous ses capteurs aériens et ses systèmes d'armes évolués deviennent inutilisables ? Il dépendra alors de la volonté de l'adversaire de les laisser rentrer au port

pour réparer ou de revenir achever un par un les bâtiments laissés sans défense à l'aide de munitions plus classiques.

Quant au combat terrestre, laissons à leurs réflexions les partisans de la numérisation du champ de bataille. Il paraît pour le moins imprudent de tout miser sur la coordination et l'efficacité de la manœuvre basées sur les liaisons de données tactiques, l'utilisation de drones et la supériorité technologique. Il convient de ne pas abandonner toute capacité de combat autonome en atmosphère dégradée.

L'étude précédente, menée selon le canevas établi par Warden, décline les nouvelles possibilités apportées à l'aviation de combat par la e-bombe.

Cette arme est tout d'abord un formidable multiplicateur de force qui permet d'atteindre l'ennemi dans ce qu'il a de plus efficace, le ramenant rapidement à des modes d'action d'un autre siècle. Son aspect conventionnel, son coût modéré, ses dommages collatéraux restreints en terme de pertes humaines, facilitent la prise de décision concernant son emploi. Elle bénéficie bien sûr des qualités propres à l'arme aérienne qui la met en œuvre : souplesse d'emploi, mobilité, rapidité d'action, frappe dans la profondeur, réactivité, flexibilité, adaptabilité, précision.

Plus encore, la variété des objectifs qui peuvent être traités et le degré ajustable des conséquences engendrées permet d'envisager l'utilisation de la e-bombe dans le cadre d'une stratégie de « riposte graduée ». Une frappe IEM initiale paralysante aux effets limités et réversibles permet de stabiliser une situation, d'affirmer une volonté politique,

d'accorder du temps à la diplomatie et de donner un avertissement crédible. L'importance des objectifs traités et le rythme auquel les frappes sont réalisées permet de moduler le signal politique délivré, depuis le simple coup de semonce localisé jusqu'à la frappe stratégique globale et simultanée.

Le même principe peut être appliqué en réaction à l'attitude d'un état qui adopterait une stratégie indirecte avérée de soutien à des groupes terroristes ou à des guérillas transnationales. L'arme HPM permet de délivrer une sanction proportionnée à la basse intensité de l'agression, ménageant les opinions internationales mais contraignant les régimes impliqués à revoir leur politique, eu égard aux pertes encourues.

Une aviation de combat équipée d'armes HPM constitue une force de dissuasion conventionnelle très crédible face à une nation industrialisée.

En conclusion, il faut retenir que la e-bombe est une arme de destruction électrique massive. Sa relative simplicité et sa létalité sur la technologie adverse en font une arme « à haute valeur ajoutée ». Elle permet d'agir sur des zones étendues en modulant les effets et en minimisant les pertes humaines. Elle renforce de ce fait l'utilité de l'arme aérienne en tant qu'instrument politique.

Considérant les nouvelles possibilités offertes par cette arme, il paraît nécessaire de s'impliquer dans son développement et de prévoir son acquisition à court terme. Peut-être sera-t-elle l'arme qui permettra d'emporter la décision dans un conflit futur ? En tout cas, elle en a la potentialité !