



118 Div

Research Paper Obligatoire

**The evolution of Air/Ground weapons during the last decade and the influence on air operations.
Way ahead on possible impact?**

Concrètement, il est demandé que ce papier :

- situe les principales caractéristiques de ces armements et leur intégration dans un appareil militaire générique ;
- analyse les limitations opérationnelles actuelles de ces armements, ainsi que les remèdes qui pourraient y être portés pendant la période 2020 – 2030 ;
- tire les renseignements des dernières campagnes dans le domaine des opérations 'Joint' liées au processus de planification des opérations aériennes ;
- détermine l'impact de ces caractéristiques et de ces renseignements sur les doctrines de mise en œuvre de l'arme aérienne ;
- en tire des conclusions personnelles quant aux adaptations éventuelles à apporter à l'organisation du Département de la Défense.

Patrick VAN HOESERLANDE, Ir
Major d'Aviation

Table des matières

Introduction	1
Chapitre I : Les opérations aériennes et les armements.....	2
Introduction	2
Section 1 : L'armement air-sol.....	2
Section 2 : Les opérations aériennes	3
Conclusion partielle	4
Chapitre II : Les nouvelles technologies	5
Introduction	5
Section 1 : Les évolutions dans le domaine de l'armement	5
1. L'utilisation croissante de bombes de précision.....	5
2. Les bombes modulaires	6
3. Vers le tout-temps ('Day-Night / All Weather').....	6
4. L'importance de la distance entre le point de largage et l'objectif ('Stand-Off')	6
Section 2 : Les évolutions dans le domaine des recherches technologiques.....	7
1. Les composants électroniques et les logiciels améliorés	7
2. La puissance des explosifs.....	8
3. La miniaturisation des systèmes	8
4. Les armes 'exotiques'	8
Section 3 : Les caractéristiques futures de l'armement air-sol	9
1. Poids et mesures réduits	9
2. Une capacité 'Stand-Off'	9
3. Une modularité poussée.....	10
4. Des capteurs intelligents.....	10
5. 'Non or Less Lethal capability'	11
Section 4 : Les dangers et les limitations des nouvelles technologies	11
1. L'attraction des opérations offensives	11
2. Le 'sex-appeal' des armes non létales	12
3. La confiance absolue dans les solutions techniques	12
4. Le paradoxe des dommages collatéraux	12
5. La difficulté de l'entraînement	12
6. Le problème du 'Battle Damage Assessment' (BDA).....	12
Conclusion partielle	13

Chapitre III : L’impact sur les doctrines	14
Introduction	14
Section 1 : Une décennie de guerres	14
1. La première guerre du Golfe (1990–1991).....	14
2. L’opération humanitaire en Somalie (1992-1995)	15
3. La crise de Kosovo (1997).....	15
4. L’intervention en Afghanistan (2002)	15
5. La deuxième guerre du Golfe (2003)	16
Section 2 : Le ‘Joint Battlespace’ et son CONOPS futur.....	17
1. Phase 1 : Acquérir la supériorité aérienne	17
2. Phase 2 : Neutraliser l’ennemi et conquérir le terrain	17
3. Phase 3 : Stabiliser la région.....	18
Section 3 : La ‘full spectrum warfare’	18
Conclusion partielle	18
Chapitre IV : La Défense belge	19
Introduction	19
Section 1 : La situation actuelle et les investissements prévus	19
Section 2 : Les recommandations.....	20
Conclusion partielle	21
Conclusion finale	22

Liste des figures

Figure 1 : La bombe guidée générique.....	3
Figure 2 : Précision des bombes non guidées après un largage de moyenne altitude (90 % Pk)	5
Figure 3 : L’inventaire actuel des armes air-sol.....	19
Figure 4 : Les modifications M2 jusqu’à M5.....	19
Figure 5 : Les possibilités des modifications M.....	20

Liste des annexes

- Annexe A : Bibliographie
- Annexe B : Abréviations

Introduction

*‘So the theorist is right at the opening moment of the war, and wrong ever after’
USAF Gen Chuck Horner*

L’introduction de nouvelles technologies dans l’arsenal militaire a eu notamment pour résultat l’apparition d’armement de meilleure précision, et ce au profit de toutes les composantes. En particulier, l’avènement de nouvelles armes air-sol, avec leur précision accrue, a provoqué de nombreux mouvements d’adaptation, tant de structures que du mode de fonctionnement des différentes composantes. Ces adaptations sont encore loin d’être définitives, non seulement en raison de la complexité du problème, mais aussi et surtout en raison de l’évolution continue des capacités des nouvelles armes.

Ce papier ne traite que l’armement air-sol conventionnel. Cela signifie que les évolutions des armes nucléaires, biologiques et chimiques ne sont pas considérées, malgré le progrès dans ces domaines¹. Ainsi nous n’allons pas discuter les changements futurs de l’élément spatial. Une dernière limitation est que seul l’armement fait l’objet de ce papier. Donc le système d’arme complet ne sera pas traité.

Afin de mieux comprendre les évolutions des armes actuelles et futures, nous examinons la composition d’une bombe générique et ses principaux éléments dans **le premier chapitre**. Ensuite nous étudions les missions aériennes comme le ‘Close Air Support’ (CAS), l’‘Air Interdiction’ (AI), ... dans lesquelles les armes air-sol sont utilisées. Une connaissance de ces missions, comme elles sont définies de nos jours, est nécessaire pour que l’impact de l’évolution technologique soit bien apprécié.

Sans prendre position dans la discussion si la technologie précède la doctrine ou si elle est stimulée par cette dernière, nous nous concentrons dans **le deuxième chapitre** sur l’évolution technologique même. D’abord nous essayons de découvrir les tendances dans l’évolution de l’armement air-sol. Dans la section suivante nous étudions les évolutions technologiques. Cette vague de nouvelles techniques influence l’armement et les moyens militaires. Certaines inventions, leurs applications prometteuses et les influences sur les doctrines font que quelques auteurs parlent d’une révolution dans les affaires militaires (RMA : ‘Revolution in Military Affairs’). Malgré les possibilités énormes, l’application n’est pas illimitée. A la fin de ce chapitre nous étudions ces limitations et leurs conséquences.

Dans **un troisième chapitre**, nous définissons l’impact de la technologie émergente sur la doctrine aérienne et ‘Joint’. L’armement futur rend possible l’application de certaines théories comme la guerre parallèle, le ‘coercing’, ... Nous déterminons l’impact de ces applications et de ces renseignements sur les doctrines de mise en œuvre de l’arme aérienne moderne.

Dans **le dernier chapitre**, nous analysons la politique belge vis-à-vis des technologies futures et nous formulons des recommandations.

L’évolution des armes air-sol dans la dernière décennie et sa projection vers les années 2020-2030 provoquera de vives discussions. Des éléments qui malheureusement ne sauront être traités dans une étude aussi succincte. Pour que nous soyons capables de rendre l’arme aérienne toujours plus performante dans les différents scénarios dans lesquels elle sera appelée à fonctionner, nous devons mener ce débat au niveau national, voire mondial. Ce papier veut présenter un début des pistes de réflexion.

¹ MATTHEWS W., “Former USAF Chief: Small Nukes Would Deter”, DefenseNews, 9 juin 2003, p. 28

Chapitre I : Les opérations aériennes et les armements

*“US military technology is beyond belief.”
An Iraqi Republican Guard Colonel²*

Introduction

Avant de pouvoir comprendre l'impact des nouvelles technologies, nous devons bien comprendre la technicité des armes air-sol et les opérations aériennes dans lesquelles ces armes sont employées. Ce premier chapitre donne un aperçu de quelques éléments de base concernant l'armement et les opérations offensives. Il est le fondement de la compréhension des chapitres suivants³.

Section 1 : L'armement air-sol

Le but d'une arme air-sol conventionnelle est de transporter de l'énergie vers un objectif afin d'obtenir l'effet voulu. Cette énergie peut être sous forme cinétique, chimique ou directe.

- L'énergie cinétique : une masse à haute vitesse s'écrase contre un objectif et peut créer une impulsion de telle amplitude que la construction ciblée ne résiste plus et s'effondre. Le canon est un exemple connu de ce type d'arme. Bien que cette méthode soit la plus ancienne, elle continue à inspirer le développement de nouveaux types d'armes comme le missile hypersonique antichar⁴ ;
- L'énergie chimique : un vecteur porte une quantité d'explosifs vers l'objectif et un détonateur l'allume au moment choisi. C'est le principe d'une bombe à effet de souffle ;
- L'énergie directe (DE : 'Direct Energie') : un exemple existant de ce principe est l'avion EA-6B Prowler qui brouille les radars avec de l'énergie électromagnétique.

Les bombes classiques sont les armements air-sol les plus utilisés dans les opérations aériennes. En général, elles sont composées d'un noyau explosif, d'une enveloppe profilée, d'un ou plusieurs détonateurs et d'un jeu d'ailerons stabilisateurs à l'arrière. Après leur largage, elles suivent une trajectoire balistique. Il est néanmoins possible de les larguer avec beaucoup plus de précision que dans le passé, grâce au perfectionnement des techniques de navigation, des modèles de calcul et des ordinateurs. Les bombes actuellement en stock sont en majorité d'un type qui existait déjà dans les années '50. Ces bombes ont toutefois été rendues plus précises grâce aux kits qui les transforment en 'Precision Guided Munition' (PGM). L'arme de précision générique comprend, voir Figure 1 :

- un système de guidage installé dans son ogive ;
- un système de conduite dont l'empennage doté de gouvernes orientables est le plus visible ;
- un dispositif aérodynamique qui prolonge le temps de vol et/ou la trajectoire ;
- un moteur ;
- une charge utile, éventuellement avec son détonateur. Cette charge peut être une bombe classique mais aussi une bombe à grappes, ...

En ce qui concerne les systèmes de guidage, il existe quatre types :

² McCARTHY T., "What Ever Happened to the Republican Guard?", 12 mai 2003, <http://www.Time.com>, 03 novembre 2003

³ Le *Cours opérations Aériennes*, Ecole Royale Militaire, Bruxelles, 2003 peut servir comme référence dans cette matière.

⁴ PEREZ-LLORCA J., *Les technologies naissantes et la défense*, Assemblée de l'Atlantique Nord, Bruxelles, 1991, 141 p., p. 76

- le guidage laser : ce guidage exige que la cible soit illuminée par un désignateur laser. La bombe est dirigée vers la réflexion d'un rayon laser sur l'objectif (ex. la GBU 12 Paveway II) ;
- le guidage électrooptique (EO) : soit la bombe transmet une image visuelle ou IR à l'avion lanceur et l'opérateur la dirige vers la cible (ex. l'AGM-130), soit la bombe se dirige automatiquement vers la cible grâce aux contrastes dans cette image (ex. l'AGM-65 G Maverick) ;
- le guidage GPS et/ou INS : la bombe est guidée vers un point fixe moyennant un système GPS et/ou INS, les 'Inertially Aided Munitions' (IAM) (ex. la JDAM : 'Joint Direct Attack Munition'). Sa précision⁵ n'est pas tout à fait comparable à celle d'autres bombes guidées, qui utilisent l'énergie réfléchie par l'objectif et qui deviennent donc plus précises avec le rapprochement de l'objectif. Désormais, ce système permet une amélioration importante par rapport aux armes non guidées et cela indépendamment des caractéristiques de l'objectif et des circonstances environnementales ;
- le guidage radar : ce guidage peut se faire de manière passive si on utilise les radiations émises par la cible même, donc les radars (ex. l'AGM-88 HARM : 'High speed Anti-Radiation Missile'); ou de manière active si l'objectif est illuminé par un radar emporté à bord de l'arme (ex. l'AGM-84 Harpoon 'Anti Ship Missile').

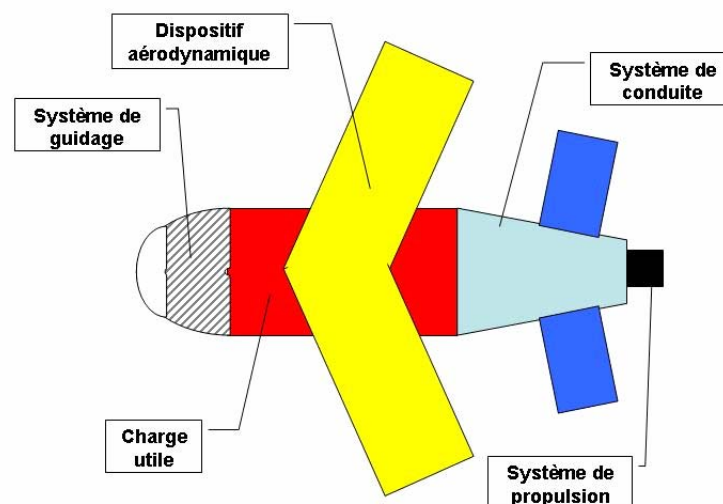


Figure 1 : La bombe guidée générique

Si les évolutions technologiques qui sont reprises dans le chapitre suivant, se situent au niveau de ces éléments, l'application de celles-ci a un impact sur le déroulement des opérations, qui font l'objet de la section suivante.

Section 2 : Les opérations aériennes

Une première distinction dans le domaine des opérations aériennes se situe au niveau auquel on veut obtenir un effet. Les opérations stratégiques sont destinées à provoquer la destruction et la désintégration du potentiel de guerre de l'ennemi. Ce type de missions cible les centres de gravité de l'adversaire et les objectifs vitaux ou essentiels. L'utilisation de la puissance aérienne en coordination avec les forces terrestres ou maritimes se fait par les opérations tactiques. Bien qu'il existe des moyens stratégiques et tactiques et que l'arme nucléaire ait fortement inspiré la doctrine stratégique, seul l'effet voulu et donc l'objectif choisi est l'élément discriminant.

⁵ Le code militaire P(Y) a une précision maximale de 3 à 10 mètres.

Quoique certaines armes air-sol puissent être utilisées de manière défensive, leur raison d'être reste dans l'offensive. Les opérations dans lesquelles ces armes jouent un rôle sont :

- Les opérations 'Offensive Counter Air' (OCA) : les opérations au-dessus du territoire ennemi, le plus près possible de ses bases, contre ses moyens aériens. L'OCA se fait par des attaques au sol (CAA : 'Counter Air Attack') ou par des missions 'Suppression of Enemy Air Defense' (SEAD) qui ont pour but l'élimination des systèmes de défense antiaérienne ennemie.
- Les 'Anti-Surface Force Air Operations in a Land environment' (ASFAO) : ces opérations sont menées en vue de créer la situation la plus favorable aux opérations terrestres dans une campagne interarmes. Les opérations 'Close Air Support' (CAS) se déroulent devant le 'Fire Support and Coordination Line' (FSCL) et sous contrôle du 'Land Component Commander' (LCC). L'Air Interdiction' (AI) au-delà le FSCL nécessite seulement une coordination préalable.
- Si les avions doivent opérer ensemble ou en coopération étroite avec les forces navales on parle des 'ASFAO in a Maritime or Amphibious environment', dont les 'Tactical Support to Maritime Operations' (TASMO) sont les plus connues.

Conclusion partielle

Bien que la technicité soit élevée, l'arme air-sol se compose d'éléments simples comme une charge utile, un système de guidage et de conduite, un dispositif aérodynamique et un moteur. Suivant le type d'armes quelques-uns de ces éléments sont présents ou tous. La classification peut se faire sur base de la charge utile et/ou suivant le principe de guidage.

Quelle que soit la classe à laquelle l'arme appartient, elle sera utilisée dans une opération offensive OCA ou ASFAO. L'application des nouvelles technologies va jouer un rôle dans la façon dont ces missions aériennes se déroulent, mais avant de l'étudier, il nous faudra découvrir l'évolution technologique de l'armement.

Chapitre II : Les nouvelles technologies

“The first essential of airpower is pre-eminence in research.”

Gen H. H. Arnold

Introduction

Les dernières guerres ont illustré de façon éclatante le rôle essentiel que joue la technologie dans les conflits militaires, surtout dans les opérations aériennes. Elles ont également révélé que cette technologie est loin d’être le seul facteur de succès des opérations militaires, dont la réussite dépend également d’un grand nombre d’autres facteurs comme la qualité des effectifs engagés, les doctrines adaptées à cette technologie, etc. Il convient néanmoins d’étudier les évolutions récentes et les technologies émergentes de l’armement avant d’expliquer comment elles interviennent dans l’équation militaire.

Section 1 : Les évolutions dans le domaine de l’armement

Dans cette section nous étudions les caractéristiques de l’armement air-sol dont l’évolution est la plus marquante. L’identification de ces caractéristiques combinée aux recherches scientifiques nous donnera la possibilité d’extrapoler le développement de l’arme air-sol et de prédire sa situation au cours de la période 2020-2030.

1. L’utilisation croissante de bombes de précision

Quoique, comme l’indique la Figure 2, la précision des bombes classiques soit améliorée, aucun modèle ou ordinateur ne peut compenser tous les éléments qui influencent la trajectoire balistique. Une simulation de l’USAF a montré que deux B-2 chargés d’armes de précision peuvent faire le travail d’une escadrille de 75 appareils conventionnels. Pas plus de quatre membres d’équipage sont mis en danger dans cette mission comparée à 132 dans le cas d’appareils conventionnels équivalents. Non seulement le risque diminue, mais on économise également en moyens.

	Nombre de bombes	Nombre d’avions	CEP (ft) bombe
2 ^{ème} Guerre mondiale	9070	3024	3300
Corée	1100	550	1000
Viêt-nam	176	44	400

Figure 2 : Précision des bombes non guidées après un largage de moyenne altitude (90 % Pk) ⁶

Certes, une bombe du type GBU 12 coûte environ 19.000 dollars alors qu’une bombe lisse non guidée d’une masse équivalente ne dépassait pas les 500 dollars. Or, délivrées par un avion moderne, environ 80 % des GBU 12 impactent à moins de dix mètres de la cible alors que moins de la moitié des Mk 82 explosent à moins de 60 mètres de l’objectif ! Ce dernier cas conduirait donc à employer un nombre plus important de Mk 82 pour atteindre la cible : ce qui occasionnera des coûts supérieurs et augmentera le risque de dommages collatéraux. Il faut ajouter à cela que les aéronefs sont des machines dotées de technologies de pointe hors de prix. Compte tenu des menaces sol-air de plus en plus redoutables, les équipages sont conduits à passer le moins de temps possible en zone ennemie tout en délivrant l’armement sur les objectifs programmés. Tout renouvellement de survol de l’objectif doit donc être formellement proscrit.

D’après les chiffres tirés de bilans américains, le tonnage total des têtes explosives des armes aériennes utilisées contre l’Irak tout au long de l’opération ‘Desert Storm’ représentait 90.549

⁶ HALLION R., “Precision guided munitions and the new era of warfare”, Fairbairn, s.d., p. 4

tonnes. Ce chiffre comprend les 151 tonnes de têtes explosives des missiles de croisière mer-sol Tomahawk, ainsi que toutes les bombes et les missiles air-sol utilisés par toutes les forces aériennes qui ont pris part à l'opération. Dans ce total, les armes aériennes de précision ne représentaient qu'environ 10 % du nombre de munitions tirées. On peut souligner qu'au Kosovo, 75 % des munitions tirées étaient guidées. En Afghanistan, on s'approche des 100 %⁷.

Il est donc clair que la crainte de dommages collatéraux et l'économie de moyens poussent les responsables militaires à augmenter le pourcentage de bombes guidées. Il n'y a pas de raison de croire que cette tendance ne se confirmera pas. Néanmoins on peut se poser la question qu'elle précision sera suffisante. Actuellement la précision mesurée en mètres donne la capacité de détruire un bâtiment dans une ville. Pendant la 1^{ière} guerre du Golfe, l'USAF a détruit une casemate civile qui se trouvait dans le même bâtiment qu'un poste de commandement. Grâce à la précision future, exprimée en centimètres, il sera possible d'attaquer ce poste de commandement sans détruire tout le bâtiment⁸.

2. Les bombes modulaires

Dans le premier chapitre nous avons vu que la bombe générique se construit autour d'une charge utile. Dans la majorité des bombes guidées cette charge est une bombe lisse dont le concept n'a pas changé depuis 50 ans. Les bombes comme la GBU 12 et la GBU 31 JDAM ne sont rien de plus que des kits montés autour d'une bombe Mk 82. Ainsi on peut transformer en CBU-103/104/105 une bombe à grappes CBU-87/89/97 à l'aide d'un kit 'Wind Corrected Munitions Dispenser' (WCMD). Cette modularité a l'avantage de limiter les coûts en évitant la nécessité d'un développement d'une nouvelle tête explosive, de permettre d'épuiser les vastes stocks de munitions classiques et d'accélérer la mise en œuvre d'une nouvelle arme.

L'inconvénient est que la queue d'une bombe lisse ne permet pas d'ajouter un système de propulsion⁹. C'est la raison pour laquelle les armes comme le Maverick et le JSOW ne sont pas des kits, mais des armes prêtes à l'emploi. Malgré cet inconvénient, la modularité reste un concept valable pour augmenter la flexibilité opérationnelle et pour diminuer la période entre le concept et l'utilisation.

3. Vers le tout-temps ('Day-Night / All Weather')

Les effets spectaculaires des armements modernes démontrés lors des conflits récents incitent beaucoup de forces aériennes à s'en doter. Toutes ces armes, guidées par laser ou par 'Imaging Infra Red' (IIR), ont certes leurs avantages mais dépendent de conditions météorologiques relativement bonnes pour pouvoir être utilisées. Le mauvais temps sur la région du Golfe pendant l'opération 'Desert Storm' a incité ainsi les fabricants à développer une génération d'armes moins sensibles aux conditions atmosphériques. Il s'agit de la série JDAM, guidée vers sa cible par une plate-forme INS et un capteur GPS, qui a vu le jour et qui a été utilisée ensuite lors des opérations 'Allied Force' et 'Enduring Freedom'.

4. L'importance de la distance entre le point de largage et l'objectif ('Stand-Off')

Il va de soi que, même les bombes guidées peuvent s'égarer. Aucune technique de guidage n'est en mesure de compenser des erreurs de lancement ayant pour conséquence d'imprimer à la bombe trop peu de vitesse pour qu'elle atteigne sa cible. L'expertise et l'entraînement du pilote reste un élément décisif dans le succès d'une mission.

Sous pression de l'opinion publique, il devient de plus en plus difficile de justifier ses propres pertes, certainement s'il s'agit d'une opération humanitaire. Pour cette raison les pilotes essaient

⁷ BRADAIA (Cdt), *Le ciblage et la précision des armements air-sol*, 7 p., p. 3

⁸ OLTMAN Ch. (Col), DAVIDSON W. (Maj), KEMPF S. (Maj), MOORE T. (Maj), OGREN T. (Maj), *Interdiction: Shaping Things to Come*, Research Paper, August 1996, 37 p., p. 6

⁹ Le moteur-fusée de l'AGM 130 est montée en dessous la bombe Mk 82 et non à la queue.

de larguer leur armement à moyenne altitude afin d'éviter les 'Anti Aircraft Artillery' (AAA) et des 'Man Portable Air Defense Systems' (MANPAD) ennemis¹⁰. Certaines armes à longue portée peuvent être lancées à une telle distance de leur objectif que l'avion lanceur n'a pas à pénétrer dans l'espace protégé par d'importantes défenses antiaériennes à proximité immédiate de l'objectif. Au début cette capacité formait un privilège des bombardiers lourds munis de missiles de croisière, de nos jours on voit les avions tactiques équipés d'armes 'stand-off' (SOW : Stand-Off Weapon).

Dans cette catégorie d'armes il y a trois classes. Premièrement, on y retrouve les armes sans système de propulsion, mais qui peuvent être larguées à courte distance puisqu'elles sont dotées d'un système de guidage performant. Le GBU-24 Paveway III LGB et le JDAM sont des exemples de cette classe. Quoique ces armes soient plus des armes du type 'Direct Attack', leur capacité limitée permet de mettre la défense antiaérienne ennemie hors jeu¹¹. Une deuxième catégorie est équipée d'un dispositif aérodynamique, voire d'ailes, qui rend possible un vol de quelques dizaines de kilomètres¹². Les armes futures comme l'AGM-154 JSOW et le Longshot en font partie. Une bombe équipée de sa propre propulsion et d'un dispositif aérodynamique, comme le JASSM, compose la troisième classe. Le défi est de développer des armes du type 'stand-off' à un coût de production acceptable. Le développement de LOCAAS ('Low Cost Autonomous Attack System') répond à ce besoin.

En étudiant les armes modernes nous avons été capables de définir quelques évolutions dans leurs caractéristiques. Nous avons constaté une utilisation croissante de bombes de précision construites à partir d'une bombe glisse. Avec l'introduction des IAM, cette précision est devenue tout-temps. L'emploi des bombes guidées répond au premier souhait politique de minimiser les dommages collatéraux. L'application des SOW satisfait à la deuxième demande de minimiser le risque de perte de vies.

Section 2 : Les évolutions dans le domaine des recherches technologiques

Il faut d'abord que nous connaissions les possibilités futures avant que nous soyons capables de faire une extrapolation vers 2020-2030. Au risque de rater l'invention qui dominera radicalement la perspective, cette section se limite aux 4 domaines qui ont les plus fortes chances de déterminer cette période.

1. Les composantes électroniques et les logiciels améliorés

L'électronique est omniprésente dans les armements modernes. Elle fait partie intégrante de la quasi-totalité des types d'armes et permet à ces armes d'être employées de façon plus efficace et plus efficiente. La taille et la consommation d'énergie des composantes électroniques n'ont cessé de diminuer, alors que leur performance a augmenté, ce qui explique que leurs applications se sont multipliées. Ces améliorations ne cessent pas et vont être encore plus spectaculaires, tant sur le plan des performances, que sur le plan de la fiabilité. La miniaturisation poussée nécessitera nombre moins élevé de puces, de connexions et de consoles.

Non seulement la qualité du 'hardware', mais celle des logiciels aussi, augmente et augmentera. Grâce aux systèmes experts, la production de nombre de lignes par année-homme présente une courbe croissante en diminuant le pourcentage des erreurs¹³. Sans les nouvelles techniques de

¹⁰ Pendant l'opération 'Allied Force' les avions de combat devaient rester en principe au dessus des 15.000 pieds.

¹¹ Il est possible d'utiliser un GBU-31(v)1 JDAM muni d'un détonateur radar FMU-152 comme arme dans les opérations SEAD/DEAD. La tactique est de faire demi-tour dès que la bombe est larguée à haute altitude (29000 pieds) et à grande vitesse.

¹² Le JDAM possède également un dispositif aérodynamique, un pair de 'streaks', qui prolonge sa trajectoire, mais cela ne la transforme pas dans une arme à longue portée.

¹³ PEREZ-LLORCA J., op. cit., p. 6

production de logiciels, le coût des nombres de lignes de programmation exigées pour les systèmes d'armes modernes serait extrêmement élevé, voire prohibitif.

Un grand nombre de ces progrès technologiques, couplé à d'importantes recherches dans le domaine des systèmes experts, facilitera la production d'armes intelligentes. Cette évolution a tellement changé les armes conventionnelles que leur performance et leur capacité n'ont plus rien de 'conventionnel'. Quoi qu'il en soit, ce processus de changement est loin d'être terminé.

2. La puissance des explosifs

Les découvertes dans le domaine de la chimie font rêver des possibilités dans le domaine des explosifs. Bien que les recherches aient à peine commencé, les isomères, qui contiennent l'énergie d'une autre manière que les explosifs classiques, rendent possible une augmentation de la puissance explosive avec un facteur de 10.000, ou même de 100.000. Il sera possible de produire une bombe conventionnelle équivalente à la bombe nucléaire d'Hiroshima ou de développer des bombes légères avec une puissance destructive comparables à celles utilisées actuellement.

3. La miniaturisation des systèmes

Les progrès dans le domaine de la physique thermodynamique appliquée et de la propulsion résultent en l'augmentation de la puissance des moteurs à réaction et en une maîtrise des phénomènes hypersoniques. L'intérêt dans les mini et micro UAV a stimulé la recherche des propulsions miniaturisées. Le résultat est un micro-turboréacteur performant de grande valeur pour les armes air-sol en général, et pour les SOW en particulier.

L'ancien 'Inertial Navigation Unit' (INU) a évolué d'un gyroscope à masse rotative vers un gyroscope à laser. Cette évolution va continuer et on estime qu'en 2025 le gyroscope nucléaire sera opérationnel. Ce gyroscope ne dévie jamais et ne demande pas d'ajustements. Cela diminue sa vulnérabilité et crée en même temps une précision inouïe.

4. Les armes 'exotiques'

Il y a quelques années que la bombe à impulsion électromagnétique (EMP : 'Electro Magnetic Pulse') a vu le jour. Dans l'avenir proche cette bombe E fera partie des stocks militaires et trouvera une application dans les CONOPs ('Concept of Operation') des forces aériennes. Les expériences avec cette arme EMP donneront aux industriels l'occasion de l'améliorer. Cette connaissance accrue rendra possible le développement d'un canon E qui endommage les circuits électroniques sans blesser les opérateurs.

À l'avenir les brouilleurs radar auront de la compagnie dans leur classe des armes DE. Il y a 2 nouvelles armes qui vont les rejoindre : le laser et les micro-ondes.

Le laser est l'arme future la plus prometteuse. Même s'il reste encore quelques problèmes techniques à résoudre, le laser sera très efficace dans un environnement avec une multitude de cibles douces ('soft targets'). Sa manœuvrabilité et sa vitesse transforment un rayon laser en un canon très agile et instantané. Ce canon aura la possibilité de fonctionner comme arme létale ou non létale, défensive ou offensive et elle aura la flexibilité de changer rapidement de mode d'opération. Le seul inconvénient est sa limitation à l'utilisation en ligne de vue (LOS : 'Line Of Sight').

Une autre arme DE qui réclamera sa place dans les arsenaux est l'arme à micro-ondes (HPM : 'High Power Microwave'). Une concentration des micro-ondes contre une personne crée une douleur comparable à celle d'une brûlure, mais sans les cicatrices permanentes¹⁴. L'effet sur l'équipement est comparable à l'EMP. Contrairement au rayon laser, les micro-ondes ne sont pas

¹⁴ HECHT J., "Microwave beam weapon to disperse crowds", Boston, <http://www.newscientist.com>, 03 novembre 2003

une arme de pointe, mais de zone. Elles sont donc très efficaces en cas d'attroupement, même s'il s'agit d'un groupe composé de militaires et de civils.

En ce qui concerne les armes air-sol de l'avenir, nous avons vu les quatre domaines dans lesquels les évolutions sont intéressantes : la miniaturisation des composantes électroniques, la puissance augmentée des explosifs, la réduction de la taille des systèmes mécaniques et la naissance de nouveaux types d'armement.

Section 3 : Les caractéristiques futures de l'armement air-sol

Dans cette section nous prévoyons les caractéristiques de l'armement futur en tenant compte des caractéristiques des armes actuelles et des possibilités techniques. Il est clair que nous nous trouvons en terrain inconnu et difficile.

1. Poids et mesures réduits

La certitude d'éliminer une cible dépend de la précision et de l'ampleur de l'explosion. Une grande précision ne diminue pas seulement le risque que la bombe rate sa cible, mais n'exige qu'une faible explosion pour une grande certitude de destruction. Si les promesses des isomères se confirment, cette puissance explosive réduite sera atteinte avec un poids très limité. La miniaturisation des éléments électroniques et mécaniques supportera cette réduction. De petites bombes de haute précision avec une grande autonomie vont voir le jour et devenir l'armement préféré. Les Américains parlent déjà de systèmes de petites bombes (SBS : 'Small Bomb System' ou SDB : 'Small Diameter Bombs') et voient une application de celles-ci dans le 'Unmanned Combat Aerial Vehicle' (UCAV)¹⁵.

Non seulement les dimensions vont diminuer, mais aussi le prix. La source principale des coûts sera le développement et grâce à une production économique, le prix par unité diminuera. Au début une bombe guidée coûtait environ 1 million de dollars, mais en Afghanistan elle n'a coûté que 18.000 dollars¹⁶.

Le poids maximal d'un avion limite la charge utile. L'évolution vers les petites bombes guidées crée la possibilité d'augmenter le nombre de bombes pour le même poids et donc d'attaquer plusieurs cibles par sortie¹⁷. Pendant 'Enduring Freedom' un avion pouvait attaquer deux objectifs par sortie, tandis que dans 'Desert Storm' une dizaine d'avions était nécessaire pour en éliminer un seul¹⁸. Aujourd'hui un bombardier américain B-2 emporte huit bombes guidées, ce qui lui confère la capacité de neutraliser précisément plusieurs objectifs en un seul survol. À l'avenir le nombre de bombes dans son compartiment, et donc le nombre de cibles par sortie, en sera un multiple.

2. Une capacité 'Stand-Off'

Actuellement les SOW pour les avions de combat ont une portée relativement limitée, certainement comparée à celle des missiles de croisière. On devra attendre quelques années

¹⁵ La firme Boeing a reçu un contrat pour la 'Small Smart Bomb Range Extension' (SSBRES), une bombe de 250 livres, 10 décembre 2001, http://www.boeing.com/news/releases/2001/q4/nr_011210n.htm, 02 novembre 2003

¹⁶ STARR P., "Airpower and Our Power", 17 décembre 2001, www.prospect.org/print/V12/22/starr-p.html, 01 novembre 2003

¹⁷ Il faut signaler qu'il y a actuellement des bombes lourdes qui sont développées pour des buts spéciaux. Les 5000 livres du GBU-28 'bunker-burster' largués par un F-15 E servent à détruire une casemate ou des objectifs enterrés. Le 'Massive Ordnance Air Blast' (MOAB) délivré par un C-130 contient 15.000 livres d'explosif qui causent une forte explosion et donc un grand impact psychologique. Un développement futur qui se prédit est la production d'une bombe conventionnelle d'une équivalence d'une petite bombe nucléaire. Cela va créer la possibilité de s'équiper d'une puissance 'nucléaire' sans les conséquences politico-militaires.

¹⁸ GRIER P., "The combination that worked", Air Force, avril 2002, www.afa.org/magazine/april2002/0402combo.asp, 22 octobre 2003

avant que les armes légères à portée de plusieurs centaines de kilomètres, comme l'AGM-158 JASSM ('Joint Air to Surface Stand-off Missile'), soient opérationnelles. Les SOW équipés d'un turboréacteur vont atteindre un rayon d'action maximal de 1000 nm (1850 Km)¹⁹. A ce moment-là la différence entre les missiles de croisière et les armes SOW lancées à partir d'un avion de combat disparaîtra.

Imaginez un avion plein de petites SOW capables d'attaquer n'importe quelle cible dans un rayon de quelques centaines de kilomètres. Le pilote pourra larguer une bombe et la laisser en orbite au cas où une cible à préavis court²⁰ se présenterait. Pour lancer une bombe il ne sera plus nécessaire de manœuvrer dans une position optimale parce que la bombe équipée d'un turboréacteur sera capable de se diriger elle-même vers l'objectif. Les planificateurs militaires ne visualiseront plus de bombardier par une ligne symbolisant sa trajectoire, mais par son empreinte de pas, son 'footprint', de la même façon que les avions d'appui²¹. Toute cible se trouvant dans ce cercle sera une cible que le bombardier pourrait toucher, même si cela signifierait un engagement multiple en un passage ou des objectifs non-planifiés.

3. Une modularité poussée

Ci-dessus nous avons déjà expliqué que la modularité rend possible qu'une bombe lisse soit facilement transformée en une SOW. Cette modularité augmente la flexibilité opérationnelle parce qu'une unité peut adapter la configuration de l'armement suite aux changements des circonstances environnementales ou de la mission. A l'aide des kits on peut créer une capacité polyvalente à partir d'un stock limité qui a son tour réduit le budget et les mouvements logistiques. Après l'intégration future des différents systèmes de guidage, il sera également possible de changer le type de guidage pendant le vol.

Après la mise en service d'un nouveau type de noyau explosif spécialement développé dans cet esprit de modularité, il sera possible de l'équiper d'une propulsion. Ce noyau hybride peut être utilisé partiellement comme combustible et comme explosif. Ces munitions flexibles (FM : Flexible Munitions) donneront la possibilité de créer, à partir d'un élément de base, une bombe classique, une bombe guidée à laser ou à GPS/INS, une bombe volante ou une vraie SOW. Il n'est pas invraisemblable qu'un bombardier lourd (ou même un avion de transport) porte les bombes en pièces détachées et que les bombes soient assemblées 'just-in-time' dans un conteneur d'assemblage²².

4. Des capteurs intelligents

Les détonateurs aussi, ont fort évolué ces dernières années. Les détonateurs modernes électriques comme le FMU-139 ou le FMU-143 ne ressemblent plus aux modèles mécaniques d'autrefois. Bientôt, il sera possible de programmer le détonateur en vol, ce qui augmentera la flexibilité. Avec le même détonateur le pilote ou celui qui prend la bombe en charge, aura, jusqu'à l'impact et en fonction de l'effet voulu, le choix entre une détonation en plein air, une détonation sur contact ou encore une détonation après pénétration de l'objectif.

Sur le plan des capteurs, une première amélioration se fera au niveau des performances supérieures des capteurs IIR, TV ou RF. Ensuite, les nouveaux capteurs basés sur le LADAR ('Laser Detection and Ranging') vont être introduits. Le capteur intelligent sera une intégration de différents types de détections qu'on pourra sélectionner pendant le vol. Ce système intégré sera capable d'interpréter les différentes images et de choisir son propre objectif préprogrammé ('Target Recognition'). Une IAM pourra être équipée d'un système de guidage final ('Active

¹⁹ Flight International, 10 avril 2001, p.18

²⁰ Mieux connu sous la terminologie anglo-saxonne : 'time sensitive target'.

²¹ Ce 'footprint' signifie aussi une difficulté pour la coordination aérienne.

²² UNTERREINER R. (Cdr), BRELSFORD J. (Maj), FINDLAY R. (Maj), HUNNELL J. (Maj), WAGNER M. (Maj), *Close Air Support (CAS) in 2025 "Computer, Lead's in Hot"*, Research Paper, août 1996, 54 p., p. 20

Final Guidance Kit') afin de permettre à la bombe de 'reconnaître' sa cible et d'atteindre le point d'impact souhaité avec encore plus de précision et plus d'effet. S'il s'agit d'une SOW, elle pourra rester en orbite au dessus d'une zone de surveillance en attendant l'opportunité de frapper sa cible. Cette évolution des capteurs intelligents va de pair avec la possibilité de diffuser les informations dans un réseau 'Network Centric Warfare' (NCW) via 'data-link'.

5. 'Non or Less Lethal capability'

D'abord, il faut faire attention : l'utilisation d'une arme non létale n'exclut ni le dommage collatéral, ni les victimes. La définition de l'OTAN dit seulement que la conception de cette arme a pour but de les éviter²³. Théoriquement les bombes guidées peuvent être qualifiées d'armes non létales, mais en pratique, cette catégorie se limite aux armes dont emploi ne résulte pas en victimes mortelles²⁴. Ceci est le cas de la bombe graphite, la BLU-114/B 'Soft Bomb', utilisée dans la guerre du Golfe et dans le conflit de Kosovo pour mettre hors jeu des centrales d'électricité.

Les armes DE (les 'Tactical Directed Energy Weapons') ont l'avantage qu'elles couvrent tout le spectre de la non-létalité jusqu'à la létalité. Une attaque commencée dans un esprit non légal peut se transformer en une action létale si la détérioration des circonstances l'exige. Puisque le laser combine cette possibilité de choisir la gravité de l'effet avec une agilité directionnelle, on pourra voir le laser remplacer le canon classique comme arme de bord principale. Pour l'élimination des objectifs durs contre lesquels le laser n'est pas efficace, les avions seront équipés d'un canon électromagnétique. Les premiers tests de ce canon électromagnétique ont déjà été effectués avec succès et ils sont un prélude des derniers jours du canon classique²⁵.

L'évolution des armes modernes appuyée par le progrès technologique va aboutir à un armement air-sol très performant qui sera constitué d'une grande quantité de petites bombes modulaires équipées de capteurs intelligents et avec une capacité de couvrir une grande distance. Cette charge de bombes à usage flexible sera augmentée d'un laser (non) létal contre les objectifs doux et, si nécessaire, d'un canon électromagnétique contre les chars. L'avion de combat sera accompagné par des UCAV équipés d'une arme non létale comme l'HPM, un illuminateur laser ('Targeting Pod') et/ou des bombes spéciales.

Section 4 : Les dangers et les limitations des nouvelles technologies

Bien que les nouvelles technologies rendent le développement de nouveaux types d'armes possible, leur mis en œuvre n'est pas sans dangers. Il est important de connaître ces dangers et les limitations qu'elles s'entraînent afin de tenir compte de ces derniers dans les doctrines.

1. L'attraction des opérations offensives

La combinaison des armes non létales, des SOW à haute précision et de la supériorité de l'offensif pourraient pousser les responsables politiques à mener une attaque préventive plutôt à prendre une position défensive. La difficulté de détecter l'origine, ou même de constater si on est attaqué, diminue davantage ce seuil de passage à l'offensif ou l'usage sournois²⁶.

²³ NATO Press Release, "Non-Lethal Weapons are weapons which are explicitly designed and developed to incapacitate or repel personnel, with a low probability of injury, or to disable equipment, with minimal undesired damage or impact on the environment", 13 octobre 1999

²⁴ On parle des armes sub ou moins létales.

²⁵ MACASKILL J., "Americans to test supergun in Scotland", s.d., <http://www.sundaymail.co.uk/news>, 22 octobre 2003

²⁶ HAMBLING D., "Gamma-ray weapons could trigger next arms race", 13 août 03, <http://www.newscientist.com/hottopics/tech/>, 03 novembre 2003

2. Le 'sex-appeal' des armes non létales

En liaison étroite avec le danger précédent, les armes non létales air-sol diminuent fortement le seuil de l'engagement dans une guerre. Une bataille peut se limiter aux pertes de matériel. Il est donc possible d'essayer l'option guerrière sans vrai engagement politique. Si la décision d'autoriser la force mortelle n'est pas prise avant qu'on engage des moyens non létaux, les militaires se trouvent dans un jeu dangereux malgré la flexibilité inhérente de leurs armes. La condition de succès de l'emploi des armes non létales dépend de la volonté de mener une guerre traditionnelle, de tuer et de détruire. La guerre reste un acte irrationnel et brutal, la technologie ne la rend que plus efficiente.

3. La confiance absolue dans les solutions techniques

Les nouvelles technologies ont répondu au défi de limiter les dommages collatéraux en minimisant les propres pertes. Il semble que la technologie soit capable de résoudre tous les problèmes. Dans l'euphorie nous avons tendance à y croire aveuglement et à perdre notre esprit critique. On va de plus en plus confier la conduite de la guerre aux ordinateurs, aux robots, aux armes de haute technologie, ... et cela n'est pas sans risque. Non seulement les systèmes ont leurs limitations ou peuvent fonctionner mal, mais il est certain que l'ennemi va essayer de les rendre inutiles ou moins efficaces. Dans ce cas, le pilote sera-t-il encore capable de continuer l'attaque ?

Le plus grand danger est l'ignorance des moyens non ou peu technologiques. La tragédie du 11 septembre 2001 a montré qu'un couteau et un avion peuvent se transformer en arme de destruction massive. Ce n'est pas parce que nous utiliserons la technologie de pointe que notre adversaire va s'interdire de mettre en œuvre des moyens non traditionnels.

4. Le paradoxe des dommages collatéraux

Dans une guerre asymétrique, un adversaire qui doit se protéger contre des bombes guidées pourra être incliné à se cacher parmi des civils ou à prendre des otages. Même avec des bombes de haute précision, une attaque causera beaucoup de dégâts. Il y a de fortes chances que l'adversaire exploitera ces dommages collatéraux au maximum avec un effet négatif pour l'attaquant.

La question si une nation en possession d'armes de précision est obligée de les utiliser ou pas reste également ouverte. Quand est-ce que ce pays sera moralement obligé de les utiliser et quelles seront les conséquences s'il ne le fait pas ? Donc, les armes technologiquement avancées peuvent se tourner contre leur possesseur.

5. La difficulté de l'entraînement

Certes, les armes futures seront plus faciles à employer, mais la nécessité de s'entraîner persistera. Malheureusement l'entraînement pour une attaque à laser air-sol ou avec une SOW demande une grande zone de sécurité. Mais ces zones deviennent justement de plus en plus limitées et rares. Si cette évolution continue, seuls les grands pays seront capables de se perfectionner. Le nombre de missions d'exercice sera fortement limité grâce aux simulateurs, mais leur nécessité nous obligera à chercher des coopérations.

6. Le problème du 'Battle Damage Assessment' (BDA)

Avec l'arrivée des SBS, des bombes E, des armes non létales, ... la problématique concernant le BDA continuera à exister. Par exemple, la destruction d'un abri durci pour avions ne prouve pas qu'il y avait effectivement un avion à l'intérieur et qu'on l'a détruit, un char immobilisé mais qui

n'a pas explosé n'est pas forcément détruit, etc.²⁷ Comment estimer l'efficacité d'une attaque si on n'est pas capable de voir son effet ?

Il est clair que les progrès technologiques offrent de considérables possibilités d'améliorer l'efficacité des forces aériennes. Toutefois, les concrétisations de ces progrès ont des limitations d'emploi qui demandent une discussion politique avant qu'on les mette en œuvre. Malheureusement avec ou sans discussion, les armes seront là et la tentation de les utiliser sera trop grande pour résister.

Conclusion partielle

Dans la première section nous avons étudié les armes air-sol modernes. L'évolution de ces armes montre une tendance croissante à utiliser des bombes de précision avec une capacité tout-temps et de 'stand-off'. L'emploi de ce type d'arme minimise les dommages collatéraux et le risque de pertes en vies humaines.

Afin de rassembler l'information nécessaire, nous avons analysé dans la deuxième section les recherches et les projets qui se trouvent sur la table à dessin.

Armés de cette connaissance, nous avons essayé de prédire les caractéristiques des armes futures dans la section trois. Grâce à la miniaturisation des composants électroniques et mécaniques et à la puissance énorme des nouveaux explosifs, ces armes évolueront vers de petites bombes modulaires équipées de capteurs intelligents et avec la capacité de couvrir une très grande distance. Les recherches dans le domaine de laser, EMP, ... donneront lieu au développement de nouveaux systèmes d'armes comme le laser de bord contre les objectifs doux et le canon électromagnétique contre les chars. Le vecteur de ces bombes ou de ces armes peut être un avion de combat ou unUCAV.

Quelques réserves, formulées dans la section quatre, quant à l'emploi des nouvelles technologies sont pertinentes. Ces progrès rendent les opérations offensives plus attractives et tiennent en eux le risque d'une mauvaise utilisation. Pour s'entraîner dans l'utilisation des armes modernes les pilotes ont besoin d'une zone de tir vaste. Un dernier inconvénient est l'effet destructif réduit d'une bombe guidée ou d'une arme non létale. Dans le cadre du BDA, il devient plus difficile de confirmer la neutralisation de l'objectif.

Ces réserves demandent une discussion politique avant qu'on ne mette les nouveaux types d'arme en œuvre. Malheureusement on ne peut ni arrêter leur développement, ni interdire leur utilisation.

²⁷ Gen H.Norman Schwarzkopf le formula ainsi : "vehicles will not be counted as destroyed by J2 unless they are on their back as dead cockroaches ..."

Chapitre III : L'impact sur les doctrines

*“... air, land and water must be hitched together
under one general command and direction ...”*

Gen 'Billy' Mitchell

Introduction

Au cours des dernières années, on s'est longuement interrogé sur la capacité des armes de haute technologie d'opérer de façon utile sur les champs de bataille. Certains analystes formulaient des réserves à propos de l'efficacité des armes sophistiquées dans les conditions réelles de combat. On craignait que les systèmes de guidage évolués ne se comportent pas dans la réalité aussi bien que lors des essais et que les doctrines ne soient pas adaptées à l'emploi de ces nouvelles armes. Dans ce chapitre nous étudions les crises de la dernière décennie et nous essayons de distiller des conclusions pour la guerre de l'avenir.

Section 1 : Une décennie de guerres

Dans cette première section, nous résumons les effets que les guerres les plus importantes de la dernière décennie ont eus sur les doctrines aériennes et 'Joint'. Il s'agit de la première guerre du Golfe, de l'opération humanitaire en Somalie, de la crise de Kosovo, de l'intervention en Afghanistan et de la deuxième guerre du Golfe.

1. La première guerre du Golfe (1990–1991)

Pendant cette guerre du Golfe, les Américains ont appliqué pour la première fois la stratégie de la guerre parallèle. Dans cette philosophie du Colonel Warden, on analyse l'ennemi comme un système constitué de cinq cercles concentriques. Au lieu d'attaquer les centres de gravité de chaque cercle l'un après l'autre, on les attaque parallèlement à un rythme élevé et à une haute intensité. Cette attaque simultanée en temps et en niveau (stratégique, opérationnel et tactique) dépasse la capacité d'adapter et d'encaisser et provoque la paralysie stratégique de l'ennemi. Une condition indispensable est la concentration des forces. Grâce aux PGM cette concentration est devenue réalité.

Certains experts ont avancé que seules les attaques de précision au moyen d'armes guidées étaient décisives pour gagner la guerre. Il est bien clair que l'utilisation des PGM a joué un rôle important dans le déroulement de cette guerre. Mais sans les doctrines adaptées, la situation avantageuse créée par les nouvelles technologies fond comme de la neige au soleil. Une fois la dominance aérienne établie, l'USAF a implanté rapidement des innovations dans l'utilisation des PGM.

Les actions des nombreux moyens offensifs opérant dans des conditions atmosphériques parfois très médiocres dans un secteur géographiquement réduit devaient être étroitement coordonnées afin d'éviter l'attaque répétée d'un objectif déjà détruit auparavant ou des fratricides. Afin de parer à ces préoccupations, un système de 'Kill Box' a été établi avant le début de l'opération 'Desert Storm'. A l'intérieur de ces 'Kill Box'²⁸, des avions d'attaque au sol pouvaient exécuter des missions de reconnaissance armée ou se faire désigner des objectifs par un 'Airborne Forward Air Controller' (AFAC).

Suite à la constatation que les chars étaient très visibles au senseur infrarouge pendant la nuit, les F-111, armés de bombes à guidage laser GBU-12 et opérant à moyenne altitude dans des 'Kill Box', entreprenaient l'attaque de nuit de chars, de pièces d'artillerie et d'APC ('Armed

²⁸ Les 'Kill Box' étaient des carrés de 30 miles nautiques sur 30 miles nautiques spécifiés dans l'ATO.

Personnel Carrier’) individuels²⁹. Rapidement baptisée ‘tank plinking’, cette tactique s’avérait d’une efficacité redoutable.

Afin de faire profiter la campagne terrestre de l’abondance des moyens aériens, le concept du ‘push CAS’ a été instauré. Des avions d’attaque au sol planifiaient des attaques au-delà de la FSCL contre des objectifs typiques d’interdiction ou étaient prévus pour opérer dans un ‘Kill Box’. Cependant, en passant au-dessus d’un corps d’armée engagé au combat, les chasseurs contactaient des ASOC prédéterminés et pouvaient être mis en œuvre dans un rôle CAS.

Il faut mettre en évidence que l’exécution de tactiques à partir d’une altitude moyenne, permettant de rester en dehors des tirs de AAA et de MANPAD les plus meurtriers, n’était possible que grâce à l’obtention de la dominance aérienne rapide par les coalisés. En effet, toute action en support des troupes au sol est rendue très dangereuse voir impossible si on n’a pas au moins une supériorité aérienne locale³⁰.

2. L’opération humanitaire en Somalie (1992-1995)

L’importance de cette opération humanitaire pour les doctrines aériennes est souvent sous-estimée. Il est sûr que l’ampleur des opérations aériennes était limitée, mais cela ne signifie pas que la leçon qu’on peut en tirer n’est pas intéressante. En ce qui concerne l’armement air-sol, cette intervention a confirmé une faiblesse de l’arme aérienne que certaines ont oubliée : le manque de continuité. Même si le ravitaillement en vol peut augmenter de façon considérable l’autonomie des moyens, l’arme aérienne ne peut pas rester dans les airs indéfiniment. Dans un conflit statique de longue durée l’efficacité d’une force aérienne est fortement réduite.

3. La crise de Kosovo (1997)

L’effort de l’OTAN face à la crise de Kosovo n’était pas seulement un exemple de la politique commune, mais aussi la confirmation des théories de l’arme aérienne. Dans le passé, la fin d’une guerre avait exigé la présence d’un soldat sur le sol de l’adversaire. Bien que les théoriciens aient prédit la possibilité de gagner une guerre avec seulement une force aérienne, cela n’avait jamais eu lieu. L’opération ‘Allied Force’ l’a démontré et, suite à ce tour de force, l’arme aérienne a réclamé son droit comme puissance militaire.

4. L’intervention en Afghanistan (2002)

Il y a une grande différence entre cette opération et ‘Desert Storm’, dans laquelle opéraient beaucoup de troupes blindées. La coalition, connaissant le désastre russe, a choisi de ne pas confronter l’adversaire sur son terrain. La tactique consistait à l’emploi de forces asymétriques et la puissance aérienne était la pierre angulaire³¹. Le JFACC, comme ‘supported commander’, avait un accès direct aux ‘Special Forces’³². Ces groupes dispersés sur le terrain afghan remplissaient la tâche importante de coordination des attaques air-sol. Grâce à ces troupes fonctionnant comme FAC, la grande majorité des PGM ont touché leur cible³³. Pour la première fois, moyennant un ‘datalink’, les FAC étaient capables de transmettre les coordonnées de

²⁹ De plus, le ‘tank plinking’ avait un grand effet psychologique sur les équipages de chars et de véhicules irakiens. Un prisonnier de guerre irakien le formula ainsi : “...during the Iran war, my tank was my friend because I could sleep in it and know I was safe [...] During this war, my tank became my enemy [...] none of my troops would get near a tank at night because they just kept blowing up...”

³⁰ Le Chef d’Etat Major de la Force aérienne russe, le Général A. Malyukov, remarquait après la guerre : “the war in the Gulf provided a textbook example of what air supremacy means both for the country that gained it, and for the country receding it”.

³¹ LETTEN P., *Airpower through history : Afghanistan Vergelijking tussen de operaties gevoerd door de USSR (79-89) en de operaties gevoerd door de coalitie (01-02)*, Paper, IRSD, Bruxelles, 2002

³² SEHGAL I., “Untangling the Taliban”, 30 novembre 2001, <http://www.mediamonitors.net/ikramsehgal51.html>, 20 octobre 2003

³³ HENDREN J., “Afghanistan Yields Lessons for Pentagon's Next Targets”, 21 janvier 2002, <http://www.globalsecurity.org/org/news/2002/020121-attack01.htm>, 29 octobre 2003

l'objectif aux avions de combat et de leur donner une autre mission en vol. Cette manière d'opérer réduisait fortement le cycle 'sensor-to-shooter'³⁴.

5. La deuxième guerre du Golfe (2003)

L'utilisation étendue de PGM a permis aux forces de coalition de toucher les cibles ennemies avec une grande discrimination, réduisant au minimum la perte des vies des non-combattants et épargnant au maximum l'infrastructure de l'Irak. De même, alors que SOF étaient presque une pensée après-coup dans la première guerre du Golfe, ils ont joué un rôle important dans l'opération 'Iraqi Freedom'. Les forces spéciales ont été déployées derrière les lignes irakiennes à une échelle sans précédent dans les guerres récentes, permettant de frapper les principales cibles irakiennes avec grande précision tout en gardant les dommages collatéraux à un minimum³⁵.

En comptant sur des attaques aériennes de précision, CENTCOM pouvait réduire l'élément de force terrestre à une division lourde, une division légère et deux brigades légères. Ceci représente seulement environ un tiers de la force exigée pour la mission moins ambitieuse d'expulser les forces irakiennes du Koweït pendant la première guerre du Golfe. Plus petite la force déployée, moindre seront les exigences de l'approvisionnement. Moins d'approvisionnement signifie moins de problèmes de lignes de communication et donc une force plus mobile. Le résultat était un des avancements les plus rapides d'une force terrestre dans l'histoire de la guerre, car la Troisième Division d'infanterie a couvert plus de 250 miles en trois jours. Ceci montre bien les avantages possibles d'une vraie opération 'joint'.

Les conclusions que nous pouvons tirer des cinq guerres résumées dans cette section sont :

- la domination aérienne reste une condition nécessaire pour les autres opérations aériennes ;
- une fois la domination aérienne établie, les attaques à partir d'une altitude moyenne minimisent les propres pertes (la première guerre du Golfe) ;
- les PGM sont des armes de haute valeur. Le fait d'avoir pu réaliser les tactiques adaptées ('Kill Box', le 'tank plinking', etc.) aussi rapidement, démontre la flexibilité inhérente à ces systèmes d'armes (la première guerre du Golfe) ;
- la guerre aérienne parallèle est un concept valable (la première guerre du Golfe) ;
- la différence entre le niveau stratégique et tactique n'est pas le système d'arme, mais la nature de l'objectif³⁶ (la première guerre du Golfe) ;
- grâce au concept du 'push CAS' on ne doit plus réserver des moyens uniques au CAS parce qu'on peut combiner les opérations CAS avec les opérations OCA ou AI (la première guerre du Golfe) ;
- la force aérienne ne se limite plus à l'appui des autres forces, mais est devenue une puissance aérienne capable de déterminer l'issue d'une guerre (la crise du Kosovo) ;
- le manque de continuité de la force aérienne reste un inconvénient pour lequel on n'a pas encore trouvé de réponse adéquate (l'intervention en Somalie) ;
- les opérations menées dans un esprit 'joint' réduisent la taille des forces terrestres exigées et donc leur 'footprint' logistique en augmentant la vitesse d'avancement (l'intervention en Afghanistan et la deuxième guerre du Golfe) ;
- les guerres récentes ont également mis en lumière l'importance des vertus militaires traditionnelles : planification, formation, motivation, valeur, initiative, doctrine, etc.

³⁴ Director of Defence Studies, *The Effect of Air Power in Afghanistan*, Paper, Royal Air Force, 01 octobre 2002

³⁵ KREPINEVICH A., "Operation Iraqi Freedom: A First-Blush Assessment", Center for Strategic and Budgetary Assessments, 2003, <http://www.csbaonline.org>, 16 octobre 2003

³⁶ Le USAF Gén HORNER C. avait un problème avec la différence entre le niveau tactique et stratégique. CLANCY T. & HORNER C., *Every Man A Tiger*, G. P. Putnam's Sons, USA, 1999, 564 p.

Concentrons-nous maintenant sur la définition d'une doctrine future basée sur ces leçons et sur les armes de l'avenir.

Section 2 : Le 'Joint Battlespace' et son CONOPS futur

L'époque dans laquelle les forces armées individuelles ont tenté séparément de gagner la guerre est définitivement passée. Ainsi les composantes navales et terrestres aident à contrôler le terrain. Les composantes terrestres défendent et protègent aussi bien les ports que les bases aériennes, les tendons d'Achille de ces deux composantes. L'utilisation de la composante air diminue dans une large mesure la quantité de forces terrestres qui doivent être utilisées. La composante air ne peut pas occuper le sol de façon efficace (une décennie d'attaques aériennes et 'no fly zones' au-dessus de l'Irak l'a démontré), mais elle peut rendre très difficile à l'ennemi de garder le terrain ou peut l'inciter à quitter le pays occupé.

L'étroite coopération entre la composante air et la composante terrestre ne comprend en soi rien de nouveau parce qu'elle était déjà entraînée à partir des années '50. Ce qui a changé véritablement est que, dans le passé, les attaques aériennes ne servaient pas à soutenir les grandes manœuvres terrestres. Maintenant, les troupes soutiennent plutôt les opérations aériennes en localisant l'ennemi ou en poussant l'ennemi vers le terrain ouvert où il est vulnérable pour les attaques aériennes. La puissance air, 'Airpower', ne se limite pas uniquement à la supériorité de l'air mais est devenue une force déterminante. Il est donc normal qu'au cours d'un conflit futur, le JFACC sera le 'supported commander'.

Avec l'intégration de la puissance air, le champ de bataille s'élargit vers la troisième dimension et devient le 'Joint Battlespace'³⁷. Une guerre future se déroulera en trois phases principales :

1. Phase 1 : Acquérir la supériorité aérienne

Dans cette phase, la composante air à l'aide des avions de combat et des UCAV disputera la supériorité aérienne. Les UCAV se concentreront sur les défenses antiaériennes et défendront les avions de combats pendant leurs missions. Les avions de combat futurs (FJJF : 'Futur Joint Jet Fighter'³⁸) serviront de stations de contrôle des UCAV et de plate-forme pour les SOW.

2. Phase 2 : Neutraliser l'ennemi et conquérir le terrain

Suivant le concept de guerre parallèle, les attaques contre les centres de gravité des cinq cercles commenceront dès le début des hostilités. Après l'obtention de la domination aérienne, les FJJF entourés d'UCAV continueront leurs attaques contre les cibles au cœur de l'ennemi, mais les ASFAO changeront de nature. Les UCAV équipés d'armes non létales et zonales survoleront le terrain en immobilisant le matériel et le personnel en général, et les AAA et les MANPAD en particulier³⁹. Les petits groupes hautement mobiles sous couvert de la composante air localiseront l'endroit où l'ennemi se cache. Une fois détecté, le groupe informera la composante air moyennant un réseau militaire. Les coordonnées de l'ennemi iront vers un FLMA ('Futur Large Multipurpose Aircraft'), un simple transporteur de SOW qui lancera une bombe sur demande⁴⁰. Ces 'Joint Air Land Operations' (JALO) résulteront en une victoire rapide et clôtureront cette phase⁴¹.

³⁷ Pour la facilité de cette discussion, nous acceptons l'usage militaire de l'espace comme faisant parti de la puissance air.

³⁸ FJJF et FLMA sont des abréviations non officielles et non militaires.

³⁹ On peut s'attendre à une augmentation de la portée de ces types d'armes.

⁴⁰ Dans un avenir proche le rôle du FLMA pourra exécuter par un UCAV, un hélicoptère, un avion de combat comme le F-16, un C-130 ou B-52. UNTERREINER R. (Cdr) et. al., op. cit., p. 20

⁴¹ US Army Press Release #03-016 March 28 2003, Washington

3. Phase 3 : Stabiliser la région

Après cet avancement rapide, pendant lequel il n'y a plus de lignes mais des zones de coordination, le QG s'installera et commencera à la transformation politico-militaire du pays 'occupé'. Suite aux bombardements chirurgicaux, la reconstruction sera courte et expéditive. Des équipes mobiles réagiront sur chaque incident ou information en neutralisant les quelques nids de résistance restants.

Sauf dans les missions avec un préavis, l'appui aérien ne sera pas présent. Dans cette phase, l'inconvénient de la composante air l'empêchera de jouer un rôle significatif. Des armes stationnées en orbite ou le stationnement d'un aérostat en dessus de la zone de responsabilité pourraient être une solution à ce problème.

Section 3 : La 'full spectrum warfare'

Le CONOPS proposé montre bien la force d'une opération 'joint' pendant les deux premières phases. C'est la troisième qui posera un problème. Les implications pour les ennemis réels ou potentiels des Etats-Unis sont claires : ils doivent éviter d'attirer les militaires américains dans une guerre conventionnelle, comme c'était le cas pour l'Irak à deux reprises. Ils doivent plutôt se déplacer aux extrémités du spectre des conflits. Pour des Etats voyous ceci signifie acquérir des armes nucléaires, ou poursuivre des formes plus ambiguës d'agression, comme l'appui des organismes terroristes. Une troisième option est d'utiliser les tactiques comme se cacher derrière des civils et dans les installations civiles, prendre des otages, ...⁴². Une dominance mondiale demande une armée qui est capable d'opérer de façon efficace dans tout le spectre des conflits.

Conclusion partielle

Les guerres récentes ont apporté les preuves indubitables qu'il existe véritablement des cas où les armes de haute technologie peuvent être remarquablement efficaces. Elles ont également donné suite aux nouvelles tactiques et doctrines adaptées à l'usage de ce type d'armes. A l'avenir, l'initiative militaire sera constituée d'une combinaison des SOW et d'une doctrine 'joint'. Le JALO caractérisé d'un avancement rapide sera précédé d'une première phase dans laquelle on dispute la supériorité aérienne. De nos jours, le problème de la maîtrise de la dernière phase n'est pas résolu et reste un défi. Une armée basée sur une supériorité technologique force ses ennemis potentiels vers les extrémités du spectre des conflits et doit donc dominer toutes les opérations de ce spectre.

⁴² KREPINEVICH A., *ibid.*

Chapitre IV : La Défense belge

‘Gulf War lesson one is the value of Air Power’

George Bush

Introduction

Les chapitres précédents ont traité le sujet relatif à l'évolution des armes air-sol d'un point de vue général. Il est temps de se pencher sur les implications des nouvelles technologies pour la Défense belge. D'abord nous analysons le stock actuel et après nous examinons les investissements prévus. Nous terminons en formulant quelques recommandations.

Section 1 : La situation actuelle et les investissements prévus

Comme nous le montre la Figure 3, il y a déjà des armes de précision dans l'inventaire belge. Il faut remarquer que le nombre de GBU-12, GBU-24 et AGM-65 est plutôt limité et que la BL-755 sera retirée d'emploi. Donc, les armes non guidées forment la grande partie de l'armement actuel. Les armes tout-temps et les SOW n'apparaissent pas dans l'inventaire.

Mk-82	Mk-84	GBU-10	BL-755
Mk-82 SE	BLU-109	GBU-12	20 mm ammo
BSU-49	GBU-24	AGM-65	

Figure 3 : L'inventaire actuel des armes air-sol

Les lignes de forces reprises dans le 'Plan Stratégique +' prescrivent que «la composante air doit être en mesure d'une part, [...] d'attaque au sol [...] de jour comme de nuit et par tout temps, dans un environnement conflictuel qui va de la plus basse à la plus haute intensité⁴³ ». La seule manière d'y arriver est de favoriser l'usage de bombes guidées. Cela signifie une augmentation du niveau de stock de kits et une intensification de l'entraînement.

OCU	Jusqu'au 2003	MLU M3 (H+S)	2004-2006
MLU M1 (H + S)	1998-2001	MLU M4 (S)	2006- ?
MLU M2 (S)	2001-2005	MLU M5 (H+S?)	Pas avant 2009
(H = Hardware S = Software)			

Figure 4 : Les modifications M2 jusqu'à M5

Mais cela ne suffira pas si le F-16 n'est pas mis à jour. Le logiciel principal, le 'core software', détermine le type d'armement que l'avion peut utiliser. Actuellement les F-16 MLU belges volent avec le logiciel M2. Entre 2003 et 2009, la firme SABCA modifiera toute la flotte vers le niveau M3. A partir de 2006 les premiers avions recevront le 'update' M4. Le contenu de cette modification M4 qui ne concerne que le 'software', est déjà bien défini. Aux environs de 2009 une prochaine modification M5 sera nécessaire. L'exécution de cette modification, normalement une combinaison d'une adaptation du logiciel et du hardware avionique de l'avion même, dépendra fortement de l'évolution du programme de remplacement du F-16⁴⁴. La Figure 4 donne un résumé de ces modifications consécutives.

⁴³ Belgique, La Défense, *Plan Stratégique +*, 18 février 2003, 136 p., p. 46

⁴⁴ Page: 19

En fait tous les pays EPAF s'engagent à effectuer la modification M5. Ceci est la condition sine qua non pour que ce programme prenne place. Ni la USAF, ni les pays EPAF sont en mesure de tout financer individuellement. La question qui se pose est de savoir combien d'avions vont être modifiés par pays ce qui peut influencer la clé de répartition dans le partage des frais. Il va de soi que les nations ayant opté pour le JSF vont

La Figure 5 présente les possibilités de l'armement en fonction du statut de modification de l'avion. Il est clair que la modification seule ne suffit pas, on doit aussi acheter les bombes et leur logiciel spécifique. Une fois dotée de ces armes on doit s'entraîner afin d'être opérationnel.

MLU M2	MLU M3	MLU M4
GBU-24	GBU-31/32 JDAM	GBU-38 JDAM
AGM-88 HARM	AGM-154 JSOW	AGM-65H
-----	CBU-103/104/105 WCMD	IAM Improvements
ATHS	FMU-152 JPF	-----
DTS Phase II	JHMCS	JHMCS Improvements
Navigation Pod	Link-16	Link-16 Improvements
Targeting Pod	-----	-----

Figure 5 : Les possibilités des modifications M

Regardons maintenant les investissements prévus dans les différents domaines. Tout d'abord, il faut avouer que la vision stratégique s'arrête en 2015. Il faut également signaler que le budget d'investissement (cumulé) jusqu'en 2015 ne dépassera pas les 3 milliards d'euro dont la grande majorité sera prévue à la modernisation de la composante terrestre, ce qui ne laisse pas beaucoup de marge de manœuvre en ce qui concerne les autres investissements comme dans l'armement air-sol.

En d'autres termes, la composante air a investi et continue d'investir en kits laser pour augmenter son stock de bombes LGB (GBU-12 et GBU-10) et pour acquérir une capacité initiale en GBU-24. A l'avenir (2006) un investissement en JDAM (PGM tout temps) est prévu, ainsi que l'achat des SOW au plus tôt en 2007.

Section 2 : Les recommandations

Avant de formuler quelques recommandations, il est intéressant de mentionner les visions différentes des Américains et des Européens concernant l'utilisation de l'Air Power⁴⁵. Pour les Américains d'une part, la puissance aérienne est la force militaire préférée parce qu'elle présente la solution politique la plus facile (rapide, peu de dommages collatéraux, projetable, ...). D'autre part, les Européens possèdent plutôt une capacité aérienne réduite. Ils risquent d'être poussés dans un rôle d'appui terrestre ('proxy forces') et donc de 'nettoyer' le champ de bataille après un passage américain. Cela ne peut certainement pas être le but politico-militaire recherché.

Puisqu'il est inimaginable que le budget de la Défense augmente dans les années à venir, la Belgique ne sera pas capable de se mesurer au niveau qualitatif aux Américains. Il faut donc choisir. Nous avons vu que non pas le vecteur même, mais son armement et sa possibilité d'échanger l'information déterminent sa valeur. Il est donc important :

- de continuer à modifier les logiciels. Il y a de fortes chances qu'après la M5, les modifications ne seront plus nécessaires, puisque l'armement sera du type 'plug and play' ;
- d'investir dans la modification 'link 16' ;
- de garder le F-16 comme avion de combat tout-temps, sauf si la Belgique décide de le remplacer ;
- d'investir dans les armes SOW et surtout dans les kits ;

diminuer leurs commandes de kits M5 sachant qu'une partie de leur flotte sera progressivement remplacée. Néanmoins, tous les pays EPAF prévoient l'utilisation du F-16 au minimum jusque 2018 à ce stade.

⁴⁵ Sir GARDEN T., "Airpower and Politics", 31 janvier 2002, <http://www.tgarden.demon.co.uk/writings/articles/2002/020130airpower.html>, 15 octobre 2003

- de participer aux programmes qui visent à remplacer les bombes lisses par des noyaux explosifs réduits et modulaires ;
- d'examiner les possibilités de transformer le A-400M en un FLMA ;
- de suivre les évolutions dans le domaine de l'armement, surtout celles des armes américaines ;
- de continuer la démarche 'joint' au sein de la Défense et de maximiser la synergie dans les domaines tactiques, opérationnels, de l'armements, ...

Conclusion partielle

L'arsenal belge contient des bombes classiques et des armes guidées. La composante air a investi et doit continuer à investir en kits pour augmenter son stock de bombes type LGB et pour acquérir une capacité de SOW. Malheureusement, le 'Plan Stratégique +' s'arrête en 2015 et ne prévoit pas de politique après cette date. Tenant compte du budget limité, il est également recommandé d'équiper le F-16 d'un 'link 16' afin d'entrer dans l'époque de la NCW.

Conclusion finale

“Forecasting is not an exact science, and the path will wind as it disappears into the shadow of the future. We guarantee the journey to be productive, even if the road ends in an unexpected place.”

USAF Scientific Advisory Board ⁴⁶

Le 01 novembre 1911 l'Armée de terre italienne a effectué le premier bombardement aérien. Depuis l'armement air-sol a beaucoup évolué. L'introduction des nouvelles technologies a accéléré cette évolution d'une manière inouïe et a influencé la façon dont les missions offensives se déroulent.

Sur la base d'une analyse des armes modernes et des projets qui se trouvent sur la table à dessin, il est possible de prédire les caractéristiques des armes futures. Les armes air-sol évolueront vers de petites bombes modulaires équipées de capteurs intelligents et avec la capacité de couvrir une très grande distance (SOW). Le vecteur de ces bombes intelligentes sera un avion de combat, avec ou sans pilote, équipé d'un laser de bord contre les objectifs doux ou d'un canon électromagnétique contre les chars.

Bien que ces armes futures n'aient plus les limitations opérationnelles des armes contemporaines, leur emploi présente quelques inconvénients. Leurs caractéristiques rendent les opérations offensives plus attractives et favorisent donc la guerre préventive. Les pilotes auront besoin de zones de tir vastes pour s'entraîner. Le dernier inconvénient résulte de leur effet destructif réduit. Il sera plus difficile de confirmer la neutralisation de l'objectif et d'effectuer le BDA.

Les guerres récentes ont apporté les preuves que les armes de haute technologie peuvent être remarquablement efficaces. Elles ont également donné suite aux nouvelles tactiques et doctrines adaptées à l'usage de ce type d'armes. A l'avenir, les opérations 'joint' seront caractérisées d'une phase dans laquelle on disputera la supériorité aérienne en parallèle à un avancement rapide. Dans ces deux phases la puissance aérienne jouera un rôle important, si non décisif. La troisième et dernière phase servira à stabiliser la région. Ces opérations seront exécutées par une armée réduite, hautement mobile et d'une supériorité technologique. Parce qu'une telle armée efficace forcera ses ennemis potentiels vers les extrémités du spectre de la violence, elle sera obligée de dominer tous les types de conflits.

En regardant l'arsenal belge, nous avons constaté qu'il contient des armes guidées dans une quantité limitée. Puisque le F-16 MLU est un vecteur tout-temps, la composante air doit continuer à investir en kits pour augmenter son stock de bombes guidées et pour acquérir une capacité de SOW. La Défense belge doit équiper le F-16 d'un 'link 16' afin d'entrer dans l'époque de la NCW et doit continuer sa démarche 'joint' afin de profiter des bénéfices des opérations 'joint'.

⁴⁶ Mc CALL G., “New World Vistas Air and Space Power for the 21st Century”, USAF Scientific Advisory Board, 15 décembre 1995, <http://www.fas.org/spp/military/docops/usaf/vistas/vistas.htm>, 11 novembre 2003

The evolution of Air/Ground weapons during the last decade and the influence on air operations. Way ahead on possible impact?

-1/2-

Annexe A : Bibliographie

Livres et recueils

- CLANCY T. & HORNER C., *Every Man A Tiger*, G. P. Putnam's Sons, USA, 1999, 564 p.
 PEREZ-LLORCA J., *Les technologies naissantes et la défense*, Assemblée de l'Atlantique Nord, Bruxelles, 1991, 141 p.

Articles

- HALLION R., "Precision guided munitions and the new era of warfare", Fairbairn, s.d.
 MATTHEWS W., "Former USAF Chief: Small Nukes Would Deter", DefenseNews, 9 juin 2003

Journaux

- Flight International, 10 avril 2001
 NATO Press Release, 13 octobre 1999
 US Army Press Release #03-016 March 28 2003, Washington

Matières non publiées

- BRADAIA (Cdt), Director of Defence Studies, *Le ciblage et la précision des armements air-sol*, 7 p.
The Effect of Air Power in Afghanistan, Paper, Royal Air Force, 01 octobre 2002
 Ecole Royale Militaire, *Cours opérations Aériennes*, , Bruxelles, 2003
 LETTEN P. (Maj), *Airpower through history : Afghanistan Vergelijking tussen de operaties gevoerd door de USSR (79-89) en de operaties gevoerd door de coalitie (01-02)*, Paper, IRSD, Bruxelles, 2002
 LETTEN P. (Maj), *Implicaties van toekomstige technologieën (directed energy, micro-wave, e;d;) op het luchtwapen in de 'joint Battlespace'*, Thèse, IRSD, Bruxelles, 2003
 OLTMAN Ch. (Col), DAVIDSON W. (Maj), KEMPF S. (Maj), MOORE T. (Maj), OGREN T. (Maj), *Interdiction: Shaping Things to Come*, Research Paper, August 1996, 37 p.
 UNTERREINER R. (Cdr), BRELSFORD J. (Maj), FINDLAY R. (Maj), HUNNELL J. (Maj), WAGNER M. (Maj), *Close Air Support (CAS) in 2025 "Computer, Lead's in Hot"*, Research Paper, août 1996, 54 p.

Internet

- ABC News, "Love Me Not - Experts Discuss the Problem of Computer Viruses", 05 mai 2003, <http://abcnews.go.com>, 03 novembre 2003

The evolution of Air/Ground weapons during the last decade and the influence on air operations. Way ahead on possible impact?

-2/2-

- BOEING ‘Small Smart Bomb Range Extension’ (SSBREX), 10 décembre 2001, http://www.boeing.com/news/releases/2001/q4/nr_011210n.htm, 02 novembre 2003
- GRIER P., “The combination that worked”, Air Force, avril 2002, www.afa.org/magazine/april2002/0402combo.asp, 22 octobre 2003
- HAMBLING D., “Gamma-ray weapons could trigger next arms race”, 13 août 2003, <http://www.newscientist.com/hottopics/tech/>, 03 novembre 2003
- HECHT J., “Microwave beam weapon to disperse crowds”, Boston, <http://www.newscientist.com>, 03 novembre 2003
- HENDREN J., “Afghanistan Yields Lessons for Pentagon's Next Targets”, 21 janvier 2002, <http://www.globalsecurity.org/org/news/2002/020121-attack01.htm>, 29 octobre 2003
- KREPINEVICH A., “Operation Iraqi Freedom: A First-Blush Assessment”, Center for Strategic and Budgetary Assessments, 2003, <http://www.csbaonline.org>, 16 octobre 2003
- MACASKILL J., “Americans to test supergun in Scotland”, s.d., <http://www.sundaymail.co.uk/news>, 22 octobre 2003
- Mc CALL G., “New World Vistas Air and Space Power for the 21st Century”, USAF Scientific Advisory Board, 15 décembre 1995, <http://www.fas.org/spp/military/docops/usaf/vistas/vistas.htm>, 11 novembre 2003
- McCARTHY T., “What Ever Happened to the Republican Guard?”, 12 mai 2003, <http://www.Time.com>, 03 novembre 2003
- SEHGAL I., “Untangling the Taliban”, 30 novembre 2001, <http://www.mediamonitors.net/ikramsehgal51.html>, 20 octobre 2003
- Sir GARDEN T., “Airpower and Politics”, 31 janvier 2002, <http://www.tgarden.demon.co.uk/writings/articles/2002/020130airpower.html>, 15 octobre 2003
- STARR P., “Airpower and Our Power”, 17 décembre 2001, www.prospect.org/print/V12/22/starr-p.html, 01 novembre 2003

Autres sources

Belgique, La Défense, *Plan Stratégique* +, 18 février 2003, 136 p.
Correspondance par courriel avec le Col d’Avi BEM HUSNIAUX A., Ir, ACOS Strat ; le LtCol Avi BEM COLAS D., ACOS Strat STP/Cap/A ; le Maj LETEN P., Ir ;
Interview avec le Maj Avi ROOSE A. et le Maj Avi DE DECKER G., Ir, DGMR-SYS/V/C

The evolution of Air/Ground weapons during the last decade and the influence on air operations. Way ahead on possible impact?

Annexe B : Abréviations

AAA	Anti-Aircraft Artillery
AD	Air Defense
AFAC	Airborne FAC
AGM	Air-Ground Missile
AI	Air Interdiction
APC	Armoured Personnel Carrier
ASFAO	Anti-Surface Force Air Operation
ASOC	Air Support Operation Center
ATHS	Automated Target Handoff System
ATO	Air task Order
BDA	Battle (or Bomb) Damage Assessment
BLU	Bomb Live Unit
CAA	Counter Air Attack
CAS	Close Air Support
CBU	Cluster Bomb Unit
CEP	Circular Error Probable
CM	Cruise Missiles
CONOPS	Concept of Operations
DE	Direct Energy
DEAD	Destruction of Enemy Air Defense
DTS	Digital Terrain System
EMP	Electromagnetic Pulse
EO	Electro-Optical
EPAF	European Participating Air Forces
EW	Electronic Warfare
FAC	Forward Air Controller
FJJF	Futur Joint Jet Fighter
FLMA	Futur Large Multipurpose Aircraft
FM	Flexibel Munitions
FSCL	Fire Support Coordination Line
GBU	Guided Bomb Unit
GPS	Global Positioning System
HARM	High speed Anti Radiation Missile
HPM	High Power Microwave
HTS	HARM Targeting System
IAM	Inertially Aided Munitions
IIR	Imaging Infra-Red
INS	Inertial Navigation System
JALO	Joint Air Ground Operation
JASSM	Joint Air to Surface Standoff Missile
JDAM	Joint Direct Attack Munition

The evolution of Air/Ground weapons during the last decade and the influence on air operations. Way ahead on possible impact?

-2/2-

JHMCS	Joint Helmet Mounted Cueing System
JSOW	Joint Standoff Weapon
JTIDS	Joint Tactical Information Distribution System
LADAR	Laser Detection and Ranging
LCC	Land Component Commander
LGB	Laser Guided Bomb
LOCAAS	Low Cost Autonomous Attack System
LOS	Line Of Sight
MANPAD	Man Portable Air Defense System
MIDS	Multifunctional Information Distribution System
Mk	Mark
MLU	Mid Life Update
MNFP	Multinational Fighter Program
NCW	Network Centric Warfare
OCA	Offensive Counter Air
OTAN	Organisation du Traité de l'Atlantique du Nord
PGM	Precision Guided Munitions
Pk	Probability of Kill
QG	Quartier Général
RF	Radio Frequency
RMA	Revolution in Military Affairs
SBS	Small Bomb System
SDB	Small Diameter Bomb
SEAD	Suppression of Enemy Air Defence
SOF	Special Operation Force
SOW	Stand Off Weapon
SSB	Small Smart Bomb
TASMO	Tactical support Of Maritime Operations
TDEW	Tactical Direct Energy Weapon
TV	Television
UAV	Unmanned (or Unhabited) Aerial Vehicle
UCAV	Unmanned (or Unhabited) Combat Aerial Vehicle
USAF	United States Air Force
WCMD	Wind Corrected Munition Dispenser